



Universität
Zürich^{UZH}

Nr. 3/2026

UZHmagazin

Die Zeitschrift für Wissenschaft & universitäres Leben

Den Menschen verstehen

Was Grundlagenforschung leistet — 24

ausserdem:

Nützliche Elementarteilchen — 10

Maskierter Autismus — 18

Ernst Fehrs Bilanz — 60

SONDERAUSGABE
in Kooperation mit:

UZH alumni



Weitersagen!

Als Absolventin oder Absolvent der UZH gehören Sie zum grossen Netzwerk der UZH-Alumni und tragen den guten Ruf unserer Alma Mater in die Gesellschaft. Erzählen Sie Ihren Studienkolleg:innen von uns und helfen Sie mit, unsere Gemeinschaft zu erweitern.



Erfahren Sie, wie Sie mitwirken können.

Was ist der Mensch?

«Was ist der Mensch?» ist die fundamentale Frage, die der Philosoph Immanuel Kant stellte – und vor und nach ihm Generationen von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern. Diese Frage stellen wir auch in diesem Heft, und wir geben darauf vielfältige, oft überraschende Antworten – dank der Forschung an der UZH in ganz verschiedenen Disziplinen. Wer verstehen will, wie wir denken, handeln und zusammenleben, muss genau hinschauen – in unsere Geschichte, Sprache, unser Gehirn und unseren Körper, aber auch auf unsere evolutionäre Vergangenheit. Genau das tun die Forschenden, die im Dossier «Den Menschen verstehen» porträtiert werden.

Was sie verbindet, ist, dass sie Grundlagenforschung betreiben. Sie stellen ganz grundsätzliche Fragen und gehen diesen auf den Grund. Doch von Wissenschaft wird heute zunehmend



Erforscht, wie unser Immunsystem funktioniert: die Immunologin Nicole Joller.

erwartet, dass sie rasch Lösungen liefert und ihren unmittelbaren gesellschaftlichen oder wirtschaftlichen Nutzen nachweist. Diese Erwartungen sind verständlich. Doch sie bergen auch Risiken: Wer Forschung nur danach beurteilt, was sie kurzfristig «bringt», gefährdet genau die Grundlage, auf der die Lösungen von morgen entstehen. Denn bevor wir etwas verändern, behandeln oder verbessern können, müssen wir verstehen, wie es funktioniert.

Wie wichtig solches Wissen werden kann, zeigt die Immunologie. Jahrzehntelange Grundlagenforschung hat unser Bild des Immunsystems grundlegend verändert. Heute verstehen Forschende wie die Immunologinnen Nicole Joller und Mireia Sospedra immer besser, wie regulatorische T-Zellen Immunreaktionen bremsen, wie Darmbakterien mit der körpereigenen Abwehr zusammenspielen und welche Mechanismen bei Autoimmunerkrankungen wie Multipler Sklerose aus dem Gleichgewicht geraten. Diese Erkenntnisse haben dazu beigetragen, dass Menschen mit MS

heute wesentlich bessere Aussichten haben als noch vor wenigen Jahrzehnten.

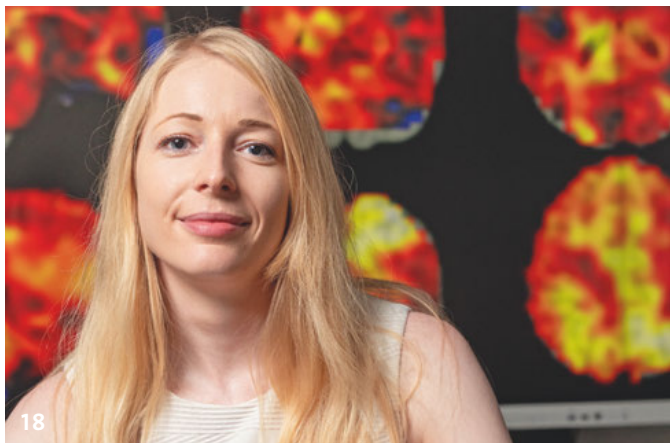
Auch in der Hirnforschung zeigt sich, wie Fortschritt entsteht: Fritjof Helmchen und Esther Stoeckli erforschen, wie sich neuronale Netzwerke entwickeln und wie sie funktionieren. Moderne bildgebende Verfahren machen heute Vorgänge sichtbar, die vor wenigen Jahrzehnten noch unzugänglich waren. Doch die grossen Fragen bleiben offen: Wie entstehen aus der Aktivität von Nervenzellen Gedanken, Bewusstsein und unser Ich? Gerade solche offenen Fragen sind ihr Antrieb.

Das gilt auch für die Geistes- und Sozialwissenschaften. Theologe Konrad Schmid zeigt, wie politische Krisen und Fremdherrschaft religiöse Vorstellungen geprägt haben, die bis heute unser Denken über Gleichheit und Menschenwürde beeinflussen. Regina Surber hinterfragt gängige Annahmen der Kriegsethik und untersucht, was militärische Konditionierung mit der moralischen Urteilsfähigkeit von Soldaten macht. John Mansfield erforscht, wie Sprachen die Welt ordnen. Und die Anthropologin Paola Cerrito fragt, weshalb gerade Menschen symbolisch kommunizieren können. Solche Fragen erweitern unser Verständnis davon, wer wir sind und wie unsere Gesellschaft funktioniert.

Grundlagenforschung braucht Zeit, Geduld – und Freiheit. Das wird heute schwieriger. Forschende müssen den erwarteten «Impact» ihrer Projekte immer genauer vorwegnehmen, während Bewilligungsverfahren etwa für tierexperimentelle Forschung komplexer werden. Doch Entdeckungen lassen sich nicht vollständig planen. Wer schon im Voraus festlegen muss, was am Ende herauskommt, lässt wenig Raum für das wirklich Neue.

Die UZH-Prorektorin Elisabeth Stark und der Statistiker Servan Grüninger bringen das Problem im Interview auf den Punkt: Grundlagenforschung schafft das Fundament, auf dem spätere Innovationen aufbauen. Ihr unmittelbarer Nutzen ist oft nicht absehbar – und das ist kein Mangel. Die statistischen Modelle und neuronalen Netze, auf denen heutige KI-Systeme beruhen, wurden entwickelt, lange bevor jemand ihre heutigen Anwendungen vorhersehen konnte. Würde nur gefördert, was schon zu Beginn einen konkreten Nutzen verspricht, könnten entscheidende Erkenntnisse gar nicht erst entstehen.

Wir wünschen eine inspirierende Lektüre, Ihre UZH-Magazin-Redaktion, Thomas Gull & Roger Nickl



NEUROWISSENSCHAFT

Maskierter Autismus — 18

Autismus zeigt sich bei Frauen anders als bei Männern. Die Neurowissenschaftlerin Dorothea Floris erforscht die Unterschiede.

PHYSIK

Im Universum der Myonen — 10

Myonen sind Elementarteilchen – ihre Eigenschaften machen sie zu wichtigen Helfern in der Teilchenphysik und in der Materialforschung.

GESCHICHTE

In Demut leben — 14

Demut ist mehr als eine religiöse Tugend. Sie hat das Leben und den Alltag im Spätmittelalter beeinflusst – wie, zeigt Historikerin Silvia Negri.

DOSSIER

Den Menschen verstehen

Was Grundlagenforschung leistet



Was ist der Mensch? Das Dossier dieses Hefts gibt Antworten auf diese Fragen aus ganz verschiedenen Perspektiven wie etwa der Hirnforschung von Esther Stoeckli und Fritjof Helmchen (Bild). Und es zeigt, was Grundlagenforschung leistet.



PORTRÄT — Rico Sennrich

Smarter Rechner — 56

Der Computerlinguist hat eine Methode entwickelt, mit der KI-Tools Texte präziser generieren und übersetzen können. Dafür wurde er mit dem Test-of-Time-Award ausgezeichnet.

UZH LIFE — Grundlagenforschung und Innovation

Eine gute Idee reicht nicht — 50

Eine neue Immuntherapie gegen Darmkrebs und Proteine nach Mass: Ana Montalban-Arques und Andreas Plückthum haben erfolgreich Unternehmen gegründet.

INTERVIEW — Ernst Fehr

«Vertrauen ist kein Luxus» — 60

Der renommierte Ökonom hat das Bild des eigennützigen Homo oeconomicus vom Kopf auf die Füße gestellt. Im Gespräch blickt er zurück auf sein wissenschaftliches Werk.

RÜCKSPIEGEL — 6

BUCH FÜRS LEBEN — 7

DAS UNIDING — 7

DREISPRUNG — 8

ERFUNDEN AN DER UZH — 9

IMPRESSUM — 65

NOYAU — 66



*Promovierte an der UZH in absentia:
Nobelpreisträger Röntgen.*

.....
RÜCKSPIEGEL — 1876

Dokortitel ohne Prüfung

.....

Was haben die Finnin Lydia Sesemann (1845–1925), die erste promovierte Chemikerin weltweit, und der Nobelpreisträger Wilhelm Conrad Röntgen (1845–1923) gemeinsam? Beide promovierten an der UZH – in absentia. Das bedeutet,

dass sie den Dokortitel erlangten, ohne eine mündliche Prüfung abzulegen. Insbesondere in den beiden Philosophischen Fakultäten war diese Art der Promotion ab den 1860er-Jahren eher die Regel als die Ausnahme. Die Promotionsordnungen erlaubten die Anerkennung des Titels «entweder auf Grundlage einer Prüfung oder aufgrund literarischer Leistungen».

Als 1874 in der NZZ über den gerichtlich unterbundenen «Schacher mit Doktordiplomen» an der Universität Philadelphia berichtet wurde, ging das an der UZH spurlos vorbei. 1876 änderte sich das schlagartig. Viele der alten deutschen Universitäten finanzierten die Gehälter der Dozentenschaft zu einem erheblichen Teil mit Promotionsgebühren und vergaben die Titel an das aufstrebende Bürgertum fast inflationär. Jüngere Universitäten auf preussischem Staatsgebiet wurden stärker staatlich gefördert und waren weniger auf diese Art der Finanzierung angewiesen. Preussen forderte eine Vereinheitlichung der Promotionsanforderungen.

An vorderster Front und mit scharfzüngigen Artikeln trat der an der Hum-

boldt-Universität lehrende ehemalige UZH-Professor Theodor Mommsen für das Anliegen ein. Die Diskussion schwappte in die Schweiz über. Die NZZ promovierte im Juli 1876, man könne nicht leugnen, dass bei einigen Fakultäten «ein allzu häufiger Gebrauch» von der Promotion in absentia gemacht werde. Das habe «die schädliche Folge, dass auch solche Bewerber, welche leicht eine Prüfung bestehen könnten, den bequemeren Weg vorziehen, lediglich eine Dissertation einzureichen».

Im Artikel wird aber auch relativiert, dass Studierende häufig während des Studiums Prüfungen ablegen mussten und so ihr Können bereits unter Beweis gestellt haben. Am 20. Juli 1876 einigte sich der Senat auf einen Zusatz in der Universitätsordnung, dass eine Dissertation eingereicht und eine Prüfung absolviert werden müsse. Es blieb den Fakultäten überlassen, aufgrund der akademischen Vorgeschichte gewisse Prüfungserleichterungen zu ermöglichen, nicht aber ein vollständiges Wegfallen einer Prüfung. Kurz darauf passten die Fakultäten die Promotionsordnung an. *Martin Akeret, UZH Archiv*

PÄDAGOGISCHE
HOCHSCHULE
ZÜRICH

PH
ZH

Lehrer:in werden

Studiengänge für Personen mit Hochschulabschluss

- Quereinstiegs-Studiengänge Kindergarten- und Unterstufe, Primarstufe, Sekundarstufe I
- Sekundarstufe I für Personen mit Fachbachelor
- Master Fachdidaktik: Dozent:in auf Hochschulstufe werden



Jetzt informieren
→ phzh.ch/studium

Kafkas «Schloss»



Die Wahl eines «Buchs fürs Leben» ist nicht einfach – so viele grossartige Bücher haben mein Denken, meine Sicht auf das Leben und die Welt stark geprägt und würden sich dafür qualifizieren. «Das Schloss» von Franz Kafka habe ich gewählt, weil es so komplex und vielschichtig ist, dass es mich seit meiner Jugend immer wieder aufs Neue fasziniert und tief berührt. Jedes Mal, wenn ich dieses Romanfragment lese, tut sich für mich eine weitere Ebene auf, eine neue Perspektive, ein in Teilen anderes Verständnis.

Hier nur zwei Beispiele: Als Jugendliche interpretierte ich die irrwitzige Bürokratie des Schlosses als Metapher für die Undurchdringbarkeit und Selbstreferentialität von Systemen, die es verhindern, sich in der Gesellschaft zurechtzufinden. Inzwischen sehe ich darin durchaus auch eine teils realistische, teils satirische Darstellung der Alltagserfahrungen mit einer Bürokratisierung, die bisweilen absurde Blüten treibt, deren Sinn sich häufig nicht erschliesst, aber der man einfach nicht entinnen kann.

Ein weiteres Beispiel sind die beiden «Gehilfen», die dem Protagonisten K. von Amts wegen an die Seite

gestellt werden. Sie waren für mich anfangs vor allem nervige und alberne Deppen, die das eigene Tun erschweren oder gar sabotieren. Später verstand ich die Gehilfen in ihrer Albernheit auch als perfide gesellschaftliche Kontrollinstanzen. Bei einer weiteren Lektüre schienen sie albern, perfide kontrollierend, aber möglicherweise auch als Vermittler zwischen einem selbst und dem, was man eigentlich erringen möchte (im übertragenen Sinn ins Innere des Schlosses zu gelangen); tragischerweise als Vermittler, deren Botschaft man nicht versteht, weil man sich aus seiner eigenen Weltsicht nicht lösen kann und sie daher eben vor allem albern findet. Dass einer der Gehilfen zu K.s Konkurrenten wird, fand ich erst schlicht unglaublich, sah später darin aber einen weiteren Ausdruck der Hoffnungslosigkeit, dass sich einem die Gesetze, nach denen die soziale Welt funktioniert, niemals erschliessen.

Dies nur zwei Beispiele, die einige der für mich zentralen Themen von Kafkas «Schloss» tangieren: Was sind die Gesetze der Gesellschaft und welches sind ihre legitimen Instanzen? Was bedeutet es, zu einer Gemeinschaft zu gehören, und wer entscheidet über die Zugehörigkeit? Was sucht man eigentlich, wenn man etwas verstehen möchte und was bedeutet es überhaupt, etwas zu verstehen? Vielleicht – wahrscheinlich – gibt es auf diese Fragen keine Antworten und ich suche sie sicher nicht in Kafkas Roman, der ja keine philosophische, soziologische oder sozialpsychologische Abhandlung ist. Mich fasziniert, welche starken Bilder Kafka in seiner unnachahmlichen Sprache heraufbeschwört, welche Stimmungen er damit schafft und wie dieses Buch immer wieder existenziell an einem rüttelt und einen dazu bringt, sich diese(n) Fragen zu stellen.

Alexandra M. Freund ist Professorin für Entwicklungspsychologie: Erwachsenenalter.

DAS UNIDING



Schlüssel ins Veloherz

Es ist halb sechs Uhr abends und die Strasse flimmert noch von der heissen Zürcher Sommersonne. Doch an der Rämistrasse 66 herrscht Hochbetrieb. Das im Schatten grosser Bäume stehende und von Pflanzen umrankte Haus könnte genauso gut irgendwo im Wald stehen. Es ist das Zuhause von Velove, die ihre Werkstatt im kühlen Untergeschoss des Hauses untergebracht haben. Velove ist ein Studierendenkollektiv, das sich der Verarztung aller Arten von Velos verschrieben hat. Die Helfenden machen dies ehrenamtlich und sind voller Begeisterung dabei. Heute sind Darja und Filip am Start, die den Velopatients und ihren Besitzer:innen fachmännisch zur Seite stehen. Dabei legen sie Wert darauf, die Arbeit nicht selbst zu machen, sondern bloss zu erklären, wie man das treue Zweirad wieder in Topform bringt. Hand ans Velo legen müssen die Velobesitzer:innen selbst.

Grosszügig drückt Filip einem enthusiastischen Radler den Kugelkopf-Innensechskantschlüssel in die Hand – sozusagen der Universalschlüssel zur Velowelt, wie er meint. «Egal, was du an deinem Fahrrad tun möchtest, den Kugelkopf-Innensechskantschlüssel wirst du brauchen», meint er lachend und geht zum nächsten Patienten. Der Andrang ist gross. Deshalb unterstützen sich die Studierenden kurzerhand gegenseitig. Schon fragt eine Studentin den soeben von Filip instruierten enthusiastischen Radler um Rat, worauf ihr dieser mit einem wissenden Lächeln den Kugelkopf-Innensechskantschlüssel in die Hand drückt. Mia Catarina Gull

Velove sucht finanzielle Unterstützung, um die Werkstatt und die Werkzeuge in Schuss zu halten, und würde sich deshalb über eine Spende freuen. www.velovezh.ch

Was hält die Welt im Innersten zusammen?



1

Narzisstische Allmachtsphantasie

Spät in der Nacht, und Faust hat schlechte Laune: weiss nichts, kann nichts, stellt nichts dar und ist noch dazu bettelarm. Beleidigt wendet er sich von Philosophie, Jus, Medizin und Theologie ab: «Es möchte kein Hund so länger leben! / Drum hab' ich mich der Magie ergeben.» Dabei bleibt er dem Anspruch der Wissenschaften treu: «Dass ich erkenne, was die Welt / Im Innersten zusammenhält». Einen Teufelspakt und zwei Tragödien später lautet die urkomische Weltformel: «Das Ewig-Weibliche / Zieht uns hinan» – obszön gerahmt von Mephistos Blick auf die appetitlichen Hintern der Engel, die bei Fausts Grablegung singen.

Zwischen Tragik und Komik schwankend, entlarvt Goethes «Faust» die wohl berühmteste W-Frage der Welt als Allmachtsphantasie eines Narzissten. Doch hält die Literatur auch Bilder, Szenen und Narrative bereit, die nicht regressiv ausfallen, sondern für die Zukunft taugen. Zeitgleich mit Goethe entwirft die deutsche Frühromantik das Modell der «Sympoiesis» für eine kollektive, grenzüberschreitende Erschaffung von Kunst und Wissen, in der Philosophie, Poesie und Naturwissenschaften verschmelzen. Verantwortung übernimmt die Wissenschaft für ihr Erkenntnisinteresse, seitdem sie die W-Frage umformuliert hat: Wie können wir die Welt im Äusseren zusammen erhalten?

Frauke Berndt ist Professorin für Neuere deutsche Literaturwissenschaft.



2

Fundamentale Kräfte

Was die Welt im Innersten zusammenhält, hat für mich als Teilchenphysikerin eine ganz konkrete Bedeutung. Ich denke an das Standardmodell der Teilchenphysik, das die subatomare Welt beschreibt. Es besteht aus einer Reihe von Elementarteilchen – den kleinsten Bausteinen der Materie, die wir kennen – und den fundamentalen Kräften, die zwischen ihnen wirken. Die elektromagnetische Kraft bindet Elektronen an Atomkerne, die starke Kraft hält Protonen und Neutronen im Atomkern zusammen, und die schwache Kraft ermöglicht radioaktive Zerfälle.

Auf kosmischen Skalen bestimmt die Gravitation die Bewegung von Sternen, Planeten und Galaxien. Doch wie sie sich mit der Quantenphysik vereinbaren lässt, wissen wir bis heute nicht. Auch die Natur der Dunklen Materie gibt uns Rätsel auf. Gerade diese offenen Fragen machen die Physik so spannend. Um Antworten auf diese Fragen zu finden, forsche ich am Cern – auf der Suche nach einem tieferen Verständnis dessen, was unsere Welt im Innersten zusammenhält.

Lea Caminada ist Professorin für Experimentelle Teilchenphysik.



3

Ungestümes Erkenntnisstreben

Bei der Suche nach einer Antwort auf diese Frage gerät auch Goethes Faust ins Zweifeln: «Habe nun, ach! Philosophie, / Juristerei und Medizin / Und leider auch Theologie / Durchaus studiert, mit heissem Bemühn. / Da steh ich nun, ich armer Tor, / Und bin so klug als wie zuvor!» Das ganze Aufgebot mittelalterlich-universitärer Wissenschaft ist nicht in der Lage, jenes Innerste zu erkennen. Doch Faust bleibt nicht dabei stehen und sucht weiter: Ist es der Erdgeist (also die herkömmliche Weltseele), der «am sausenden Webstuhl der Zeit» «der Gottheit lebendiges Kleid» wirkt? Ist es die «Tat», die am Anfang aller Dinge steht? Oder ist es die Liebe, verkörpert in Gretchen und Helena?

Was mich an diesem Drama fasziniert, ist Fausts innere Unruhe, sein ungestümes Erkenntnisstreben danach «Wie sich alles zum Ganzen webt» – und das Fehlen einer letzten Antwort darauf! Das Geheimnis wird erforscht und zugleich gewahrt. (Das verbindet Fausts Suche übrigens mehr mit der Theologie, als ihm wohl lieb wäre.) Trotzdem teile ich Fausts Wissenschaftsskepsis nicht. Angesichts der eindrücklichen fachdisziplinären Ausdifferenzierung und Spezialisierung an der Universität erstaunt mich vielmehr, wie wenig interdisziplinäre Erkenntnisbemühungen auf das Verstehen verwendet werden, was die Welt im Innersten zusammenhält. Gerade solche grossen, vermeintlich naiven Fragen verdienen heute wieder gemeinsame universitäre Aufmerksamkeit!

Matthias Wüthrich ist Professor für Systematische Theologie, insbesondere Religionsphilosophie.



ERFUNDEN AN DER UZH

Rumantsch Grischun

Die romanische Schriftsprache Rumantsch Grischun ist eine Erfindung des Zürcher Romanisten Heinrich Schmid (1921–1999). Der UZH-Professor erhielt 1982 den Auftrag der Lia Rumantscha, des Dachverbands der rätoromanischen Sprachvereine, eine gemeinsame bündnerromanische Schriftsprache für die fünf Hauptdialekte zu schaffen. Schmid machte sich an die Arbeit und legte nach nur sechs Wochen seine Richtlinien für eine gemeinsame Schriftsprache vor. Sie beruhen im Wesentlichen auf den drei am meisten gesprochenen Idiomen Sursilvan, Surmiran und Vallader und wurden nach dem Mehrheitsprinzip geschaffen, das heisst, Schmid hat wo immer möglich jene Form gewählt, die der Mehrheit der drei genannten Schriftvarianten gemeinsam ist. Auf der Grundlage von Schmid's Empfehlungen wurden dann ein Wörterbuch und eine Grammatik ausgearbeitet. Heute ist das Rumantsch Grischun Amtssprache im Kanton Graubünden. Allerdings ist sie in den romanischen Sprachgebieten nach wie vor umstritten – viele Dörfer unterrichten in ihrem eigenen Dialekt. Rumantsch Grischun wird aber für Radio, Fernsehen und überregionale Texte verwendet.

Text: Thomas Gull; Bild: Frank Bröderli



Die Myonenquelle am Paul Scherrer Institut: Hier werden Protonen auf eine Kreisbahn gebracht (im Vordergrund) und bis auf 80 Prozent Lichtgeschwindigkeit beschleunigt. Im hinteren Teil der Halle werden mit diesem Protonenstrahl dann Myonen erzeugt und für verschiedenste Messungen genutzt.



PHYSIK

Im Universum der Myonen

Myonen existieren nur zwei Millionstel einer Sekunde – gerade deshalb sind sie für die Forschung besonders spannend. Ihre Eigenschaften machen sie zu wertvollen Helfern in Teilchenphysik, Materialforschung und darüber hinaus. Der neue Nationale Forschungsschwerpunkt Muoniverse beschäftigt sich mit den Elementarteilchen.

Weil kosmische Myonen auch durch dicke Gesteinsschichten fliegen, geben sie – durch einen Detektor aufgezeichnet – Hinweise auf die innere Struktur von Bauten.

Text: Santina Russo

Sie sehen aus wie ein überdimensionaler Propeller: die acht riesigen Magnete, auf die man von einem an der Gebäudewand entlangführenden Übergang hinabschauen kann. Sie halten Protonen auf einer kreisförmigen Bahn von 15 Metern Durchmesser. Dieser Protonenstrahl wird dann auf sich drehende Räder aus Kohlenstoff geschossen – die sogenannten Targets, die hinter tonnenschweren Stahl- und Betonabschirmungen versteckt sind. So lassen sich gezielt Elementarteilchen erzeugen. Hier, an der Myonenquelle des Paul Scherrer Institut (PSI) im aargauischen Villigen, entstehen auf diese Weise die stärksten Myonenstrahlen der Welt. Die Myonenquelle bildet das Kernstück des neuen Nationalen Forschungsschwerpunkts «Muoniverse» – ein von der UZH und dem PSI geleitetes Konsortium mit verschiedenen Projekten rund um die Myonen (siehe Box Seite 13). Doch was sind Myonen überhaupt – und warum treibt man für sie einen derartigen Aufwand?

Myonen sind Elementarteilchen aus derselben Familie wie die Elektronen. Auf natürliche Art entstehen sie vor allem, wenn kosmische Strahlung auf die Erdatmosphäre trifft. Darum werden wir laufend mit den Teilchen berieselt, ohne es zu merken. Hier am PSI werden sie künstlich erzeugt und zu intensiven Strahlen gebündelt. Denn: «Myonen sind für verschiedene Forschungsbereiche spannend und aufschlussreich», sagt Marc Janoschek, Professor am Physik-Institut der Universität Zürich und Leiter des Center for Neutron and Muon Sciences am PSI. Am häufigsten werden sie bislang in der Materialforschung und in der Teilchenphysik genutzt. «Sie bieten aber viele weitere Anwendungsmöglichkeiten, etwa in der Klimaforschung für die Untersuchung von Schnee oder in der Archäologie, um Bauten zu durchleuchten», sagt Janoschek. Mit dem neuen Forschungsschwerpunkt Muoniverse wollen die Myonenexpert:innen nun das Wissen rund um die Teilchen auch weiteren Forschungsgemeinschaften und Organisationen zugänglich machen.

Ein winziger Magnetkompass

Das Besondere an den Myonen: Sie sind rund 200-mal schwerer als Elektronen und im Gegensatz zu diesen instabil. Ihre Lebensdauer beträgt nur 2,2 Mikrosekunden,

also Millionstelsekunden. Zudem reagieren Myonen besonders sensibel auf magnetische Felder. Dies, weil sie elektrisch geladen sind und ein sogenanntes magnetisches Dipol-Moment besitzen. Letzteres bestimmt, wie stark ein Teilchen mit Magnetfeldern wechselwirkt und sich quasi wie ein winziger Kompass verhält. All diese Eigenschaften machen sich Forschende in verschiedenen Methoden zunutze.

Beispielsweise lassen sich mit Myonen Supraleiter untersuchen. Solche Supraleitermaterialien können Strom ohne elektrischen Widerstand leiten. Bereits heute werden Supraleiter genutzt: Sie sitzen zum Beispiel in den Magnetspulen von Magnetresonanztomografen und helfen so, Verletzungen und Erkrankungen zu diagnostizieren und zu behandeln. Und Pilotversuche bei Windturbinen und Stromnetzen zeigen, dass supraleitende Komponenten die Anlagen gleichzeitig effizienter und kompakter machen. «Supraleiter sind für praktisch alle Anwendungen, die elektrischen Strom herstellen, benutzen oder transportieren, relevant», sagt Janoschek.

Allerdings: Kommerziell bereits verfügbare Supraleiter müssen noch stark gekühlt werden, was sie teuer in der Anwendung macht. Darum ist die Materialforschung intensiv auf der Suche nach neuen supraleitenden Materialien. Genau dabei helfen die Myonen: «Mit ihrer Hilfe können wir die komplexen magnetischen Zustände von Supraleitern sichtbar machen», sagt Janoschek. Dies dank ihrem Spin, also dem inneren Drehimpuls der Myonen, und weil die Teilchen instabil sind. Erst durch ihren Zerfall wird der Myonenspin messbar.

Das Standardmodell auf dem Prüfstand

In Experimenten werden Myonen auf das untersuchte Material geschossen und bleiben darin gefangen. Dabei ändert sich ihre Spinrichtung abhängig vom lokalen Magnetfeld. Nach zwei Mikrosekunden zerfällt das Myon unter anderem in ein Positron – das positiv geladene Gegenstück zum Elektron. «Und dieses fliegt bevorzugt in die Richtung, in die in diesem Moment der Spin gezeigt hat», erklärt Janoschek. Diese Richtung wiederum lässt sich mit Detektoren messen. So können Forschende Informationen über das lokale Magnetfeld der Materialien ableiten. Weil sich zudem über die Geschwindigkeit der Myonen steuern lässt, wie tief sie in ein Material eindringen, lassen sich auch Tiefenprofile der magnetischen

Eigenschaften in Materialien aufzeichnen. Diese Methode heisst Myonenspinspektroskopie und mit ihrer Hilfe lassen sich noch viele weitere magnetische Zustände unter die Lupe nehmen. Beispielsweise die von 2D-Materialien. Diese bestehen aus atomdünne Schichten und haben häufig schon bei Raumtemperatur eine sehr hohe elektrische Leitfähigkeit. «Sie sind darum besonders interessant für zukünftige mikroelektronische Bauteile», sagt Janoschek.

Zudem lässt sich über die kurzlebigen Myonen das Standardmodell der Teilchenphysik überprüfen. Forschende beobachten, wie die Teilchen zerfallen, und sie untersuchen, ob diese Zerfälle mit ihren Vorhersagen übereinstimmen. Besonders spannend ist der Zerfall eines positiv geladenen Myons in ein Elektron und zwei Positronen. «Dieser Zerfall ist im Standardmodell der Teilchenphysik zwar theoretisch möglich, allerdings derart unwahrscheinlich, dass er nie zu beobachten wäre», erklärt Janoschek. «Würde man in Messungen dennoch ein noch so kleines Signal davon registrieren, würde das auf neue Physik hindeuten.»

Zurzeit wird am PSI in einer grossen Kollaboration aus elf Forschungsgruppen aus der Schweiz, Deutschland und England ein neuer Detektor namens Mu3e gebaut, der genau diesen Zerfall in nie dagewesener Präzision messen soll. In anderen Experimenten ersetzen Forschende mithilfe von hochintensiven Myonenstrahlen die Elektronen in Atomen durch Myonen. Wegen ihrer 200-mal grösseren Masse sind ihre Umlaufbahnen viel näher am Atomkern und dadurch wiederum gewinnen Forschende Erkenntnisse über die Eigenschaften der Atomkerne.

Tiefe Temperaturen, hoher Druck

Mit den insgesamt sieben Myonenstrahlen des PSI stellen Janoschek und sein Team Experimentierstationen bereit, mit denen sich all diese unterschiedlichen Forschungsfragen angehen lassen. Eine der neuesten Strahllinien heisst FLAME und ist optimiert für die Untersuchung von Materialien unter extremen Bedingungen. «An diesem Instrument kann man etwa tiefe Temperaturen bis fast zum Nullpunkt oder sehr hohen Druck erzeugen, um zu untersuchen, wie sich Materialien für Anwendungen optimieren lassen», erklärt Janoschek. Myonen seien eines der mächtigsten Werkzeuge, um Magnetismus unter hohem Druck und hoher Temperatur zu untersuchen. «Ideal ist dies etwa, um Materialien zu erforschen, die abhängig vom angelegten Druck bei unterschiedlichen Temperaturen supraleitend werden.» Schon jetzt ist der kontinuierliche Myonenstrahl am PSI der intensivste weltweit. Und die Myonenquelle wird zurzeit weiter aufgerüstet. «Neu werden wir 100-mal grössere Myonenraten erzeugen können, dann werden die Messungen nochmals präziser und schneller», sagt Janoschek.

Doch auch natürliche Myonen aus der kosmischen Strahlung werden für die Forschung genutzt, etwa in der Archäologie. Weil kosmische Myonen auch durch dicke Gesteinsschichten fliegen, geben sie – durch einen Detektor aufgezeichnet – Hinweise auf die innere Struk-

tur von Bauten. Auf diese Weise haben Forschende beispielsweise in einer der Pyramiden von Gizeh eine verborgene Kammer entdeckt. In der Schweiz liesse sich mit derselben Methode, der sogenannten Myografie, kulturelles Erbe untersuchen, etwa die römischen Ruinen in Augusta Raurica. «Auch für die systematische Überprüfung von Brücken und Tunnels könnte die Myografie genutzt werden, ohne dabei ihren Betrieb zu stören», sagt Janoschek. Mehr noch: «Dieselbe Methode liesse sich auch nutzen, um Schichten von Schnee zu durchleuchten und ihren Wassergehalt zu ermitteln», so der Physiker. Schliesslich hat der Schnee in den Alpen einen grossen Einfluss auf die Wasserwirtschaft und auf wichtige Klimaprozesse.

«Die Schweizer Myonenforschung ist in der Teilchenphysik und in der Materialforschung international führend», sagt Janoschek. Allerdings könnten weitere Forschungsgebiete von den Eigenschaften der Myonen profitieren. «Mit Muoniverse wollen wir nun das Wissen zu verschiedenen Myontechnologien bündeln, um zusammen weiterzukommen und unsere Myonenquelle so effizient wie möglich zu nutzen.» So sollen die winzigen Messsonden bald noch mehr Forschungsfragen klären helfen – und einen noch breiteren Beitrag zu gesellschaftlich relevanten Themen leisten.



Prof. Marc Janoschek, marc.janoschek@physik.uzh.ch

Nationaler Forschungsschwerpunkt

Muoniverse

Der neue Nationale Forschungsschwerpunkt Muoniverse unter der Leitung von UZH und Paul Scherrer Institut (PSI) will der Forschung rund um Myonen zusätzlichen Schub verleihen. Mehr als 30 Forschungsgruppen aus 14 Institutionen in der gesamten Schweiz sind bei Muoniverse dabei, ebenso Forschungsteams aus Deutschland, Italien und Japan. So bündelt das Grossprojekt Expertise in Beschleuniger- und Detektortechnik sowie unterschiedliche Forschungsdisziplinen und Institutionen, die Myonen bereits jetzt nutzen oder künftig von ihnen profitieren könnten – neben der Material- und Teilchenphysik etwa die Schneeforschung, die Archäologie und Schweizer Museen. Mit den Nationalen Forschungsschwerpunkten (NFS) fördert der Bund interdisziplinäre Forschungsprojekte von strategischer Bedeutung über eine Laufzeit von maximal zwölf Jahren.

In Demut leben

Demut ist weit mehr als eine religiöse Tugend. Die Historikerin Silvia Negri untersucht, wie im Spätmittelalter Demutskonzepte zu einem vielfältigen sozialen und kulturellen Katalysator wurden.

Text: Simona Ryser

Wir befinden uns im tiefen Mittelalter. Vor dem inneren Auge wanden Mönche vorbei, die sich geisseln, um sich von den Sünden zu reinigen und ihre Demut gegenüber Gott und der Schöpfung auszudrücken. Im Mittelalter gilt die Demut, die Humilitas, als eine der religiösen Grundtugenden des christlichen Lebens. Für die Historikerin Silvia Negri ist das aber nur ein Aspekt. Negri untersucht mit ihrem Team in einem vom Schweizerischen Nationalfonds mit einem Starting Grant geförderten Forschungsprojekt, wie sich Demutskonzepte zwischen 1250 und 1500 entwickelten, Gesellschaften formten, auf Geschlechterrollen wirkten und über kulturelle Grenzen hinweg verhandelt wurden.

Für Negri ist Demut weit mehr als ein religiöses Gefühl. Sie versteht die «virtutes», die Tugenden, als ein Befähigungsmittel, bedeutet doch «virtus» Kraft. «Ich sehe die Tugenden als Kräfte, die sich vielschichtig auf die Lebensgestaltung auswirkten», sagt die Forscherin. So war das Ideal des demütigen Lebens nicht auf Klöster beschränkt. Mit den aufkommenden Städten des 12. Jahrhunderts dienten Demutskonzepte und -praktiken auch den aufstrebenden Patriziern und dem neu entstehenden, urbanen sozialen Leben als Orientierung. Das Demutsideal floss ein in die Erziehung der Fürsten, selbst eine Königin sollte sich gegenüber den Bedienten demütig verhalten, wohlhabende Kaufleute sollten sich schlicht kleiden und Frauen nicht auf übertriebene äussere Schönheit setzen, sondern bescheiden auftreten.

Das Ansehen steigern

«Demütiges Verhalten war ein wichtiger Wert in der politischen und sozialen Skala des mittelalterlichen Lebens», sagt Negri. Verhielt sich eine Person demütig, stieg ihr Ansehen. Ein Spruch in der «Glossa Ordinaria», dem im 12. Jahrhundert systematisierten und weit verbreiteten Bibelkommentar, sei besonders aufschlussreich für die Demutforschung. Dabei geht es um die Taufe Jesu (Matthäus 3, 13–17). Als Jesus Johannes bittet, ihn zu taufen, zögert Johannes zunächst, weil Jesus als Erlöser höhergestellt ist als er. Erst als der Sohn Gottes insistiert, tauft er ihn. Der Kommentar leitet aus dieser Bibelstelle eine Art Demutsskala ab. Sie unterscheidet zwischen gewöhnlich demütigem Verhalten (sufficiens),

wenn man sich vor einer übergeordneten Person beugt, einem besonders verdienstvollen Verhalten (abundans), wenn man sich vor gleichrangigen Personen verbeugt, und einem herausragend demütigen Verhalten, wenn man sich gar vor Untergebenen verbeugt (superabundans) – wie das bei Jesu Taufe der Fall war.

Colombinis Bekehrung

Es war Mitte des 14. Jahrhunderts in Siena. Biagia Cerretani und ihre Dienerin rührten wohl gerade im Getreidebrei, als ihr Ehemann, Giovanni Colombini, ein wohlhabender Kaufmann, am Mittag hungrig nach Hause kam. Vielleicht tigerte der Gatte unruhig im Haus herum, jedenfalls reichte Biagia ihm zur Beruhigung ein geistliches Buch, ein Liber spiritualis, ein Werk über das Leben heiliger Frauen. Zunächst wollte der ungeduldige Giovanni das Buch nicht entgegennehmen, begann dann aber doch zu lesen. Bei der Schilderung des Lebens der Maria von Ägypten, der einstigen Sünderin aus Alexandria, hatte es ihn endgültig gepackt. Diese lebte nach ihrer wundersamen Bekehrung als Eremitin in Askese und Armut in der Wüste, wie eine Heilige. Die Geschichte von Maria wirkte so stark, dass Colombini sein bisheriges bürgerliches Leben aufgab. Einen grossen Teil seines Reichtums spendete er dem Spital von Siena und entschied sich für ein Leben in radikaler Armut und Demut, wie verschiedene historische Quellen belegen. Als besonders starke und gewissermassen öffentlich inszenierte Demutsgeste putzte er im Regierungspalast, wo er zuvor öffentliche Ämter bekleidet hatte. Spektakulär ist dieser radikale Wandel auch, weil Giovanni Colombini ein angesehener Bürger Sienas war und zur obersten Gesellschaftsschicht gehörte, sagt Negri.

Für beachtenswert hält die Historikerin auch den Umstand, dass Colombinis Frau Biagia Cerretani den Anstoss zu seinem demütigen Leben gab, indem sie ihm das Buch über das Leben heiliger Frauen reichte. Frauen spielten eine interessante Rolle in der Vermittlung von Wissen um Demut, sagt Negri. Im Spätmittelalter entstanden zahlreiche religiöse Laienbewegungen. Eine davon war die Bewegung der sogenannten Beginen. Das waren Frauen, die ohne förmliches Gelübde ein frommes Leben führten und fürs Gemeinwohl schauten und sich oft zusammenschlossen. «Die Beginen sind ein bemerkenswertes, vergleichsweise wenig erforschtes Phänomen,



Maria als demütige Muttergottes («Madonna dell'Umiltà» von Masolino da Panicale, um 1415).

das sich im ganzen europäischen Raum zeigte», sagt die Historikerin. Oft waren es unverheiratete Frauen, die nicht im Kloster leben wollten oder verwitwet waren.

«In einer Zeit, in der Beichtväter und Prediger das Monopol über das Gewissen hatten, waren diese Frauen eine Art Moralexpertinnen fürs Volk», erklärt Silvia Negri. Seit dem Vierten Laterankonzil im Jahr 1215 waren alle Christinnen und Christen dazu verpflichtet, mindestens einmal pro Jahr zur Beichte zu gehen, doch nur ein Bruchteil der – vorwiegend ungebildeten – Bevölkerung wusste, was sündiges Verhalten war und wie man es in der Beichte umschreiben konnte. Die Beginen berieten und

lehrten die «Unkundigen», ihre eigenen Sünden zu erkennen, auf ihr Gewissen zu achten und Worte für unmoralisches Verhalten zu finden. «Diese Frauen waren eine Art Coaches, sie gaben ein Training in Demut und Empathie», sagt die Forscherin.

Wegbereitend für die Bewegung der Beginen war Marie von Oignies, die Anfang des 13. Jahrhunderts lebte – und über die der Theologe Jacques de Vitry bewundernd berichtet. Marie von Oignies pflegte Kranke und lebte ein vorbildliches frommes Leben in Armut, Enthaltsamkeit und Demut, ohne ein offizielles Gelübde abgelegt zu haben. «Diese Form von Demutsexpertise gestand den

ARA MALIKIAN'S «INTRUSO»



DIE NEUE SHOW VON ARA MALIKIAN,
ROCKSTAR DER KLASSIK, BEGLEITET
VON VIER KUBANISCHEN MUSIKERN

MOZART UND BACH TREFFEN AUF
JAZZ, FLAMENCO, KLEZMER UND
KUBANISCHE MUSIK

TONHALLE ZÜRICH
28.10.2026 · 19.30 UHR

CHF 10
FÜR ALLE
BIS 26!*



INFOS & TICKETS

migros-kulturprozent-classics.ch
per Telefon +41 44 206 34 34

Ein Projekt des
MIGROS
Kulturprozent

* Personen, die bis 26 Jahre alt sind, können ausschliesslich an der
Tonhalle Zürich Billettkasse gegen Vorweisen eines gültigen Aus-
weises ein Ticket für CHF 10 kaufen. 1 Ticket pro Person, solange
verfügbar. Platzzuweisung durch Mitarbeitende der Billettkasse.

migros
kulturprozent

classics



» Gymnasium mit Tagesschule

» Internat à la carte

Stiftsschule Einsiedeln

Kurzzeitgymnasium

Schnuppernachmittag
2. und 3. November 2026

Tage der offenen Türen
18. und 20. November 2026

Informationsabend
30. November 2026

Langzeitgymnasium

Tage der offenen Türen
18. und 20. November 2026

Informationsvormittag
30. Januar 2027

Schnuppernachmittag
2. und 3. Februar 2027



Frauen eine gewisse Macht innerhalb des starken patriarchalischen sozialen Gefüges zu», sagt Negri.

Demütige Muttergottes

Ihr Blick ist milde, der Kopf gesenkt, die Brust entblösst. Maria sitzt am Boden und stillt das Jesuskind. Das Motiv der Madonna dell'Umiltà, der Maria der Demut, findet sich in zahlreichen Darstellungen des 14. und 15. Jahrhunderts. Im Gegensatz dazu steht die «Maesta», die Darstellung der Maria als thronende Himmelskönigin. Maria wird als Mutter beziehungsweise als demütige Muttergottes inszeniert und regelrecht vom Thron herabgeholt. Ihre Grösse erhält sie durch ihre Bescheidenheit, ihr Muttersein rückt ins Zentrum und erfährt eine

Ratgeberliteratur

Wertschätzend und kritikfähig

Im Spätmittelalter boomte die Ratgeberliteratur in Sachen Demut. Vorwiegend Kleriker, aber auch Laien schrieben Empfehlungen und Leitfäden, wie man sich in demütigem Verhalten übt. So erstellte der Dominikaner Guilelmus Peraldus (vermutlich 1200–1271) in seinem Werk «Summa de virtutibus» eine Liste von Zeichen und Gesten der Demut (signa humilitatis), die den Menschen als Werkzeug für moralisch richtiges Verhalten dienen sollten. Darunter fand sich neben der Empfehlung, niedere Arbeit zu verrichten und andere Personen demütig zu lieben, auch der Rat, Gelegenheiten zur eigenen Erhöhung zu meiden (fuga altitudinis), die eigene Wertlosigkeit zu lieben (amor propriae vilitatis), Ratschlägen bereitwillig zu folgen (si consilio acquiescit) und Beleidigungen und Zurechtweisungen sanftmütig zu ertragen (si contumeliam vel etiam correptionem mansuete audit). Auch hatte man diskret und verschwiegen zu sein (si secretum diligit) und gern und bereitwillig zu gehorchen (si libenter obedit).

Auf Demutskonzepte trifft man auch im heutigen, säkularen Kontext, etwa in der Persönlichkeitspsychologie oder der Organisationspsychologie, ebenso im Bereich der Führungs- und Unternehmenskultur, so Silvia Negri. Demut gilt dort als Ressource für Führung und Zusammenarbeit. Dabei geht es um Vorstellungen von Respekt, Wertschätzung anderer, Selbsteinschätzung, Offenheit für Feedback, Kritikfähigkeit – Empfehlungen, die teils an die Ratschläge der mittelalterlichen Gelehrten anklingen. So findet sich etwa im Buch «Demut. Leise Führung für eine laute Zeit» des Wirtschaftswissenschaftlers Dietrich von der Oelsnitz, erschienen 2022, ein Selbsttest mit dem Titel «Wie demütig sind Sie?». Da darf man sich dann Fragen stellen wie: Haben Sie ein Problem damit, von unterstellten Personen Ratschläge anzunehmen? Würde es Sie stören, wenn Sie eine Beförderung bekämen, die eigentlich jemand anderes verdient hätte – und anderes mehr, was uns demütig den Blick senken lässt.

neue sakrale Wertschätzung. «Diese Verankerung im Muttersein kann durchaus als Empowerment für Frauen verstanden werden», sagt Negri.

Demütige Inszenierungen, Gesten und Ausdrucksweisen finden sich in zahlreichen Motiven. Das Waschen der Füsse sei verbreitet, ebenso die Entblössung, beispielsweise der entblösste Büsser, und – epochenübergreifend – natürlich das Niederknien und die Verneigung, erklärt die Historikerin. «Letztlich geht es darum, Respekt zu zeigen und damit auch das soziale Machtgefüge anzuerkennen.» In der demütigen Haltung steckt allerdings immer auch eine Forderung. Man will Aufmerksamkeit bekommen – die sich geisselnden Mönche ziehen die Blicke auf sich, der bekehrte reiche Kaufmann gewinnt Ansehen. Oder man erwartet, dass einer Bitte Folge geleistet wird. «Die Sprache der Demut war durchaus an eine gegenseitige Verpflichtung gebunden», sagt Negri. Etwa wenn es darum ging, dass Bedienstete für eine geleistete Arbeit die Anerkennung abholten und sich dabei tief verneigten.

Die moralische Dimension der Demut, die innere Haltung, die in der Zeit zwischen 1200 und 1500 als Orientierung für das korrekte Verhalten in Gottes übergeordneter Schöpfung diente, ist genau genommen ein Erbe frühchristlicher Gemeinschaften. «Bereits damals wurden Demutsvorstellungen entwickelt, die den Menschen als Teil eines Beziehungsgeflechts zwischen Menschen, Tieren, Pflanzen und dem Göttlichen verstanden – verbunden mit der Einsicht, nicht unfehlbar zu sein», sagt Negri.

Verhüllte Pracht

Lange blieben Demutskonzepte in der Forschung auf das Thema der christlichen Tugend beschränkt. Silvia Negri und ihr Team wollen in ihrem Projekt den Rahmen erweitern und Demutsvorstellungen in einem transkulturellen Kontext, beispielsweise in jüdischen und muslimischen Gemeinschaften, untersuchen. Denn es gibt zwischen den unterschiedlichen Demutspraktiken durchaus Parallelen, etwa im Sozialverhalten oder bei bestimmten Dresscodes. So wurde auch im Nahen Osten darüber nachgedacht, ob Kleidung eine innere Haltung wie Demut sichtbar machen könne und wie sich dabei das Ideal des Verzichts mit der Darstellung der sozialen Stellung vereinbaren liesse.

Demütiges Auftreten konnte in bestimmten Situationen aber auch als unangebracht gelten. So berichtet Negri von florentinischen Diplomaten, die zu Beginn des 15. Jahrhunderts dem Sultan von Kairo kostbare Geschenke überbrachten. Die Florentiner bedeckten ihre wertvollen Truhen vermutlich mit einem schlichten Tuch. Was der Sultan als Affront verstand: Nach seiner Vorstellung hätte es sich geziemt, die Geschenke in ihrer ganzen Pracht öffentlich zur Schau zu stellen.



Prof. Silvia Negri, silvia.negri@hist.uzh.ch

Maskierter Autismus

Lange Zeit galt Autismus als typisch männlich. Nicht zuletzt weil es autistische Mädchen und Frauen oft besser schaffen, sich anzupassen – allerdings meist auf Kosten ihres Wohlbefindens. Dorothea Floris erforscht Unterschiede von autistischen Frauen und Männern.

Text: Ümit Yoker
Bild: Ursula Meisser

Eine autistische Person stellte man sich lange Zeit als jemanden vor, der kaum Kontakt zur Aussenwelt aufnimmt und sich mit Vorliebe in mathematische oder sonst knifflige Probleme vertieft. Mittlerweile geht man davon aus, dass Autismus in ganz unterschiedlichen Ausprägungen und Schweregraden auftritt. Es gibt autistische Menschen, die nie ein unabhängiges Leben führen können. Es gibt aber auch viele, die die Anforderungen des Alltags weitgehend erfüllen, auch wenn das für sie oft mit grossen Anstrengungen verbunden ist. Seit einigen Jahren ist Autismus in den psychiatrischen Klassifikationssystemen als Spektrum definiert – und schliesst etwa auch das früher separat diagnostizierte Asperger-Syndrom ein.

Autistische Menschen nehmen sensorische Reize anders wahr und verarbeiten Informationen anders, als es die sogenannte neurotypische Mehrheit tut, die der gesellschaftlichen Norm entspricht. Für Autist:innen ist vieles zu laut oder zu intensiv, und soziale Regeln, die für andere selbstverständlich sind, ergeben für sie oft wenig Sinn. Zu den typischen Diagnosekriterien gehören denn auch Schwierigkeiten in der Kommunikation und Interaktion, aber auch repetitive Verhaltensmuster und eingeschränkte Interessen. Obwohl es sich bei Au-



Untersucht, wie sich die funktionelle Organisation des Gehirns von autistischen

tismus um eine neurologische Entwicklungsstörung handelt, kann sie bislang nur am Verhalten festgestellt werden. Schätzte man noch in den 1970er-Jahren, dass Autismus nur gerade 1 von 10 000 Personen betrifft, gibt das US-amerikanische Center for Disease Control and Prevention die Häufigkeit heute mit 1 Person von 31 an.

Weiblicher Autismus seltener erkannt

Schon die Gründerväter der Autismus-Forschung, Leo Kanner und Hans Asperger, stellten fest: Autismus tritt bei Jungen deutlich häufiger auf als bei Mädchen. Lange ging man dabei von einem Verhältnis von 4:1 aus. In letzter Zeit wurden jedoch Zweifel an diesen Zahlen laut.



Frauen und Männern unterscheidet: die Neurowissenschaftlerin Dorothea Floris.

«Die meisten Diagnoseinstrumente wurden auf der Grundlage männlicher Stichproben entwickelt und validiert», sagt Dorothea Floris, die sich als Postdoktorandin an der UZH mit geschlechtsspezifischen Unterschieden in der Neurobiologie von Autistinnen und Autisten beschäftigt. Viele autistische Mädchen und Frauen dürften schlicht nicht erkannt worden sein oder erst im Erwachsenenalter oder gar nie eine Diagnose erhalten haben. Das gilt besonders für jene, die über ausgeprägte kognitive und sprachliche Fähigkeiten verfügen und darum weniger auffallen. Auch wird autistischen Mädchen öfter eine falsche Diagnose gestellt, etwa eine Persönlichkeitsstörung. Oder die Diagnose Autismus

wird von sekundären psychischen Erkrankungen wie Depressionen überformt, die häufig mit der Störung einhergehen. Autismus bei Mädchen wird aber auch seltener diagnostiziert, weil es ihnen oft besser gelingt als Jungen, Symptome und Schwierigkeiten zu verbergen. Dieses als Masking oder Camouflaging bezeichnete Verhalten zeitigt jedoch hohe Kosten für ihre Psyche (siehe Kasten Seite 20).

Die Erfahrungsberichte spät diagnostizierter Frauen legen noch einen weiteren Erklärungsansatz nahe: Vielleicht geht Autismus bei manchen Mädchen und Frauen schlicht mit anderen Merkmalen einher als bei Jungen. Das besagt zumindest die Female Phenotype

Theory. Gemäss dieser weisen Autistinnen oft eine höhere soziale Motivation auf als Autisten und entsprechend ein grösseres Bedürfnis nach Zugehörigkeit und sozialer Anerkennung. Sie bemühen sich mehr darum, nicht aufzufallen und sich anzupassen, und schliessen eher Freundschaften. Hinzu kommt, dass ihr Verhalten von anderen eher als Schüchternheit interpretiert wird denn als sozialer Rückzug und sie beispielsweise auf dem Pausenplatz nicht unbedingt bewusst ausgegrenzt, sondern übersehen werden.

Autistische Mädchen scheinen ausserdem nicht so stark wie Jungen eingeschränkte Interessen zu haben und repetitives Handeln zu zeigen. Tun sie es doch, handelt es sich oft um sozial akzeptiertere Verhaltensweisen,

Masking

Anstrengende Anpassung

Dass autistische Mädchen und Frauen oft nicht als solche erkannt werden, liegt auch daran, dass sie ihre Symptome und Schwierigkeiten meist gut tarnen können. «Viele lernen früh, was als angemessenes Sozialverhalten gilt, und sie sind gut darin, es nachzuahmen», sagt die Neurowissenschaftlerin Dorothea Floris, die dazu als Postdoktorandin an der UZH forscht. Sie üben zum Beispiel ein, wie lange man Blickkontakt hält oder über einen Witz lacht. Auch neigen sie eher als autistische Jungen und Männer dazu, für sie wichtige Strategien wie «Stimming» bewusst zu unterdrücken, um nicht als anders wahrgenommen zu werden. Unter Stimming versteht man Verhaltensweisen, die autistischen Menschen helfen, sich im Alltag selbst zu regulieren und Stress abzubauen. Das können repetitive Laute, Bewegungen, Handlungen wie Wippen mit den Beinen oder Trommeln mit den Fingern sein, aber auch Aktivitäten wie beispielsweise Stricken.

Die Gründe für dieses als Masking oder Camouflaging bezeichnete Verhalten lassen sich zum einen in der ausgeprägteren sozialen Motivation vieler autistischer Mädchen und Frauen verorten. Zum anderen dürften auch die geschlechtsspezifische Sozialisation beziehungsweise die gesellschaftlichen Erwartungen an Mädchen und Frauen eine Rolle spielen. Nun könnte man vielleicht meinen, dass Masking eine erfolgreiche Strategie sei, um sich besser in einer Welt zurechtzufinden, die von den Anforderungen der neurotypischen Mehrheit geprägt ist.

Das Gegenteil könnte der Fall sein. Das legt zumindest die Beobachtung nahe, dass Betroffene oft unter psychischen Begleiterkrankungen leiden. «Es ist sehr anstrengend und belastend, den ganzen Tag so zu tun, als ob», sagt Floris. Stress und Erschöpfung, aber auch Angststörungen und Depressionen sind eine häufige Folge und Begleiterscheinung von Autismus. «Das kontinuierliche Verstellen geht mit hohen Kosten für das eigene Wohlbefinden einher.»

die nicht unbedingt als Hinweis auf Autismus gedeutet werden. «Beschäftigt sich ein autistischer Junge vielleicht intensiv mit Wetterberichten, wenden sich Mädchen eher dem Thema Pferde oder bestimmten Menschen oder Geschichten zu», sagt Neurowissenschaftlerin Floris. Und doch: Selbst wenn man diese diagnostischen, kognitiven

«Viele autistische Mädchen und Frauen lernen früh, was als angemessenes Sozialverhalten gilt, und sind gut darin, es nachzuahmen.»

Dorothea Floris, Neurowissenschaftlerin

und gesellschaftlichen Faktoren und Erklärungsansätze berücksichtigt, betrifft Autismus weiterhin häufiger Jungen als Mädchen. «Es dürften also auch biologische Mechanismen eine Rolle spielen», sagt Floris. Das Verhältnis von autistischen Jungen zu Mädchen liege aber vermutlich nicht bei 4:1, sondern eher bei 3:1 oder 2:1.

Flair fürs Systematisieren

Eine der einflussreichsten Theorien in diesem Zusammenhang ist die «Extreme Male Brain Theory» des britischen Autismusforschers Simon Baron-Cohen. Er ist Leiter des Autism Research Center der Universität Cambridge und gehört zu den Pionieren, wenn es darum geht, geschlechtsspezifische Unterschiede von autistischen Menschen zu erforschen. Seine Theorie baut auf den zwei Dimensionen Empathie und Systematisieren auf, also dem Verständnis und Interesse für Muster, Regeln und Systeme. Bei neurotypischen Menschen schwingen Frauen in der Regel bei der Empathie und Männer beim Systematisieren obenauf.

Bei autistischen Personen zeichnet sich dagegen eine andere Tendenz ab: Sowohl weibliche als auch männliche Autisten schneiden bei der Empathie mit tieferen und beim Systematisieren mit höheren Werten ab, als dies der neurotypische Mann tut. «Man könnte also bei beiden von einer Überzeichnung des typisch männlichen Profils sprechen», sagt Floris, die bei Baron-Cohen in Cambridge promoviert hat. Biologische Studien weisen in die gleiche Richtung. Auch Floris selbst hat dazu geforscht und festgestellt, dass bestimmte Merkmale in der Gehirnstruktur von männlichen wie auch weiblichen Autisten denjenigen neurotypischer Männer gleichen.

Die «Extreme Male Brain»-Theorie von Baron-Cohen (übrigens ein Cousin des britischen Komikers und Schau-

spielers Sacha Baron Cohen) steht aber auch immer mal wieder unter Beschuss – nicht zuletzt ihres Namens wegen. Den hält der Autismusforscher heute selbst für eher unglücklich gewählt und irreführend, wie er kürzlich in der britischen Tageszeitung «The Guardian» ausführte. Es liege ihm fern, Geschlechtsstereotype zu befeuern oder die fälschliche Annahme zu stützen, autistische Menschen seien nicht zur Anteilnahme fähig.

Grundlage für präzisere Diagnosen

Floris selbst wird ab dem kommenden Jahr unterstützt mit einem FAN-Fellowship zur Förderung des akademischen Nachwuchses untersuchen, wie sich die funktionelle Organisation des Gehirns von autistischen Frauen und Männern unterscheidet und wie sie sich verknüpfen lässt mit einem übergeordneten Ordnungsprinzip – das von primären Funktionen wie dem Sehen bis hin zu komplexen kognitiven Prozessen reicht. Diese hierarchische Organisation scheint bei Autistinnen und Autisten schwächer ausgeprägt zu sein als bei neurotypischen Menschen, sagt Floris. «Ich möchte herausfinden, welche Rolle dabei das Geschlecht spielt.»

Um die geschlechtsspezifischen Unterschiede gleich auf mehreren Ebenen erforschen zu können, will die Neurowissenschaftlerin die funktionelle Organisation des Gehirns mit neuroanatomischen, genetischen und kognitiven Daten verknüpfen. «Solches Grundlagenwissen lässt sich zwar nicht einfach auf die Symptom- oder Verhaltensebene übersetzen», räumt Floris ein. «Doch vielleicht tragen unsere Erkenntnisse dereinst zur ge-

Nachwuchsförderung

Brillante Köpfe unterstützen

Der Fonds zur Förderung des akademischen Nachwuchses (FAN) der Universität Zürich setzt sich dafür ein, dass herausragende Nachwuchsforschende ihre wissenschaftliche Eigenständigkeit unter Beweis stellen können. Über 200 junge Wissenschaftler:innen wurden vom FAN bereits mit mehr als 14 Millionen Franken unterstützt. Damit stärkt der Fonds die UZH im Wettbewerb um die klügsten Köpfe und investiert in die Wissenschaft von morgen. www.fan4talents.uzh.ch

schlechtsspezifischen Früherkennung von Autismus bei oder sogar zur Entdeckung eines Biomarkers.» Sicher aber dürften sie dabei helfen, das Autismus-Spektrum noch klarer abzubilden und den Weg zu präziseren Diagnosen und individualisierter Unterstützung zu ebnen.



Dr. Dorothea Floris, dorothea.floris@uzh.ch

NEUE SCHULE ZÜRICH
seit 1942

Ziel Matura

Gymnasium | Sekundarschule A
Mittelschulvorbereitung → www.nsz.ch

...von der 1. Sek bis zur Matura
im Hochschulquartier



Weniger Papier. Weniger Chaos.

Mit eBill bezahlst du
Rechnungen digital im
Online-Banking.



Jetzt
einrichten.

eBill



Einmal UZH, immer UZH



Bunt gefächert wie die Forschung und Lehre präsentiert sich auch das Angebot für Alumnae und Alumni der UZH. Ob nach Fach, Interesse oder Region: Für jede und jeden gibt es die passende Alumni-Organisation. Sie bieten Austausch, Weiterbildung und Networking – und halten die Verbindung zur Alma Mater lebendig.

51

Alumni-Organisationen bilden das Netzwerk der grössten Universität der Schweiz. **Welche ist Ihre?**

Dachorganisation

UZH Alumni

Fachorganisationen

Mathematisch-naturwissenschaftliche Fakultät

Geographie Alumni UZH

Science Alumni UZH

Medizinische Fakultät

medAlumni UZH

Philosophische Fakultät

UZH Alumni Applied Ethics

Alumni Applied History

UZH Alumni Art History

UZH Alumni Chinese Studies

UZH Alumni comms&media

Alumni EMAA
(Executive Master in Arts
Administration)

UZH Alumni English Studies

UZH Alumni Erziehungs-
wissenschaft

UZH Alumni GfdSL
(Gesellschaft für deutsche
Sprache und Literatur)

HS-Alumnae:i
(Historisches Seminar)

UZH Alumni Musikwissenschaft

UZH Alumni Politikwissenschaft

psych-alumni

RoSe Alumni
(Romanisches Seminar)

UZH Alumni Slavisches Seminar

UZH Alumni Soziologie

Rechtswissenschaftliche Fakultät

ATILA (International Business Law)

Ius Alumni

Theologische und Religionswissenschaftliche Fakultät

UZH Alumni TRF

Vetsuisse-Fakultät

Alumni Vetsuisse Zürich

Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät

CUREMalumni
(Real Estate Management)

ECON Alumni UZH

EMBA Alumni UZH

Alumni Finance Club

UZH Alumni Informatik

OEC ALUMNI UZH

Fachübergreifende Organisationen

UZH Alumni Entrepreneurs

UZH Alumni Nachhaltigkeit

UZH Alumni VAUZ
(Doktorierende & Postdocs)

UZH Alumni VSUZH
(Studierendenverband & StuRa)

UZH Alumni Wine Chapter

UZH Alumni Women's Chapter

Pensionierten-Vereinigung
(PVUZH)

Internationale Chapter

Berlin, Boston, Hong Kong, Japan,
London, Los Angeles, New York,
San Francisco, Shanghai,
Singapore, Sydney, Taipei,
Vancouver, Washington, D.C.

Jetzt Mitglied werden!



UZH alumni

Schönberggasse 15a | 8001 Zürich
+41 44 634 28 70 | info@uzhalumni.ch
www.uzhalumni.ch



Alumni-Reisen 2027

Bereisen Sie spannende Destinationen mit dem Alumni-Netzwerk. Unsere Reiseleiter mit Verbindung zur UZH bieten einzigartige Einblicke und besondere Begegnungen.

Sizilien

Insel am Kreuzweg der Geschichte

15.05. bis 24.05.2027 | Ab CHF 3770.–

Die grösste Insel des Mittelmeers, am Kreuzweg zwischen Europa, Afrika und Orient, war ein Kampfplatz der Kulturen. Am Fusse des Ätna gründeten Griechen blühende Städte und kämpften gegen die Punier. Es folgten fast sieben Jahrhunderte römischer Herrschaft sowie Vandalen, Byzantiner, Araber, Normannen, Stauffer und weitere Dynastien. Sizilien inspirierte Geschichten von den Irrfahrten des Odysseus bis zu den farbenprächtig verfilmten Klassikern «Il Gattopardo» und «Der Pate».



Reiseleitung: Prof. em. Dr. Christian Marek studierte Klassische Philologie, Philosophie und Geschichte und lehrte über 20 Jahre lang Alte Geschichte an der Universität Zürich.

Andalusien / Marokko

Der Seufzer des Mauren

06.09. bis 20.09.2027 | Ab CHF 6680.–

Leitmotiv unserer Reise bildet zunächst das muslimische Erbe Andalusiens, das in ikonischen Bauten wie der Alhambra erhalten geblieben ist. Dann folgen wir den «Mauren», die im 15. Jahrhundert im Zuge der «Reconquista» von der Iberischen Halbinsel vertrieben wurden, über die Strasse von Gibraltar nach Marokko, wo sich viele von ihnen niederliessen. Wie ihr Erbe nachwirkt, betrachten wir stets im Kontext der Kultur und Geschichte der heutigen Staaten Spanien und Marokko.



Reiseleitung: Dr. Urs Gösken studierte Islamwissenschaft und Altphilologie. Durch mehrjährige Aufenthalte in verschiedenen Ländern der islamischen Welt vermittelt er tiefe Einblicke in deren Geschichte und Kultur.

China

Reich der Kaiser

08.11. bis 22.11.2027 | Ab CHF 6030.–

Diese Reise führt zu bedeutenden Schauplätzen der chinesischen Geschichte: von der alten Kaiserstadt Xi'an über das revolutionäre Yan'an bis zum Gelben Huangshan-Gebirge. Wir entdecken Zeugnisse des ersten Kaiserreichs und erkunden mit den UNESCO-Dörfern Xidi und Hongcun sowie den Gärten Suzhous bedeutende Kulturlandschaften Chinas. Den Abschluss bildet Shanghai – eine pulsernde Metropole, in der Tradition und Moderne eindrucksvoll aufeinandertreffen.



Reiseleitung: Dr. Hans Jakob Roth ist ehemaliger Schweizer Botschafter und ausgewiesener Asienkenner. Seine diplomatische Laufbahn führte ihn nach Tokio, Beijing, Shanghai und Hongkong.

Patagonien

Gletscher, Fjorde und Feuerland

15.01. bis 01.02.2028 | Ab CHF 15 050.–

Vom Atlantik zum Pazifik und über die Anden erstreckt sich Patagoniens grandiose Landschaft an der Spitze Südamerikas. Seit Jahrhunderten wecken Landschaft und Menschen dieser Gegend das Interesse von Forschern, Abenteurern und Entdeckern. Auf der Reise stellen wir deren Eindrücke unseren eigenen gegenüber. Mit historischem und naturhistorischem Blick reisen wir vom quirligen Buenos Aires in die stillen Weiten des Perito-Moreno-Gletschers, des Nationalparks Torres del Paine und Feuerlands.



Reiseleitung: Dr. Pablo Diener ist in Chile geboren und studierte Kunstgeschichte in Zürich. Seine Liebe zur ibero-amerikanischen Kultur und seine Lebenserfahrung in Lateinamerika lassen uns die «Neue Welt» neu entdecken.

Detailprogramm und Kontakt:
uzhalumni.ch/page/alumnireisen
 rhz Reisehochschule Zürich
info@rhzreisen.ch
 Tel. +41 (0)56 221 68 00



Den Menschen verstehen

Was Grundlagenforschung leistet

Die Frage, was der Mensch ist, treibt die Wissenschaft um, seit es sie gibt. Im Dossier geben Forschende der UZH darauf Antworten – aus ganz verschiedenen Perspektiven, von der Theologie über die Immunologie und die Sprachwissenschaft bis zur Anthropologie. Mit ihrer Grundlagenforschung tragen diese Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler dazu bei, dass wir den Menschen und die Welt besser verstehen.

Der Zürcher Fotograf Dan Cermak hat für die Bildstrecke verspielte Porträts der UZH-Forschenden realisiert.

- 26 — Was Gott über uns verrät
- 29 — Warum Soldaten töten
- 33 — Die Biologie unserer Gedanken
- 36 — Wie Wörter Welten schaffen
- 39 — Putzequipe im Blut
- 42 — Elefanten bauen keine Flugzeuge
- 46 — «Dinge neu denken»





Was Gott über uns verrät

Wer den Menschen verstehen will, muss die Geschichten kennen, die ihn geprägt haben, ist Theologe Konrad Schmid überzeugt. Und wenige Geschichten sind wirkmächtiger als die der Bibel.

Text: Barbara Simpson

Wenn ich Sie jetzt fragen würde: «Wer sind Sie?», wie würden Sie antworten?» Konrad Schmid sitzt an einem schwül-heissen Julitag in einer kühleren Ecke des Kreuzgangs beim Grossmünster. Während ich noch überlege, welche Eckdaten ich für eine oberflächliche Antwort nennen müsste – Alter, Beruf, Nationalität –, fügt er schon hinzu: «Daten wie Körpergrösse, Haarfarbe, Augenfarbe, Geburtsdatum und -ort würden fast nichts über Sie sagen.» Schmid ist Professor für Alttestamentliche Wissenschaft und Frühjüdische Religionsgeschichte an der Universität Zürich. Wenn man eine Person wirklich verstehen wolle, sagt er, müsse man erzählen: prägende Erfahrungen, Stationen im Leben, aber auch Brüche: «Genauso ist es nicht nur für das Individuum, sondern auch für die ganze Spezies Mensch.» Dass wir beispielsweise bestimmte Dinge für gerecht halten und andere für ungerecht, habe mit unserer Geschichte zu tun.

Ich will ausloten, welchen Beitrag die Theologie zum Verständnis des Menschen leisten kann. Schmid's Haltung ist klar: In den frühen Texten des Alten Testaments sucht er nach den Wurzeln unserer heutigen Denkkategorien und ethischen Muster. «Um zu verstehen, wer wir sind, müssen wir unsere Geschichte und vor allem auch unsere Kulturgeschichte kennen» – die eben nicht nur in der klassischen griechischen Antike gründet, sondern vor allem auch in den Hochkulturen des fruchtbaren Halbmonds von Ägypten bis Mesopotamien. Das ist das Umfeld, in dem die Bibel entstanden ist.

Gewachsene Texte

Als Spezialist für alttestamentliche Schriften forscht Schmid an den Grundlagen unserer Kulturgeschichte. Er untersucht, wie Texte entstanden sind, welche vorherrschenden Ideen sie aufnehmen und weiterspinnen, auf welche historischen Ereignisse sie verweisen und wie sie neu gedeutet werden können. Dabei bezieht er auch archäologische oder anthropologische Erkenntnisse ein. Viele biblische Bücher sind gewachsene Texte, erklärt er: «Die Bibel besteht aus verschiedenen Dokumenten, die über gut tausend Jahre hinweg an bestimmten Orten, zu bestimmten Zeiten von bestimmten Menschen geschrieben worden sind.» Damit gleiche sie eher einer Bibliothek als einem Buch: einer stilistisch vielseitigen Sammlung von Erzählungen, Gesetzestexten, Psalmen, Prophetenworten und Weisheitssprüchen.

Heilige Schrift hin oder her, Schmid untersucht die Bibel nicht als Wort Gottes, sondern als das erfolgreichste Buch der Menschheitsgeschichte. Gerade als menschliches Zeugnis ist sie wissenschaftlich hochinteressant; ihre Wirkung reicht weit über Kirche und Religion hinaus. «Egal, ob Sie in die Kirche gehen oder nicht, Sie sind geprägt von der Weltsicht der Bibel, von den geistigen Entwicklungen, die darin dokumentiert sind und die sie angestossen hat», erklärt mir Schmid, während eine Gruppe von Tourist:innen durch den Kreuzgang geführt wird und unser Gespräch kurz unterbricht. Ohne den Faden zu verlieren, fügt Schmid hinzu: «Und eine der folgenreichsten Denkbewegungen ist die Entstehung des Monotheismus.»

Weltreligion aus der Randzone

Das sei eine der spannendsten Fragen seines Forschungsgebiets: Wie kam ein kleiner Staat, eingeklemmt zwischen den damaligen Weltreichen, dazu, die Vorstellung eines einzigen Gottes zu entwickeln? Um diese Frage zu beantworten, müsse man die gewohnte Perspektive umkehren, sagt Schmid. Heute erscheint uns die Region als kulturelles Zentrum, weil die Bibel so wirkmächtig wurde. Ihr Entstehungsort lag im ersten Jahrtausend v. Chr. jedoch in einer Randzone. «Ägypten und Mesopotamien sind viel ältere Hochkulturen, die bis ins vierte, dritte Jahrtausend v. Chr. zurückgehen. Der Kleinstaat Israel betritt erst etwa um 1000 v. Chr. überhaupt die Bühne.» Israel sei «nicht nur politisch, militärisch, ökonomisch, sondern eben auch kultur- und geistesgeschichtlich ein Spielball zwischen den altorientalischen Mächten» gewesen.

In dieser Welt hatte jedes Land seine Gottheiten. Grössere Staaten verfügten über komplexe göttliche Ordnungen – so das ägyptische Glaubenssystem, das neben den ungefähr zwanzig Hauptgottheiten viele Hundert Nebengötter und -göttinnen kannte. Kleinstaaten hingegen hatten oft nur eine lokale Gottheit. Schmid nennt dafür eine anthropologische Grundregel: Menschen stellen sich in der Regel die göttliche Sphäre in Analogie zu ihrer eigenen Organisationsform vor. Der Gott Israels und Judas hiess Jahwe. Schon dass dieser Gott einen Namen hatte, verweist für Schmid auf ein polytheistisches Umfeld. Ein Gott braucht nur dann einen Namen, wenn auch andere Götter denkbar sind. Wenn es nur einen gibt, reicht «Gott». Dass aus dieser lokalen Gottheit der eine Gott wurde, der auf der ganzen Welt anerkannt wird, erklärt Schmid überraschend aus der politischen

Geschichte des Vorderen Orients. «Geistesgeschichtlich gesehen ist Monotheismus eine politische Kategorie.» Die Vorstellung eines Gottes, der alles beherrscht, setze die Erfahrung eines weltweiten Imperiums voraus.

Gegen die imperiale Besatzung

Diese Erfahrung machten die Kleinstaaten Israel und Juda im 8. Jh. v. Chr. unter dem Druck der assyrischen und später der babylonischen Grossmacht. Üblicherweise bedeutete die Eroberung eines kleinen Staates auch das Ende seiner Gottheit: Wenn ein Volk unterlag, schien auch sein Gott zu schwach. In Israel und Juda setzte um diese Zeit jedoch ein anderes Narrativ ein. Die Niederlage wurde als Teil eines grösseren göttlichen Handelns verstanden. Jahwe habe, so die Deutung, die imperialen Grossmächte als Instrumente genutzt, etwa um Israel zu bestrafen oder um die Geschichte zu lenken. So wurde der eigene Gott mächtiger statt schwächer – zuständig für alles, was geschieht. In diesem Sinn lässt sich die monotheistische Zuspitzung im Deuteronomium – «Höre, Israel, der Herr ist unser Gott, der Herr allein» – als eine intellektuelle Gegenbewegung zur Besatzungserfahrung lesen, argumentiert Schmid: Loyalität galt nicht dem assyrischen Herrscher oder dem assyrischen Hauptgott Assur, sondern dem eigenen Gott Jahwe allein.

Eine Reaktion auf die politischen Verhältnisse lässt sich auch an anderer Stelle nachweisen, in Denkfiguren, die erstaunlich egalitär wirken, sagt Schmid, «besonders die Vorstellung der Gottebenbildlichkeit». Lebhaft erzählt

bild bedeute im Hebräischen aber nicht «Abbild», sondern «Statue», «die die Präsenz des Dargestellten symbolisieren sollte», erzählt Schmid. Der Mensch sieht also nicht aus wie Gott, sondern steht für dessen Präsenz und Funktion in der Schöpfung. Von diesem Diktum der Genesis bis zur amerikanischen Unabhängigkeitserklärung («We hold these truths to be self-evident, that all men are created equal...») sei es natürlich ein weiter Weg, auf dem die griechische Philosophie, die Reformation oder die Aufklärung den Gleichheitsgedanken immer weiter geformt haben, gibt der Bibelforscher zu bedenken. «Aber Wege müssen irgendwo beginnen, und es ist hilfreich zu wissen, wo sich diese Anfänge befinden und wer sie warum gepflastert hat.»

Geschichten, die uns prägen

Was sagt dieser eine Gott nun über die Menschen aus, die ihn erdachten? Gemäss Schmid markiert der Monotheismus eine grundlegende Veränderung: «Hier kommt eine Sicht des Menschen auf, die auch im 21. Jahrhundert noch ihre absolute Aktualität hat – dass dieser Mensch, der dem einen Gott gegenübersteht, ein begrenztes Wesen ist.» Der Mensch wird verstanden als «Geschöpf und nicht selbst Schöpfer». Er ist eingebettet in eine Wirklichkeit, die über ihn hinausgeht. In der Bibel werden damit Formen des Nachdenkens darüber entwickelt, wie Menschen mit dem umgehen, was sie nicht kontrollieren können: mit Zufall, Endlichkeit und dem Unverfügbaren.

Der Erkenntnisgewinn von Schmid's Forschung liegt darin, solche Vorstellungen auf ihre historischen

«Egal, ob Sie in die Kirche gehen oder nicht, Sie sind geprägt von der Weltsicht der Bibel, von den geistigen Entwicklungen, die sie angestossen hat.»

Konrad Schmid, Theologe

er von seiner semantischen Spurensuche im biblischen Text der Genesis, die ihn zu den tiefsten Wurzeln der Gleichheitsvorstellungen in der antiken Welt geführt hat. Im altorientalischen Kontext galt der König als Bild Gottes. In Genesis 1 wird diese Würde jedoch auf den Menschen als solchen ausgeweitet: «Und Gott schuf den Menschen als sein Bild, als Bild Gottes schuf er ihn; als Mann und Frau schuf er sie.» Gott überträgt ihnen auch die Herrschaft über die Schöpfung.

Die revolutionäre Pointe dieser wohlbekannten Zeilen werde heute kaum mehr wahrgenommen, so Schmid. Das Buch Genesis entstand in einer Zeit, in der Israel und Juda kein eigenes Königtum mehr kannten, und genau dann wird eine bemerkenswerte Verschiebung festgeschrieben: Nicht mehr der König ist gottgleich oder Stellvertreter Gottes – denn das wären in der zeitgenössischen Erfahrung die assyrischen oder babylonischen Könige gewesen –, sondern das Privileg der Ebenbildlichkeit wird nun allen Menschen zugesprochen. Eben-

Entstehungsbedingungen zurückzuführen. Die Texte des Alten Testaments reagieren auf Konflikte, Krisen und den Austausch mit den grossen Nachbarkulturen. Sie zeigen, wie prägende Konzepte wie der Monotheismus in Situationen entwickelt wurden, in denen Menschen erklären mussten, was ihnen widerfuhr: Niederlage, Fremdherrschaft, Verlust von Sicherheit. Dass daraus keine unmittelbar verwertbaren Resultate entstehen, ist für Schmid kein Mangel. «Universitäten zeichnen sich dadurch aus, dass sie interessenfreie Forschung machen.» Ihr Wert zeige sich in Erkenntnissen, «die vielleicht erst später relevant werden».

Schon heute relevant ist jedenfalls Schmid's wissenschaftliche Haltung, weil sie einer erstarkten fundamentalistischen Bibelauslegung entgegensteht, die vor allem in den USA erheblichen politischen Einfluss gewonnen hat. Diese evangelikalen Strömungen gehen von der Bibel als einem wörtlich zu nehmenden, fest gemauerten Fundament aus. Schmid hingegen beschreibt



in seiner neugierigen und interdisziplinären Annäherung an die alten biblischen Texte eher eine Art Nährboden, in dem manche unserer zentralen Denkkategorien verwurzelt sind. Das ist ideengeschichtlich überraschend – und mit Blick über den Atlantik durchaus auch politisch bedeutsam.

Die Theologie kreist für Schmid um grundlegende Fragen, die Menschen seit Jahrtausenden beschäftigen: «Wo wollen wir eigentlich hin? Wo kommen wir her? Was ist wichtig im Leben?» Er ist überzeugt, dass die alttestamentlichen Texte «Gedanken enthalten, die es wert sind, ihnen auch heute noch nachzugehen». Wenn wir uns also nochmals die Frage stellen: «Wer sind wir?»,

dann steckt zumindest ein Teil der Antwort genau in den alttestamentlichen Geschichten, die Konrad Schmid auf seiner Spurensuche findet. Wir verlassen die schattige Kühle des Kreuzgangs. An diesem «Kraftort der Reformation», wie er sagt, wo die neue Deutung biblischer Texte schon einmal historische Wirkung entfaltet hat, klingt dieser Gedanke gar nicht mal so abstrakt.



Prof. Konrad Schmid, konrad.schmid@theol.uzh.ch

DOSSIER — Den Menschen verstehen

Warum Soldaten töten

Welche Kriege sind «gerecht»? Wer darf aus moralischer Sicht töten? Diese Fragen beschäftigen die Philosophie seit Jahrzehnten. Philosophin Regina Surber hält sie für veraltet. Sie fragt sich: Darf man Menschen zu Kämpfern machen?

Text: Andres Eberhard

Im Jahr 1753 liess Friedrich der Grosse ein geheimes Buch drucken: «Die General-Principia vom Kriege». Der preussische König erwartete einen weiteren Krieg gegen Österreich um die Provinz Schlesien. Und da hielt er es für angebracht, seine Generäle über den richtigen Umgang mit den Truppen zu unterrichten. Er war überzeugt, dass einerseits Disziplin und andererseits das Wohlergehen der Soldaten über Sieg und Niederlage entscheiden. Wichtig war ihm unter anderem ihre stete Versorgung mit Bier und Schnaps. «Wenn man eine Expedition unternehmen will, so muss das Commissariat auf den Grentzen dahin gnugsames Bier brauen und Brandtwein brennen lassen», schrieb er. Und: «Sobald die Armée in den Feindes Lande ist, muss man sich sofort aller Brau- und Brandtwein-Brennereyen, so sich zunechst der Armée finden, bemächtigen.» Der Alkohol sollte den Mut, die Kampfmoral sowie den Zusammenhalt in der Gruppe stärken. Ausserdem half er, mit Stress, Erschöpfung und Langeweile umzugehen. Praktisch war er aus einem weiteren Grund: Er machte es einfacher zu töten.

Töten im Krieg ist kein Instinkt

Regina Surber ist Philosophin, Kriegs- und Friedensethikerin und Postdoktorandin an der UZH. Sie fragt sich: Darf man das? Mit ihrer Forschung hat sie zwar nicht Rauschmittel im Visier, sondern militärisches Training, das Soldaten zum Töten befähigt. Doch im Grundsatz betrifft es dieselbe moralische Frage: Ist es erlaubt, Menschen in einen Zustand zu bringen, in dem sie keine Hemmungen mehr haben, andere zu töten? Seit ungefähr

14 000 Jahren führen die Menschen organisierten Krieg. Das ist eine relativ kurze Zeit in der Menschheitsgeschichte. Zum Vergleich: Den Homo sapiens gibt es seit 300 000, seine Urvorfahren sogar schon seit drei Millionen Jahren. Dank der Archäologie, der Anthropologie und der Evolutionsbiologie wissen wir, dass die Sesshaftigkeit und mit ihr die Entstehung von Eigentum und sozialen Hierarchien zu den Haupttreibern von organisierter Kriegsgewalt gehörten. Schliesslich zeigt die Neurobiologie: Wenn Menschen, die nicht neurologisch krank sind, Gewalt anwenden, werden dieselben Hirnregionen gebraucht, die auch bei Angst, Ekel oder Scham aktiv sind. Gewalt ist demnach kein Instinkt wie Essen oder Fortpflanzung – nichts, was Freude macht. Sie ist immer eine Reaktion auf eine gefühlte oder wahrgenommene Bedrohung.

Wir haben den Krieg also nicht in unserem Blut. Der amerikanische Militärgeschichtler S. L. A. Marshall sprach nach dem Zweiten Weltkrieg mit Tausenden Soldaten aus rund 400 Infanteriekompanien der amerikanischen Armee. Seine erstaunliche Erkenntnis: Weniger als 25 Prozent der Soldaten hatten tatsächlich auf ihre Gegner geschossen – der Rest feuerte entweder nicht oder schoss bewusst daneben. Bekannt sind auch die Experimente des amerikanischen Psychologen Stanley Milgram, der Versuchsteilnehmer:innen dazu aufforderte, Schülern elektrische Schläge zu versetzen, wenn diese Fehler machten. Was diese nicht wussten: Sowohl Versuchsleiter als auch Schüler waren Schauspieler. Erstaunlicherweise brachen die wenigsten Probanden das Experiment ab, selbst wenn die Stromschläge immer stärker wurden und die Schüler um Abbruch des Experiments baten.

Milgram folgerte daraus, dass die meisten Menschen unter bestimmten Bedingungen bereit sind, schwere Gewalt anzuwenden, weil sie geneigt sind, einer Autorität statt ihrem Gewissen zu folgen. «Spannend und wenig zitiert ist hingegen», sagt Surber, «dass die Menschen keine Elektroschocks zufügten, wenn der Versuchsleiter sie nicht dazu anwies oder wenn neben dem zur Gewalt anspornenden Leiter einer stand, der den Teilnehmenden sagte, sie müssten dies nicht tun.» Nur schon wenn der Versuchsleiter den Raum verliess oder die Menschen sich im selben Raum wie ihre «Opfer» befanden, wendete fast niemand mehr Gewalt an.

Auch wenn manche dieser Experimente aus den 1940er- und 1950er-Jahren später wegen ihrer Methodik angezweifelt wurden, so herrscht heute in der Wissenschaft doch Einigkeit darüber, dass Menschen eine na-

nings sind aber auch in zahlreichen Studien beschrieben. Zum körperlichen Drill gehört das Schiessen auf menschenähnliche Ziele, die umfallen, wenn sie getroffen werden, sowie Kämpfe in detailgetreuen Modellstädten und Trainings mit Computersimulationen.

Mit unzähligen Wiederholungen soll das Töten zur Routine gemacht werden. Ebenso wichtig wie diese physische Konditionierung sei die mentale: Indem die Soldaten möglichst davon überzeugt würden, dass das Töten gegnerischer Soldaten nicht per se falsch sei, sondern dass es im Kampf auf Aggression, Eroberung und Vorherrschaft ankomme, werde versucht, die eigene moralische Urteilsfähigkeit der Männer einzuschränken oder zu umgehen, so Surber. Surber kommt in ihren Arbeiten deshalb zum Schluss, dass militärische Konditionierung möglicherweise die Menschenwürde der Soldaten ver-

«Erst Kampftrainings befähigen Soldaten, wiederholt und systematisch zu töten.»

Regina Surber, Philosophin

türliche Hemmung haben, Gewalt anzuwenden. Indirekt bewiesen haben das auch die Armeen selbst. Belegt ist, dass das US-Militär auf Basis solcher Studienergebnisse seine Ausbildung anpasste. «Nach dem Zweiten Weltkrieg fing die amerikanische Armee damit an, Soldaten auf eine besondere Art zu trainieren, um die Schiessmomente zu erhöhen», sagt Surber. Damit hatte sie Erfolg. Im Vietnamkrieg schossen gemäss einer Studie 95 Prozent der amerikanischen Soldaten auf andere Menschen – also rund 70 Prozent mehr als noch im Zweiten Weltkrieg.

«Dass sich durch die Trainings ein derart deutlicher direkter Effekt zeigte, scheint zu bekräftigen, wie stark die natürlichen Hemmungen tatsächlich sind», so die Philosophin, die für ihre Arbeiten auf viele Erkenntnisse anderer Disziplinen zurückgreift – Archäologie, Evolutionsbiologie, Neurobiologie und Kriegsgeschichte – und diese vorgängig von Fachleuten validieren lässt.

Auf menschenähnliche Ziele schiessen

Für das Gespräch hat Surber den Garten des Ethikzentrums der UZH im Zürcher Seefeld vorgeschlagen, wo sie arbeitet. Ihre Teetasse hat sie auf den kleinen Steintisch gestellt, selber setzt sie sich auf die Kante einer hüfthohen Mauer. Immer wieder macht sie lange Pausen, um nachzudenken. Wenn sie dann spricht, kommt sie gleich auf den Punkt. «Diese Kampftrainings, die ich in Anlehnung an andere Forscher mentale und physische Konditionierung nenne, befähigen Soldaten, wiederholt und systematisch zu töten», sagt sie. Es ist eine ihrer Hauptbeobachtungen, die sie in mehreren ihrer Arbeiten ausführt. «Das führt für mich zur Frage, ob sie moralisch zu rechtfertigen sind.» Um mehr über die Methoden dieser Trainings herauszufinden, hat sich Surber unter anderem während eines ihrer Aufenthalte in Oxford mit einem ehemaligen Offizier der US Army unterhalten. Die Trai-

letzt – und sie schlägt vor, solche Kampftrainings im internationalen Völkerrecht zu verbieten.

Im Gespräch im lauschigen Garten führt Regina Surber aus, warum sie mit ihren Schlussfolgerungen bei manchen Grössen ihres Fachs aneckt. «Ich habe festgestellt, dass populäre Theorien der Kriegsethik von einem eher realitätsfremden Bild des Kriegs und der Menschen ausgehen. Wenn ich behaupte, dass alle Elefanten fünf Beine haben und dann etwas über diese Elefanten aussage, dann bringt uns das nicht viel. Weil es eben nur für alle Elefanten mit fünf Beinen gilt.»

Kann Krieg gerecht sein?

Worum geht es? Die Philosophie beschäftigt sich seit Jahrhunderten mit dem Krieg. Zwar kann die Philosophie die Frage nicht direkt beantworten, warum es Krieg gibt. Denn es ist eine Frage nach den Ursachen von empirischen Tatsachen. Dafür sind andere Disziplinen da. «Aber die Philosophie kann helfen, über Dinge nachzudenken», so Surber. Noch heute stehe in ihrem Fachgebiet grosso modo dieselbe Frage im Zentrum wie im Mittelalter: Wann ist Krieg gerecht?

Wenn es um konkrete Kriege geht wie den Ukraine- oder den Irankrieg, halten sich manche Philosophen bewusst zurück. Auch Surber, die sagt: «Allein um zu beurteilen, was die gerechte Strafe für einen Mord ist, braucht die Justiz oft mehrere Jahre. Da kann man von der Philosophie nicht erwarten, mir nichts dir nichts zu klären, ob man 10 000 Menschen töten darf.» In der Theorie aber hält das Fach eine Antwort bereit. Die Philosophie nennt sieben Voraussetzungen, die gegeben sein müssen, damit ein Krieg gerecht ist. Einige davon: Es braucht einen gerechten Kriegsgrund wie einen aggressiven Überfall oder einen Völkermord. Der Krieg darf nur als letztes Mittel eingesetzt werden. Es braucht eine

realistische Chance, dass das Ziel erreicht werden kann. Das verursachte Leid darf nicht schwerwiegender sein als das beseitigte Unrecht. Allerdings lassen die Formulierungen viel Spielraum für unterschiedliche Deutungen. Surber sagt denn auch: «Der einzige Krieg, bei dem sich die meisten Kriegsethiker einig sind, dass alle Kriterien zutreffen, dass es also ein gerechter Krieg war, war jener gegen Hitler.» Die Philosophie müsse sich also die Frage stellen, ob es so etwas wie einen gerechten Krieg in der Praxis überhaupt geben könne. «Oder ob das letzten Endes nur in der Theorie funktionieren kann.»

Thematisiert wird auch die moralische Verantwortung der Soldaten. Seit den 1990er-Jahren sind in der Philosophie sogenannte revisionistische Theorien des gerechten Kriegs populär. Diese sehen Soldaten als rational handelnde Menschen an. Ein Recht zum Töten haben für solche Theoretiker nur Soldaten, die im gerechten Krieg kämpfen – also im paradigmatischen Fall der verteidigenden Partei angehören. «Damit wäre in der Realität jeder russische Soldat ein Mörder. Ich halte das für eine zu steile Aussage», sagt Surber. Denn: «Man muss sich die Frage stellen, ob jeder Soldat beurteilen kann, ob sein Krieg gerecht ist oder nicht, insbesondere deshalb, weil er im Training konditioniert wird, das Erstere zu denken.» Die Handlungen der Soldaten könnten nicht direkt verglichen werden mit der Gewalt, die Zivilpersonen etwa in Notwehrsituationen anwendeten. Mit ihren Arbeiten möchte Surber die Philosophie wieder etwas näher an die Realität heranbringen. «Wir müssen sehr genau, neutral und ehrlich beobachten, ehe

wir moralische Urteile über viele andere Menschen fällen», sagt sie. In einem aktuellen Aufsatz lotet sie aus, inwiefern den Soldaten überhaupt Absicht unterstellt werden kann, wenn sie töten.

Dies hat sie auf einen übergeordneten Gedanken gebracht, der sie nicht mehr loslässt: «Ich glaube, Absicht oder absichtliches Handeln hat letztlich viel mit unserer Denkfähigkeit zu tun. Das heisst, man könnte, wie es einige Philosophen tun, sagen, wir handeln aus Gründen. Ich glaube, dass sich diese Fähigkeit zum Reflektieren mit der Anwendung von Gewalt beisst.» Diese These möchte Surber gerne in einem Buchprojekt bearbeiten. Solche moralischen Fragen stellte sich Friedrich der Grosse von Preussen vermutlich nicht, als er mit seinen Truppen im Jahr 1756 – drei Jahre nachdem er seine Generäle mit einem geheimen Buch über den richtigen Umgang mit den Soldaten unterrichtet hatte – im Kurfürstentum Sachsen einmarschierte. Er löste damit den Siebenjährigen Krieg gegen die Grossmächte Österreich, Russland und Frankreich aus. Der einstige Provinzstaat Preussen ging daraus als europäische Grossmacht hervor. Ob das damit zu tun hatte, dass Friedrich seinen Männern Bier und Schnaps in rauen Mengen bereitstellte, ist nicht belegt.



Dr. Regina Surber, regina.surber@uzh.ch

Landesmuseum Zürich. SCHWEIZERI
SCHES NATIONALMUSEUM. MUSÉE
NATIONAL SUISSE. MUSEO NAZION
ALE SVIZZERO. MUSEUM NAZIUNA
L SVIZZER.

**WIR
UND DER
KRIEG**



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Département fédéral de l'intérieur DFI
Dipartimento federale dell'Interno DFI

17.4.26-17.1.27



Die Biologie unserer Gedanken

Dank stetig verbesserter Untersuchungsmethoden wissen wir immer mehr darüber, wie unser Gehirn funktioniert. Doch wie daraus Bewusstsein entsteht, bleibt ein grosses Rätsel, sagen die Neurobiologin Esther Stoeckli und der Hirnforscher Fritjof Helmchen.

Text: Roger Nickl

Unser Gehirn ist ein Wunderwerk der Evolution. Es steuert unseren Körper und unsere Wahrnehmung. Und es ermöglicht unsere Gedanken – etwa den, das Gehirn sei ein Wunderwerk der Evolution. Und: «Das Gehirn sind ja wir», sagt Neurobiologin Esther Stoeckli, «es bestimmt, wer wir sind – unser Bewusstsein und unser Ich.» Möglich macht dies das Zusammenspiel von 86 Milliarden Nervenzellen (Neuronen) in unserem Kopf. Wie die neuronalen Schaltkreise im Gehirn entstehen und wie diese zellulären Netzwerke Verhalten und Lernen ermöglichen, erforscht Esther Stoeckli zusammen mit dem Hirnforscher Fritjof Helmchen und vielen weiteren UZH-Forschungsgruppen am Universitären Forschungsschwerpunkt «Plastische Hirnnetzwerke für Entwicklung und Lernen».

Was neuronale Netzwerke zu leisten vermögen, ist erstaunlich. «Für das Gehirn gilt viel mehr als für andere Organe in unserem Körper, dass es mehr ist als die Summe seiner Einzelteile», sagen Stoeckli und Helmchen. In einem Muskel beispielsweise macht jede Zelle mehr oder weniger dasselbe: Sie verkürzt sich und bewegt so ein Bein oder einen Arm. Beim Gehirn ist das ganz

Umwelt ändern sich die neuronalen Netzwerke ständig und passen sich in ihrer Dynamik an.» Diese Flexibilität und Komplexität unsers Denkkorgans ist auch der Grund dafür, dass es so schwierig ist, ihm seine Geheimnisse zu entlocken. Deshalb blieb auch das 2013 gross lancierte und bis 2023 laufende Human Brain Project der EU weit hinter den Erwartungen zurück. Es hatte sich kein geringeres Ziel gesetzt, als das gesamte menschliche Gehirn in einer Simulation nachzubilden. «Dieses Ziel war viel zu weit gesteckt, das war gar nicht zu schaffen», sagt Hirnforscher Helmchen, «wir sind heute noch immer weit davon entfernt, auch nur die Gehirnaktivität von kleinen Tieren zu simulieren, geschweige denn von Menschen.» Gelungen ist es der Wissenschaft inzwischen allerdings, das Netzwerk aller Neuronen mit allen ihren Verbindungen, das sogenannte Konnektom, für das Gehirn der Fruchtfliege zu rekonstruieren.

Kommunizierende Zellen

Auch wenn nicht alle Erwartungen erfüllt worden sind, haben die Neurowissenschaften grosse Fortschritte gemacht und verstehen immer besser, wie unser Gehirn funktioniert. Eingeläutet wurde die moderne Hirnforschung vor rund 150 Jahren von Forschern wie dem spa-

«Das Gehirn bestimmt, wer wir sind – unser Bewusstsein und unser Ich.»

Esther Stoeckli, Neurobiologin

anders. «Wenn ich von hundert Zellen jede einzelne unter die Lupe nehmen und verstehen würde, was sie macht, hätte ich keine Ahnung davon, was das Gehirn macht», sagt Esther Stoeckli, «erst das Zusammenspiel vieler Neuronen führt zu einer Gehirnfunktion.»

Und dieses Zusammenspiel – und damit auch die Funktionen der beteiligten Nervenzellen – verändern sich laufend. «Unser Gehirn ist extrem dynamisch und multidimensional, das ist unglaublich faszinierend», sagt Hirnforscher Fritjof Helmchen, «im Austausch mit der

nischen Arzt und Anatomen Santiago Ramón y Cajal und seinem italienischen Kollegen Camillo Golgi. Mit einer von Golgi entwickelten Methode gelang es Ramón y Cajal, sowohl einzelne Zellen als auch ganze Zellverbände einzufärben und sichtbar zu machen. Er konnte so zeigen, dass das Gehirn aus Nervenzellen zusammengesetzt ist, die miteinander kommunizieren. «Das war ein erster grosser Schritt», sagt Fritjof Helmchen. Für ihre bahnbrechenden Erkenntnisse wurden Ramón y Cajal und Golgi 1906 mit dem «Nobelpreis für Physiologie oder

Medizin» ausgezeichnet. Seither wurden die Bildgebungsverfahren in der Hirnforschung revolutioniert. Heutige Technologien erlauben es, Hirnnetzwerke dreidimensional und dynamisch zu untersuchen – und sie ermöglichen es, dem Gehirn bei der Arbeit zuzuschauen. «Ohne bildgebende Verfahren ist keine Hirnforschung möglich», sagt Esther Stoeckli. Ebenso wenig funktioniert sie ohne Tierversuche. Denn um das Gehirn besser zu verstehen, muss es in seiner ganzen Komplexität untersucht werden. Das geht nicht in der Kulturschale im Labor und eben auch nicht mithilfe von Computersimulationen.

Geht es um die Weiterentwicklung von bildgebenden Verfahren für die Hirnforschung, gehören Fritjof Helmchen und seine Mitarbeitenden zu den weltweit führenden Forschungsgruppen. Entwickelt haben sie etwa das Lichtscheibenmikroskop «mesoSPIM», mit

Jahren in die Neurobiologie getrieben», sagt sie heute, «denn wer die Software unseres Hirns begreifen will, muss zuerst die Hardware verstehen.» In ihrer Forschung setzt Stoeckli eine Stufe früher an als ihr Kollege Helmchen. Sie analysiert nicht die Erregungsmuster von neuronalen Netzwerken, sondern sie untersucht an Hühnerembryonen, wie diese Netzwerke überhaupt erst entstehen und was dabei allenfalls schief laufen kann.

Um Teil eines Hirnnetzwerks zu werden, muss ein Neuron zuerst merken, welche Sorte von Nervenzelle es ist, um dann die richtige Partnerzelle zu finden, mit der sie Informationen austauschen will und deshalb eine Synapse macht. Wie das geht, erforscht Stoeckli. «Zum Teil sind mögliche Partnerzellen weit weg», sagt die Forscherin, «das bedeutet, dass sich ein Axon, also der Ausläufer einer Nervenzelle, einen Weg durch das Gewebe

«In der Grundlagenforschung brauchen wir eine gewisse Freiheit, sonst ist diese Forschung tot.»

Fritjof Helmchen, Hirnforscher

dem man die Anatomie der Gehirne von Versuchstieren dreidimensional und hochauflösend bis auf die Ebene einzelner Neuronen und ihrer Verbindungsstellen, den Synapsen, darstellen kann. Auf ähnliche Weise lassen sich menschliche Hirngewebsproben untersuchen.

Ausserdem erforscht Helmchen mithilfe verschiedener modernster Mikroskopiertechniken die Aktivitätsmuster in Mäusehirnen. Aus den Ergebnissen lassen sich auch Schlüsse auf den Menschen ziehen, denn die Gehirne von Mäusen und Menschen haben sich im Lauf der Evolution über Jahrtausende entwickelt und funktionieren grundsätzlich ähnlich, auch wenn Letztere ungleich komplexer sind. «Während wir vor zwanzig Jahren in der Maus Erregungsmuster nur in kleinen Zellverbänden untersuchen konnten, ist dies heute dank technologischer Fortschritte in Netzwerken von zehn- bis hunderttausend Neuronen möglich», sagt Helmchen. Das ist ein riesiger Sprung vorwärts, deckt aber immer noch lediglich einen Bruchteil eines Mäusehirns ab, das aus etwa 75 bis 100 Millionen Nervenzellen besteht.

Ziel von Helmchens Forschung ist es, den Code solcher neuronaler Erregungsmuster zu knacken und zu den Informationen zu gelangen, die dabei verarbeitet werden. «Im besten Fall lässt sich aus messbaren Aktivitätsmustern ablesen und vorhersagen, wie sich ein Tier verhalten wird», sagt Helmchen. In Experimenten in seinem Labor an der UZH ist dies in Ansätzen bereits gelungen. Das sei ein erster kleiner Schritt in Richtung Gedankenlesen gewesen, sagt der Hirnforscher.

Wie Neuronen ihren Weg finden

Die Frage, was ein Gedanke ist und was in unserem Kopf vorgeht, wenn wir denken, faszinierte Esther Stoeckli schon als junge Frau. «Das hat mich vor bald fünfzig

bahnen muss, um sein Ziel zu finden.» Im Lauf ihrer Karriere hat Esther Stoeckli mehrere Signalmoleküle identifiziert, die Neuronen dabei helfen, ihren Weg zu finden und sich zu vernetzen.

Geht diese Wegfindung allerdings schief, können Nervenzellen auch falsch verknüpft werden. Dies ist bei vielen Entwicklungsstörungen wie der Autismus-Spektrum-Störung oder bei geistiger Behinderung der Fall. Manche Moleküle, die am Aufbau neuronaler Netzwerke beteiligt sind, werden auch mit neurodegenerativen Krankheiten in Verbindung gebracht – beispielsweise das Amyloid Precursor Protein (APP) mit Alzheimer-

Universitärer Forschungsschwerpunkt

Plastische Hirnnetzwerke

Der Universitäre Forschungsschwerpunkt «Plastische Hirnnetzwerke für Entwicklung und Lernen» hat sich zum Ziel gesetzt, die genetischen, molekularen und zellulären Vorgänge zu erforschen, die bei der Entstehung neuronaler Netzwerke mitspielen, und deren Bedeutung für das Verhalten und Lernen im Tiermodell und beim Menschen zu untersuchen. Geleitet wird er von der Neurobiologin Esther Stoeckli und dem Hirnforscher Fritjof Helmchen. Daran beteiligt sind zahlreiche Forschungsgruppen der UZH, unter anderem aus Biologie, Medizin, Psychologie, Neuroinformatik und Neuroökonomie. www.adabd.uzh.ch/de

Demenz. «Es wird vermutet, dass neurodegenerative Krankheiten ihren Ursprung bereits in der Entwicklung des Nervensystems haben könnten», sagt Stoeckli. Ist diese Entwicklung nicht optimal verlaufen, ist das Gehirn weniger gut vernetzt. Eine Folge davon könnte sein, dass sich neurodegenerative Krankheiten und Störungen deshalb schneller bemerkbar machen, wenn Nervenzellen und Synapsen in grosser Zahl abgebaut werden. Der Grund dafür: Die «kognitive Reserve», so der Fachbegriff, ist bei einem weniger gut verdrahteten Gehirn kleiner und dieses deshalb weniger gut geschützt. «Diese Theorie hat sich in der Neurobiologie ziemlich durchgesetzt, weil es dazu mehr und mehr Evidenz gibt», sagt Stoeckli.

Wissenschaftliche Entdeckungsreisen

Esther Stoeckli und Fritjof Helmchen machen Grundlagenforschung. Fortschritte in der Klinik seien nur möglich, wenn man verstehe, wie das Ganze funktioniert, ist Stoeckli überzeugt. «Ich kann keinen Fernseher flicken, wenn ich nur Einzelteile vor mir habe und nicht verstehe, wie das Ganze zusammenhängt», sagt die Neurobiologin. Für ihren Kollegen Fritjof Helmchen ist Grundlagenforschung auch eine Entdeckungsreise. «Wir machen zum Teil Entdeckungsforschung, die offen ist für das Unbekannte, wo noch nicht von Anfang an klar ist, welches Ziel wir erreichen werden», sagt er. In der Öffentlichkeit dominiere das Bild einer Wissenschaft, die vor allem Hypothesen aufstellt und testet. Das sei eine wichtige wissenschaftliche Arbeitsweise, so Helmchen, die Entdeckungswissenschaft sei aber genauso wichtig, weil erst sie kreative Hypothesen und wirklich neue Erkenntnisse ermögliche. «Die CRISPR/Cas-Genschere beispielsweise, die heute überall verwendet wird und die gewaltige Auswirkungen hat und noch haben wird, beruht auf solcher Entdeckungsforschung», sagt der Hirnforscher.

Wissenschaftliche Entdeckungsreisen zu machen, wird in der Schweiz und insbesondere im Kanton Zürich zunehmend schwieriger, sind sich Esther Stoeckli und Fritjof Helmchen einig. Beispielsweise wird es immer aufwändiger, Bewilligungen für Tierversuche zu erhalten. «Das Prozedere wird immer komplexer und restriktiver und es braucht für jedes einzelne Experiment im Voraus ein exaktes Protokoll und eine Beschreibung bis ins letzte Detail», sagt Helmchen. «In der Grundlagenforschung können wir aber nicht immer genau vorhersagen, nach welchem Protokoll wir welchen Versuch machen – wir brauchen eine gewisse Freiheit, sonst ist diese Forschung tot.» Eine Lösung für dieses Problem sehen Helmchen und Stoeckli in einem Katalog mit akzeptierten und geprüften Experimentiertechniken, die das Tierwohl berücksichtigen, aber einen gewissen Spielraum für deren Einsatz offen lassen.

Prägende Kindheit

Die wissenschaftlichen Entdeckungsreisen von Esther Stoeckli und Fritjof Helmchen dauern nun schon einige Jahrzehnte. Die Faszination für ihren Untersuchungsgegenstand ist geblieben, ebenso die grossen offenen Fragen, wie Gedanken und Bewusstsein im Gehirn ent-

stehen. Mit ihrer Forschung haben die beiden dazu beigetragen, der Antwort ein kleines bisschen näherzukommen. Was haben Stoeckli und Helmchen aber in dieser Zeit über uns Menschen gelernt?

Esther Stoeckli sagt: «Mir wurde klar, wie prägend die Erfahrungen in der Kindheit dafür sind, wie wir unser Gehirn später nutzen. Ich bin meinen Eltern bis heute dankbar, dass sie meine Neugier zugelassen und unterstützt haben und mir wohl auch die Hartnäckigkeit mitgegeben haben, bis heute weiterzufragen.» «Mein Eindruck ist ambivalent», antwortet Fritjof Helmchen, «einerseits ist die Kreativität des menschlichen Gehirns faszinierend, andererseits ist damit eine Kraft entstanden, deren Auswirkungen auf unseren Planeten immer deutlicher werden. Das hat auch etwas Erschreckendes.» So gesehen hat dieses Wunderwerk der Evolution tatsächlich zwei Seiten – eine hellere und eine dunklere.



Prof. Fritjof Helmchen, helmchen@hifo.uzh.ch
Prof. Esther Stoeckli, esther.stoeckli@mls.uzh.ch

strauhof

Eine Ausstellung des Museums Strauhof und
des Schweizerischen Literaturarchivs SLA

2/10/26 – 3/1/27

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Schweizerische Nationalbibliothek NB



Wie Wörter Welten schaffen

Von bedrohten Sprachen in Papua-Neuguinea bis zu künstlicher Intelligenz: John Mansfield untersucht, wie Sprache funktioniert und sich verändert. Seine Forschung zeigt, dass Menschen die Welt sprachlich sehr unterschiedlich ordnen.

Text: Carole Scheidegger

John Mansfield sitzt in seinem Büro in Zürich-Oerlikon und testet Aufnahmegeräte. In ein paar Tagen reist er nach Papua-Neuguinea. Dort will er die Mumsprache untersuchen, die von einer kleinen indigenen Gemeinschaft gesprochen wird. Er wird Gespräche aufzeichnen, zuhören, beobachten. Die Fremdheit dieser vom Aussterben bedrohten Sprache reizt den Assistenzprofessor für Anthropologische Linguistik. Denn allzu Vertrautes könne den Blick auf Sprachstrukturen verstellen, sagt Mansfield. Englisch ist seine Muttersprache,

grammatikalische Strukturen innerhalb von Sprachfamilien verbreiten. Der Australier interessiert sich besonders dafür, wie Sprachen Wörter und Wortbestandteile anordnen. Warum kommt in einem Satz das eine Wort vor dem anderen? Welche Faktoren bestimmen die Reihenfolge? Und warum wählen Sprecher:innen manchmal unterschiedliche Varianten?

Verschiedene Sprachen lösen diese Aufgabe auf unterschiedliche Weise. Gleichzeitig entdeckte ein Forschungsprojekt, an dem Mansfield beteiligt war, aber auch gemeinsame Prinzipien: Wenn Wörter angepasst werden, zum Beispiel um eine Zeitform zu bilden, dann

«Bestimmte Sprachen in Australien und im Amazonasgebiet bezeichnen Hund und Katze mit demselben Wort.»

John Mansfield, Linguist

und auch Zürichdeutsch, das ihm zunächst unbekannt war, gehört wie Englisch zur germanischen Sprachfamilie. Viele Merkmale dieser Sprachen seien ihm deshalb so bekannt, dass er sie kaum noch wahrnehme.

Anders ist das bei indigenen Sprachen in Papua-Neuguinea oder Nordaustralien, wo er ebenfalls geforscht hat. Dort können Satzbau, Wortstellung und Bedeutungen völlig anders funktionieren. «Das zwingt mich, vermeintliche Selbstverständlichkeiten zu hinterfragen», sagt Mansfield. Dabei geht es ihm nicht darum, irgendwo eine vermeintlich «reine», von äusseren Einflüssen unberührte Sprache zu finden. Diese Vorstellung hält er für falsch. Gesellschaften seien seit jeher miteinander in Kontakt gestanden und entsprechend hätten sich auch ihre Sprachen gegenseitig beeinflusst. Jede Sprache habe ihre eigene Geschichte, statisch sei keine.

Auf die Reihenfolge kommt es an

Mansfield untersucht, wie sich Sprachen über Jahrzehnte und Jahrhunderte verändern, wie bestimmte Wörter aufgrund des sozialen Umfelds entstehen und wie sich

geschehen diese Veränderungen bei vielen Sprachen an derselben Stelle innerhalb des Wortes. Diese Entdeckung deutet darauf hin, dass Sprachen nicht zufällig entstehen, sondern dass das menschliche Gehirn sie offenbar weltweit auf ähnliche Weise produziert.

Wenn Hund auch Katze heisst

Der sorgfältige Blick auf sprachliche Details führt zu einer weiteren, grösseren Frage: Was verrät Sprache über das menschliche Denken? Gemeinsam mit seinem Team untersucht Mansfield, wie sich abstrakte Konzepte über lange Zeiträume entwickelt und verbreitet haben, etwa Vorstellungen von Spiritualität, Ethik oder sozialen Beziehungen. Dafür analysieren die Forschenden mit statistischen Methoden linguistische und anthropologische Daten aus Hunderten von Kulturgruppen. Eine seiner Studentinnen untersucht zum Beispiel die Vorstellungen von der Seele in Papua-Neuguinea und im Pazifikraum. In vielen Sprachen der Region wird dafür ein Wort verwendet, das zugleich «Schatten» bedeutet. In europäischen Sprachen dagegen ist das Konzept der Seele teilweise

mit «Atem», «Dunst» oder «Wind» verbunden. Solche Beispiele zeigen Mansfield, dass Sprachen unterschiedliche Verbindungen zwischen Dingen herstellen und damit prägen, wie wir uns die Welt erklären. «Wir neigen dazu, grundlegende Begriffe wie «Hund», «Hand» oder «Sonne» als selbstverständliche, universelle Elemente der menschlichen Erfahrung zu betrachten», erklärt der Linguist. «Wenn wir Sprachen aus verschiedenen Teilen der Welt studieren, sehen wir jedoch etwas anderes. Bestimmte Sprachen in Australien und im Amazonasgebiet bezeichnen Hund und Katze mit demselben Wort, sie werden als eine einzige Kategorie betrachtet.» Kulturelle Gewohnheiten prägen, wie Sprache verwendet wird. Daraus entwickeln sich wiederum unterschiedliche grammatikalische Strukturen.

Antworten auf seine Forschungsfragen findet Mansfield nicht nur am Schreibtisch. Das hat er spätestens bei seiner Doktorarbeit gelernt. Ursprünglich wollte er untersuchen, wie das Fernsehen Murrinhpatha, die Sprache einer Aborigines-Gemeinschaft im Norden Australiens, verändert. Die Annahme passte gut zu damaligen Debatten über die Globalisierung: Überall auf der Welt würden Menschen bald dieselben Fernsehsendungen sehen, dieselben kulturellen Einflüsse aufnehmen und sich immer ähnlicher werden, so die Befürchtungen. Dann kam Mansfield vor Ort an und stellte fest, dass dort viele gar kein TV schauen. Es interessierte sie schlicht nicht. Er musste seinen Forschungsplan deshalb neu ausrichten. Doch gerade dieser Irrweg wurde zu einer wichtigen wissenschaftlichen Erfahrung: Mansfield lernte, wie rasch sich Vorannahmen in die Forschung einschleichen und wie zentral es ist, im Feld genau hinzusehen und zuzuhören.

Sprache und KI

Mansfield baut, wie alle Wissenschaftler:innen, auf dem auf, was die Generationen vor ihm herausgefunden haben. Er hebt einige Meilensteine der Linguistik hervor: Im 18. und 19. Jahrhundert erkannten Forschende, dass zahlreiche Sprachen von Europa bis nach Asien miteinander verwandt sind und auf eine gemeinsame Ursprache zurückgehen, die vor etwa 6000 Jahren gesprochen wurde: das Indogermanische. Die Vorstellung, dass sich Sprachen über lange Zeiträume auseinanderentwickeln und trotzdem miteinander verwandt sein können, weist Parallelen zum evolutionären Denken auf, das sich damals ebenfalls etablierte.

Einen weiteren grossen Schritt machte die Linguistik Mitte des 20. Jahrhunderts. Parallel zu den Entwicklungen in Mathematik, Logik und Informatik entstanden formale Sprachmodelle. Sprache liess sich damit präziser beschreiben, Hypothesen konnten stringenter formuliert und empirisch überprüft werden. Ab den 1980er-Jahren veränderte die Digitalisierung das Fach erneut. Immer grössere Sammlungen digitaler Texte – sogenannte Korpora – ermöglichten quantitative Untersuchungen in einem bis dahin kaum vorstellbaren Ausmass. Ergebnisse dieser linguistischen Grundlagenforschung spielten eine wichtige Rolle bei der Entwicklung von KI-Sprachmodellen. Gleichzeitig wird die künstliche

Intelligenz selbst zum Werkzeug der Linguistik. Sie nimmt Forschenden Routinearbeit ab, etwa historische Lexika digital zu erfassen. KI kann riesige Datenmengen durchsuchen und Sprachmuster sichtbar machen, die Menschen möglicherweise übersehen würden. Und sie hat selbst eine neue Forschungsfrage hervorgebracht: Funktioniert künstliche Intelligenz womöglich ähnlich wie die menschliche Sprachverarbeitung?

Auf den ersten Blick gibt es Parallelen. Wenn jemand einen Satz beginnt und plötzlich abbricht, können wir häufig erraten, welches Wort als Nächstes gekommen wäre. Menschliche Sprachproduktion lässt sich bis zu einem gewissen Grad probabilistisch modellieren. Auch grosse Sprachmodelle berechnen Wahrscheinlichkeiten dafür, welches Element auf ein anderes folgt. Doch Mansfield warnt vor überstürzten Schlussfolgerungen: Ähnliche Resultate bedeuten nicht zwangsläufig ähnliche Mechanismen. Was beim Menschen und bei der KI jeweils «unter der Haube» passiert und wo tatsächlich Gemeinsamkeiten bestehen, sei noch nicht geklärt.

Freiheit und Verantwortung

Die rasante Entwicklung der KI illustriert für Mansfield, weshalb Grundlagenforschung wichtig ist. Ihr späterer Nutzen lässt sich aber oft nicht vorhersagen. «Wenn ich ein Projekt beginne, weiss ich noch nicht, was dabei herauskommen wird», sagt er. Forschung dürfe nicht von Anfang an nur auf eine praktische Anwendung zielen. Zunächst müsse es darum gehen, einen Gegenstand möglichst gut zu verstehen.

Mit Sorge beobachtet Mansfield Entwicklungen in Australien und Neuseeland, wo es schwieriger werde, Fördermittel für Grundlagenforschung zu erhalten. Dahinter sieht er auch ein wachsendes Misstrauen gegenüber wissenschaftlichen Eliten und die Angst davor, dass Forschende mit Steuergeldern nutzlose Dinge untersuchen. Gerade deshalb müsse Wissenschaft transparent machen, was sie mit öffentlichen Mitteln tue, und Rechenschaft darüber ablegen. Die Konsequenz könne aber nicht sein, nur noch Projekte zu finanzieren, deren Nutzen schon im Voraus feststehe. Dann bliebe kaum Raum für Entdeckungen, nach denen noch niemand gesucht hat.

Die Aufnahmegeräte in Mansfields Büro stehen für diese Offenheit. In wenigen Tagen wird er sie für seine Reise nach Papua-Neuguinea einpacken. Er weiss, welche Fragen er mitnimmt. Welche Antworten er zurückbringen wird, weiss er noch nicht. Genau darin liegt für ihn der Sinn von Grundlagenforschung.



Prof. John Mansfield, john.mansfield@uzh.ch

Putzetequipe im Blut

In den letzten vierzig Jahren haben Forschende unsere Vorstellungen darüber, wie das Immunsystem funktioniert, revolutioniert. Heute geht es um die Details – diese zu verstehen, ist bei Autoimmunerkrankungen wie MS, Allergien und Krebs matchentscheidend.

Text: Brigitte Blöchlinger

Früher nannte man die Immunzellen einfach weisse Blutkörperchen. Heute unterscheidet man zwischen T-Zellen, B-Lymphozyten, Makrophagen, autoreaktiven T-Helferzellen, Mikroglia, Tregs und anderen. Die Truppe patrouilliert im ganzen Körper wie eine Gesundheitspolizei, im Visier hat sie schädliche Erreger. Viren zum Beispiel, oder ungesunde Bakterien, auch Pilze, Parasiten, Krebszellen oder Schadstoffe. Die einen produzieren Antikörper. Andere stossen Abwehrprozesse an oder fressen, säubern, entsorgen, beruhigen. Sogar in Schockstarre können sie fallen. «Doch in welcher Situation das Immunsystem wie reagiert, ist nicht restlos

dem Thymus, entwischen und im Gewebe körpereigene Zellen angreifen, als wären sie fremd.

Es brauchte drei Jahrzehnte und viele Kontroversen, bis die Hypothese, dass regulierende T-Zellen existieren, bewiesen werden konnte. Dafür gab es 2025 einen Nobelpreis. «Das zeigt, wie wichtig die Bremsen des Immunsystems sind – was unsere Forschungsgruppe natürlich enorm beflügelt», sagt Joller. Die Tregs sind auch für die Klinik interessant. Denn sie können mehr als bremsen: «Gewisse Funktionen des Immunsystems können abgeschaltet werden, während andere weiterlaufen», erklärt Joller. So werden zielgerichtete Immuntherapien möglich, die das Immunsystem nicht lahmlegen (wie bis anhin bei einer Chemotherapie), sondern

«Wird MS diagnostiziert, können wir den meisten Patientinnen und Patienten nahezu versprechen, dass sie nie ernsthaft behindert sein werden.»

Roland Martin, Neurologe

geklärt. Da wird es spannend», sagt UZH-Immunologin Nicole Joller, die ihre Diplomarbeit in der Gruppe des experimentellen Immunologen Rolf Zinkernagel geschrieben hat. Für seine Entdeckung, wie das Immunsystem virusinfizierte Körperzellen erkennt, hat dieser 1996 den Nobelpreis für Medizin erhalten.

Bremsen und ausbalancieren

Die Regulation des Immunsystems ist Nicole Jollers Forschungsschwerpunkt. Und bei der Regulation liegt der Teufel im Detail, wie sie mit einem Augenzwinkern sagt. Warum funktioniert das Immunsystem nicht immer richtig? Warum geht es bei Autoimmunerkrankungen zum Angriff über, statt zu schützen? Warum reagiert es bei Allergien unangemessen heftig? Weshalb eliminiert es Krebszellen nicht ausreichend und lässt sie wuchern? Aktuell untersucht Jollers Team die «Bremsen» des Immunsystems, die regulatorischen T-Zellen (Tregs). Die Tregs sind die ausgleichenden Kräfte, sie halten die Abwehr von Infektionen und den Selbstschutz des Körpers im Gleichgewicht. Das tun sie, indem sie «falsch geprägte» T-Zellen stoppen, die aus ihrer «Kinderstube»,

spezifisch die durch den Tumor ausgetrickste Immunabwehr reaktivieren. Jollers Gruppe will herausfinden, welche Immunsystem-Bremsen wann aktiv sein müssen, damit der Körper gesund bleibt – was immunologisch betrachtet bedeutet, dass Abwehr und Selbstschutz des Körpers ausbalanciert sind. Ausgehend vom gesunden Immunsystem haben sich die Forschenden auf die Suche gemacht, was bei Krankheiten wie Krebs, Allergien oder Autoimmunkrankheiten, wie beispielsweise der Multiplen Sklerose (MS), falschläuft.

Riesige Fortschritte bei MS

Der Neurologe Roland Martin und die Immunologin Mireia Sospedra forschen seit zwanzig Jahren zusammen zu MS, teils an der UZH, teils in ihrem Spin-off Cellerys. Bei MS gelangen fehlgeleitete T- und B-Zellen aus dem Blut in das zentrale Nervensystem und greifen dort die natürliche Schutzschicht (das Myelin) der Nervenfasern an, als wären es fremde Erreger. Das löst eine verhängnisvolle Entzündungsreaktion aus. «Erhielt man in den 1980er-Jahren die Diagnose MS, konnten die Ärzte nicht viel machen», erinnert sich Martin. Man musste akzep-

tieren, dass die Patient:innen in zehn, zwanzig Jahren auf einen Rollstuhl angewiesen sein würden. Heute existieren über zwanzig Medikamente, die neu Erkrankte weitgehend stabilisieren und ihnen ein «normales» Leben ermöglichen. «Wird MS diagnostiziert, können wir den meisten Patientinnen und Patienten nahezu versprechen, dass sie nie ernsthaft behindert sein werden», sagt Martin.

Dank neuen Methoden und Erkenntnissen – mehrere davon mit einem Nobelpreis ausgezeichnet – können mittlerweile sehr komplexe Vorgänge im Körper untersucht werden. «Davon hätte man vor zehn Jahren nur träumen können», sagt Martin, der auch nach der Emeritierung weiter zu neuroimmunologischen Aspekten von MS forscht, erfolgreich und mit Begeisterung. «Wenn man Mechanismen versteht, die am Anfang als sehr kompliziert eingestuft wurden, oder neue Behandlungen

Immunabwehr entscheidend mitspielt, enorm inspirierend. So zeigte eine Studie der Mikrobiom-Forschung von UZH und USZ, dass Darmbakterien das Immunsystem bei einer Krebserkrankung mobilisieren können; sie wecken die T-Zellen aus ihrer Schockstarre auf, sodass sie wieder die als harmlos getarnten Krebszellen bekämpfen. Was könnte das für MS bedeuten, überlegte sich Sospedra in Anbetracht zweier Beobachtungen aus der Forschung: Erstens findet man im Nervenwasser von MS-Patient:innen hohe Konzentrationen von Antikörpern (IgG) gegen Bestandteile des Darmbakteriums *Akkermansia muciniphila*. Und zweitens erkranken adipöse Kinder und Jugendliche häufiger als Erwachsene an MS als normalgewichtige.

Spielen Darmbakterien auch bei der Entstehung von MS eine Rolle, fragte sich Sospedra. Könnte durchaus sein, meint sie und skizziert eine mögliche Erklärung: Bei

«Das Immunsystem ist auch eine Art Putzequipe und Reparaturwerkstatt, die dem Körper hilft, die Homöostase, das Gleichgewicht, zu halten.»

Nicole Joller, Immunologin

findet beziehungsweise dazu beiträgt, dass solche gefunden werden, ist das eine grosse Befriedigung.»

Roland Martin und sein Team begannen in den späten 1990er-Jahren mit der Entwicklung einer Immuntoleranztherapie gegen MS. Die Idee dahinter ist, dass die fehlgeleiteten T-Zellen «umerzogen» werden, damit sie nicht mehr auf das körpereigene Myelin losgehen. Frühe Studien zeigten, dass die Toleranz-induzierte Therapie sehr sicher ist, die schädliche Immunreaktion gezielt senkt und das restliche Immunsystem schont.

Gesundheit beginnt im Darm

Aktuell fokussieren Roland Martin und Mireia Sospedra auf die Verbindungen des Immunsystems zu anderen Körperfunktionen. «Früher sah man das Immunsystem recht eindimensional als Produktionsstätte für Antikörper gegen Eindringlinge», sagt Martin. Heute werde immer klarer, wie vielschichtig es mit dem ganzen Körper verwoben ist. Waren früher die «Abwehrzentralen» Knochenmark, Thymus, Milz und Lymphknoten bekannt, weiss man heute, dass auch das Gehirn, die Haut, die Schleimhäute von Nase, Rachen, Blase und Geschlechtsorganen eine wichtige Rolle spielen, ausserdem Vitamine, nützliche Bakterien, Hormone, Stoffwechsel-Zwischen- und -Abfallprodukte (Metaboliten) und vieles mehr. Und vor allem der Darm.

Für eine gelingende Abwehr von Krankheitserregern sind die Mikroorganismen im Darm, die Darmepithelschicht und das Immunsystem in den Schleimhäuten essenziell. Im Darm befinden sich rund achtzig Prozent der Immunzellen. Für die MS-Forscherin Mireia Sospedra ist die Entdeckung, dass der Darm bei der

Gesunden trägt das Darmbakterium *Akkermansia muciniphila* zur Stoffwechselgesundheit bei. Es ernährt sich von körpereigenem Darmschleim (Muzin) und regt dabei die ständige Erneuerung dieser schützenden Schleimschicht an. Essen Kinder und Jugendliche nur ballaststoffarmen Junk Food, verkümmern zahlreiche nützliche Bakterien im Darm, die auf faserhaltige Nahrung angewiesen sind. Mit dem veränderten Mikrobiom gerät auch die Schleimproduktion aus dem Gleichgewicht. *Akkermansia muciniphila* verdaut irgendwann mehr Darmschleim, als nachproduziert wird. Schliesslich ist die Schutzschicht so dünn, dass sie anfällig für Entzündungen wird.

Mit den Entzündungen nimmt das Unheil seinen Lauf. Bestimmte T-Zellen werden aktiviert, die das Darmbakterium erkennen, das die Entzündungen ausgelöst hat. Die aktivierten T-Zellen gelangen – als einzige Immunzellen – über die Blut-Hirn-Schranke ins zentrale Nervensystem (ZNS), wo sie nach den Entzündungserregern fahnden. Bei MS-Erkrankten durchbrechen sie auch noch eine zweite Barriere ins Gehirn, die Glia limitans. Finden sie im Gewebe des ZNS jenes Protein von *Akkermansia muciniphila* vor, das sie im Darm aktiviert hat, greifen sie das Gewebe an. «Bei manchen Patienten könnten Entzündungen, die durch Fehlernährung und ein Ungleichgewicht der Darmbakterien hervorgerufen wurden, bei der Entstehung von MS beteiligt gewesen sein», vermutet Sospedra.

Erfolgreiche Detektivarbeit

Roland Martin und Mireia Sospedra haben durch ihre Arbeiten einige der Proteine identifiziert, die bevorzugt von fehlgeleiteten T-Lymphozyten attackiert werden.



«Aber noch nicht alle, und wir wissen auch nicht, ob es bei allen Patienten immer die gleichen sind», sagt Sospedra. Auch mehrere MS-Autoantigene haben sie entdeckt sowie Antigene, die man spezifisch vor Schaden schützen will. Noch sind die Ursachen von MS aber nicht restlos geklärt. Doch die These erhärtet sich, dass neben immunologisch relevanten Genvarianten und bestimmten Viren (wie dem Epstein-Barr-Virus) auch «schlechte» Bakterien in der Darmflora, ein niedriger Vitamin-D-Spiegel und die Giftstoffe im Zigarettenrauch das Risiko einer Erkrankung markant erhöhen. Um diese Zusammenhänge zu erhellen, ist noch weitere Grundlagenforschung nötig. Wer Grundlagenforschung betreibt, darf sich nicht entmutigen lassen, wenn es anders läuft, als man sich das vorstellte. Die experimentelle Immunologin Nicole Joller hat es zur Methode erhoben, eigenartigen Forschungsergebnissen, mit denen sie nicht gerechnet hat, systematisch im Mausmodell und im Labor nachzugehen. Wie eine Detektivin macht sie sich auf die Suche nach den tieferliegenden Gründen. So entdeckte ihre Forschungsgruppe die «Schalthebel»-Moleküle, die bei Entzündungen die regulatorischen T-Zellen (Tregs) antreiben oder bremsen – vergleichbar mit dem Steuerrad in einem Tram. «Bei Allergien versagt die Bremsfunktion», erklärt Joller, «bei Tumoren kurbeln «Schalthebel»-Moleküle die Immunantwort zu wenig an.»

Als die Forschungsgruppe dann zu ihrer Überraschung bemerkte, dass das Gewebe und das Wohlbefinden der untersuchten Mäuse sich verbesserten, obwohl das Virus noch im Körper war, ging sie auch diesem unerwarteten Befund nach. Und entdeckte, dass das «Schalthebel»-Molekül auch eine Reparaturfunktion im Immunsystem auslöst. «Das Immunsystem ist auch eine Art Putzéquipe und Reparaturwerkstatt, die dem Körper hilft, die Homöostase, das Gleichgewicht, zu halten», erklärt Joller.

Nach und nach, mit jedem neuen Puzzlestein, den die Grundlagenforschenden zum Gesamtbild beisteuern, zeigt sich klarer: «Das Immunsystem ist wesentlich daran beteiligt, dass alle Bereiche des Körpers – etwa das Denken, die Reparatur von Gewebe, der Energiehaushalt – trotz wechselnder Umwelteinflüsse stabil funktionieren können. Das wird bis heute oft unterschätzt», so Joller.



Prof. Nicole Joller, nicole.joller@dqbm.uzh.ch
Dr. Mireia Sospedra, mireia.sospedraramos@gmail.com
Prof. Roland Martin, roland.martin@uzh.ch

DOSSIER — Den Menschen verstehen

Elefanten bauen keine Flugzeuge

Der Mensch unterscheidet sich markant von seinen nächsten Verwandten, den Menschenaffen. Für Evolutionsanthropologin Paola Cerrito ist klar, wodurch: Menschen sind die einzigen Tiere, die symbolisch kommunizieren können.

Text: Thomas Gull

Paola Cerrito war schon als Kind vom Menschen fasziniert. Heute erforscht sie als Professorin für Evolutionsanthropologie an der UZH, was den Menschen zum Menschen gemacht hat und wie er sich von anderen Tieren unterscheidet. Dass er das tut, ist für sie offensichtlich: «Es gibt eine Diskontinuität zwischen dem Menschen und anderen Tieren», sagt Cerrito. Doch worin besteht diese? Die Forschung bietet dafür verschiedene Erklärungen an, die sich manchmal ergänzen und manchmal widersprechen. Zu den gängigen gehört, dass wir ein wesentlich grösseres Gehirn haben als andere Primaten. Das menschliche Gehirn ist mit rund 1300 bis

1400 cm³ zwei- bis dreimal so gross ist wie die Gehirne anderer grosser Affen wie der Gorillas (400–600 cm³) oder der Schimpansen (350–420 cm³). Doch am grossen Gehirn allein kann es nicht liegen, sagt Paola Cerrito, denn: «Elefanten haben ein viel grösseres Gehirn als wir (ca. 4500 cm³). Trotzdem bauen sie keine Flugzeuge.» Die Grösse unseres Gehirns, auf die wir uns doch einiges einbilden, ist demnach keine ausreichende Erklärung für unsere spezielle Stellung im Tierreich. Paola Cerrito hat eine andere: «Der Mensch ist eine zu Symbolen fähige Art», sagt sie. Anders als alle anderen Tiere können wir Symbole verstehen und Symbole nutzen, um uns ausdrücken. Das können Tiere nicht, ihr Verhalten wird von Instinkten und Reizen gesteuert. Der Mensch kann

symbolische Systeme entwickeln und er kann diese auch weitergeben. Das ermöglicht uns, in der «symbolischen Sphäre» mit Kultur und komplexer sozialer Interaktion zu leben. Der höchste Ausdruck des Symbolischen ist die menschliche Sprache. Auf ihr basiert unsere Fähigkeit, Wissenschaft und Kultur zu entwickeln, konkret etwa Flugzeuge zu bauen, und in komplexen Gesellschaften zusammenzuleben.

Menschenmütter brauchen Hilfe

All das können andere Tiere nicht. Das gilt auch für unsere nahen Verwandten, die Neandertaler. Sie verfügten wahrscheinlich über eine rudimentäre Form von Sprache. «Diese war aber im Gegensatz zur Sprache des Homo sapiens nur innerhalb der jeweils sehr kleinen Gruppe verständlich, in der die Neandertaler lebten», erklärt Cerrito. Die komplexe Sprache und die Fähigkeit, symbolisch zu denken, konnte der Mensch nur dank seinen einzigartigen kognitiven Fähigkeiten entwickeln. Doch was ermöglicht diese? – Das grosse Gehirn ist eine Voraussetzung dafür, doch wie die Elefanten belegen, nicht hinreichend. Cerrito erforscht deshalb andere Erklärungsansätze. Diese setzen bei der Feststellung an, dass die menschlichen Säuglinge selbst nach dem Abstillen noch lange hilflos sind und die Mütter für die Aufzucht der Kinder deshalb Unterstützung von anderen benötigen. In der Fachsprache heisst das Cooperative Breeding (CB).

In einem Artikel, der 2025 im Journal «Evolutionary Anthropology» erschienen ist, haben die UZH-Anthropologen Judith Burkart und Carel van Schaik zusammen mit dem Neonatologen am Universitätsspital Zürich (USZ) Giancarlo Natalucci und Paola Cerrito dargestellt, dass die gemeinsame Aufzucht der Jungen entscheidend war für die Entwicklung eines grossen Gehirns und seinen Unterhalt. Nur eben, die Elefanten haben ja auch ein grosses Gehirn. Und die kleinen Krallenaffen ziehen – im Gegensatz zu den grossen Menschenaffen – ihre Jungen auch gemeinsam gross. Das bedeutet, um die menschliche Kognition zu erklären, um den Menschen als zu Symbolen fähige Art zu erklären, braucht es mehr als die gemeinsame Aufzucht der Jungen.

Paola Cerrito erforscht deshalb, wie die menschliche Lebensgeschichte zusammenhängt mit unserer Physiologie, unserer Kognition und der Art, wie wir kommunizieren. Um diese Fragen zu klären, arbeitet sie mit ganz unterschiedlichen Methoden. Während ihrer Promotion in New York untersuchte sie Fossilien, insbesondere Zähne und Knochen. Für den Postdoc an der Universität Zürich wechselte sie in die vergleichende Kommunikationsforschung und arbeitete mit Judith Burkart zusammen, die das Sozial- und Kommunikationsverhalten von Krallenaffen erforscht. «Diese Kombination erlaubt, die grundlegende Frage, was den Menschen ausmacht, aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten», sagt Cerrito und fügt hinzu: «Die Anthropologie wird weniger durch ihre Methoden als durch ihre zentrale Fragestellung zusammengehalten. Forschende nutzen ganz unterschiedliche Ansätze – von Fossilien über Verhaltensforschung bis zur Entwicklungsbiologie –, doch alle verfolgen dasselbe Ziel: die Evolution des Menschen

besser zu verstehen.» Die Universität Zürich bietet dafür ein grossartiges Umfeld, sagt Paola Cerrito. Sie arbeitet unter anderem mit Primatenforscher:innen zusammen und ist am Nationalen Forschungsschwerpunkt «Evolving Language» beteiligt. Ihr Ziel ist, ein Erklärungsmodell zu entwickeln, das die verschiedenen Aspekte der menschlichen Evolution miteinander verbindet.

Mit Babys kommunizieren

Eines ihrer Projekte erforscht die Kommunikation zwischen Neugeborenen und ihren Betreuungspersonen. Dabei geht es um die Frage, wie sich die Betreuung von Neugeborenen auf die Entwicklung ihres Gehirns und ihrer sozialen Fähigkeiten auswirkt. Ein Thema, das sie perfekt mit ihrer aktuellen Erfahrung als Mutter verbinden kann. Während des Gesprächs über ihre Forschung ist sie im Mutterschaftsurlaub und erlebt gerade selbst die Entwicklung eines Babys. «Zu den unglaublichen Aspekten der menschlichen Lebensgeschichte gehört, dass wir lange hilflos und von anderen abhängig sind», sagt Cerrito. Das liegt am zweibeinigen Gang, der ein wahrer Balanceakt ist, an den sich der Körper herantasten muss.

Diese Zeit der motorischen Hilflosigkeit, in der die Babys auf dem Rücken liegen und sich herumtragen lassen, ist entscheidend für die Entwicklung des Gehirns, weil die Neugeborenen auf Hilfe angewiesen sind. Diese kommt in der Regel von verschiedenen Personen. Der Grossteil der Kommunikation geschieht in dieser Zeit nonverbal. Das Kind macht Geräusche, schneidet Grimassen, die Erwachsenen beobachten es und reagieren



UBS Center
for Economics in Society
at the University of Zurich

Keynote speaker
**Nobel laureate
Philippe Aghion**

**The case for growth:
Why progress still matters**

UBS Center Forum for Economic Dialogue
October 26, 2026, at 15:30, Kongresshaus Zurich
Free registration
ubscenter.uzh.ch

Photo: Clément Morin
© Nobel Prize Outreach



darauf. «Wir sprechen mit unseren Kindern, bevor sie sprechen können», sagt Cerrito. Dabei gehe es nicht nur um referenzielle Dinge, indem wir etwa auf etwas zeigen und sagen: «Das ist ein Tisch.» «Es geht auch um Innerliches. Wir sprechen für unser Kind. Wir sagen ihm, was es ist, wie es sich fühlt, was es tut.»

In dieser Interaktion «entdecken» sich die Kinder gewissermassen selbst. Gesichtsausdrücke könnten durchaus das primäre Medium für diese Erfahrung sein, so Cerrito, denn noch bevor das Baby Worte begreift, begegnet es einem Gesicht, das es ansieht, auf es reagiert und es begehrt. «Das Gesicht kann deshalb als eine Art «proto-symbolisches» Element betrachtet werden. Es ist noch keine Sprache, aber die Interaktion geht über den blossen biologischen Reflex hinaus.» Dabei gebe es immer eine Diskrepanz zwischen dem, was wir benennen können, und dem, was die Babys fühlen. «In dieser Lücke liegt die unendliche Fruchtbarkeit des Symbolischen»,

aktion fehlt oder nur sehr rudimentär ist, zeigen Untersuchungen mit Heimkindern in Rumänien, die vernachlässigt wurden und die kognitiv weniger weit entwickelt waren als Gleichaltrige. Cerrito konnte bereits in einer vergleichenden Untersuchung von Primaten belegen, dass es einen Zusammenhang zwischen der Interaktion mit mehreren Betreuungspersonen und der Entwicklung von Hirnregionen gibt, die die Gesichtsmuskulatur steuern. Diese benötigen die neugeborenen Primaten, um mit ihren Betreuungspersonen zu kommunizieren. «Je wichtiger diese Interaktionen für das Überleben des Säuglings sind, desto stärker haben sich die Hirnregionen entwickelt», resümiert Cerrito.

Cerritos Forschung ist inspiriert von Charles Darwin, der 1872 das bahnbrechende Werk «Der Ausdruck der Gemütsbewegungen bei dem Menschen und den Tieren» veröffentlichte, mit dem er die moderne Verhaltensbiologie begründete. Darwin untersuchte unter an-

«Zu den unglaublichen Aspekten der menschlichen Lebensgeschichte gehört, dass wir lange hilflos und von anderen abhängig sind.»

Paola Cerrito, Evolutionsanthropologin

sagt Cerrito. Gemäss der Forscherin entwickeln wir also unsere Fähigkeit, symbolisch und abstrakt zu denken und mit anderen zu kommunizieren, bereits als Kleinkinder in der Interaktion mit den Menschen, die sich um uns kümmern, während wir motorisch noch sehr hilflos, aber kognitiv schon hellwach sind.

Um zu verstehen, was da genau geschieht, untersucht Paola Cerrito, wie sich die nonverbale Kommunikation bei anderen Primaten und beim Menschen entwickelt hat. Dazu analysiert sie die vorsprachliche Kommunikation von Säuglingen und vergleicht sie mit derjenigen anderer Primaten. Ihr Team filmt zusammen mit dem Neonatologen Giancarlo Natalucci vom USZ, wie Säuglinge mit Bezugspersonen interagieren. So können sie analysieren, wie sich Mimik und andere nonverbale Signale im Lauf der Zeit entwickeln. Diese Daten werden dann mit der späteren Sprachentwicklung der Kinder verglichen. So lässt sich feststellen, ob frühe nonverbale Kommunikation ein Hinweis auf spätere sprachliche Fähigkeiten ist.

Reize prägen das Gehirn

Klar ist, dass sich die frühe Interaktion mit den Betreuungspersonen auf die Entwicklung des Gehirns und der sozialen Fähigkeiten auswirkt. «In dieser Zeit prägen Reize von aussen das Gehirn, das wir als Erwachsene haben werden», sagt Cerrito. Bei der kooperativen Kinderbetreuung gibt es viele verschiedene Bezugspersonen, mit denen das Baby interagiert. Das bedeutet, es erhält mehr verschiedene Reize, als wenn es nur die Mutter als Bezugsperson hat. Was passiert, wenn diese Inter-

derem, ob die Mimik des Menschen, die die Emotionen ausdrückt, erlernt wird oder angeboren ist. «Darwins Buch, das er ursprünglich als letztes Kapitel von «Die Abstammung des Menschen» geplant hatte – hat mich sehr fasziniert», sagt Cerrito. «Es war das letzte Mal, dass er über den Menschen schrieb. Das erschien mir als fantastischer Ausgangspunkt für meine Forschung.»

Neugier der Studierenden wecken

Mit ihrer Forschung trägt Paola Cerrito dazu bei, dass wir verstehen, was den Menschen zum Menschen macht. Dabei ist sie sich bewusst, dass sie vieles noch nicht versteht. Das ist für sie die Faszination der Grundlagenforschung: «Es ist wichtig, die Welt mit Neugier zu betrachten. Plötzlich entdeckt man etwas und erkennt, dass es neu ist.» Die zweite wichtige Motivation für ihre Forschung seien die Studierenden. «Studierende lügen nicht. Wenn man ihnen eine Geschichte erzählt – und jede wissenschaftliche Arbeit ist eine Geschichte – merkt man sofort, ob sie interessiert oder gelangweilt sind.» Cerrito will die Neugier wecken: «Im Idealfall verlassen die Studierenden meine Vorlesungen mit neuen Fragen – ihren eigenen Fragen, die sie faszinieren und denen sich nachgehen wollen.»



Prof. Paola Cerrito, paola.cerrito@iea.uzh.ch

«Dinge neu denken»

Grundlagenforschung gerät politisch und gesellschaftlich zunehmend unter Druck. Ob Mensch, Umwelt oder Universum – ohne ein detailliertes Verständnis von Systemen aller Art gibt es keinen wissenschaftlichen Fortschritt, sagen UZH-Prorektorin Elisabeth Stark und Statistiker Servan Grüninger.

Interview: Roger Nickl
Bild: Ursula Meisser

Elisabeth Stark, Servan Grüninger, Sie haben sich zusammen mit Vertreter:innen aus Forschung, Forschungsförderung und Wissenschaftskommunikation in einem Arbeitspapier mit dem Wert und der Bewertung von Grundlagenforschung auseinandergesetzt. Weshalb?

Elisabeth Stark: Unsere Beobachtung ist, dass die Grundlagenforschung zunehmend unter Druck gerät. Es wird forschungspolitisch und gesellschaftlich schwieriger, Projekte aus diesem Bereich zu legitimieren und Bewilligungen etwa für tierexperimentelle Forschung zu erhalten. Im Arbeitspapier wollten wir den Wert von Grundlagenforschung deutlich machen und dazu beitragen,

von Projekten der Grundlagenforschung verlangt wird, einen unmittelbaren Nutzen, quasi für den Alltagsgebrauch, nachzuweisen. Damit wird das Fundament untergraben, auf dem später jener Nutzen aufbaut, den Gesellschaft und Politik wollen. Forschung, die grundlegend neues Wissen schafft, braucht Zeit und Freiraum, um die Welt präzise zu beschreiben und zu verstehen.

Inwiefern ist Grundlagenforschung die Basis für Innovation?

Stark: Ohne etwas grundlegend zu verstehen, kann man nichts Neues entwickeln. Ich denke beispielsweise an die Immunologie. Man muss das Immunsystem grundsätzlich begreifen, um Krankheiten, Viren, Bakterien oder Autoimmunerkrankungen wirksam bekämpfen zu

«Die Schweiz leistet sich Grundlagenforschung auf hohem Niveau – wenn man diese Grundlage schwächt, ist irgendwann der Innovationstrichter leer.»

Elisabeth Stark, Prorektorin Forschung

Bewertungskriterien für Projekte zu schärfen. Grundlagenforschung wird häufig deshalb falsch verstanden, weil man die Idee hat, alle Forschung müsse einen praktischen, anwendbaren Nutzen haben. Das ist nicht per se der Fall.

Können Sie ein Beispiel machen?

Stark: Als Sprachwissenschaftlerin arbeite ich auch theoretisch. Ich frage mich etwa, weshalb der bestimmte Artikel im Französischen und in anderen Sprachen in spezifischen Kontexten auftritt. Dabei geht es darum, besser zu verstehen, wie Sprach- und Denksysteme funktionieren. Dieses Wissen hat keinen praktischen Nutzen etwa für den Schulunterricht oder für automatische Übersetzungen. Der Wert dieser Forschung ist, mehr über Sprache an sich zu erfahren und darüber, wie sie funktioniert. Ich bin überzeugt: Dieses grundsätzliche Wissen wollen ist eine genuine Eigenschaft unserer Spezies.

Servan Grüninger: Gesellschaft und Politik sind an Forschung interessiert, die einen praktischen Nutzen verspricht. Die Frage nach dem Wert von Forschung ist legitim und wichtig. Problematisch ist allerdings, wenn

können. Letzteres ist nicht das primäre Ziel der Grundlagenforschung in diesem Bereich. Aber diese Forschung ist Voraussetzung für Wissenschaftler:innen, die nach einem neuen Krebsmedikament oder einem neuen Antibiotikum suchen. Ohne ein detailliertes Verständnis für Systeme aller Art – Mensch, Umwelt, unser Universum – kann es keinen wissenschaftlichen Fortschritt geben.

Grüninger: Ein anderes Beispiel ist die künstliche Intelligenz. Die heutigen KI-Systeme basieren auf statistischen Modellen, deren Entwicklung vor rund achtzig Jahren begonnen hat. In den 1940er-Jahren versuchten Forschende aus Mathematik und Neurobiologie, die Funktionsweise des menschlichen Gehirns mit mathematischen Modellen, sogenannten neuronalen Netzen, zu beschreiben. Dass daraus einmal Systeme entstehen würden, die Autos steuern und Texte verfassen, konnten sie nicht ahnen. Und der Weg dahin war steinig. Weil der praktische Nutzen zuerst kleiner war als erhofft, wurden Fördermittel wiederholt gekürzt. Weitergefordert wurde trotzdem. Zum Glück. Denn als leistungsfähige Computer und grosse Datenmengen dazukamen, zeig-



Engagieren sich für eine florierende Grundlagenforschung: Servan Grüninger und Elisabeth Stark vor dem Gartenpavillon im Stockargut.

te sich, wie nützlich neuronale Netzwerke für eine Vielzahl von Anwendungen sind. Wir können nicht vorhersehen, welches Wissen wir in fünfzig Jahren brauchen. Deshalb sollte die Grundlagenforschung nicht eingeengt und auf einen unmittelbaren Nutzen getrimmt werden. Sonst riskieren wir, in eine Sackgasse zu geraten, und verlieren die Möglichkeit, Dinge grundsätzlich zu hinterfragen und neu zu denken. Genau dies kann und soll Grundlagenforschung leisten.

Stark: Gerade wenn es um Digitalisierung, KI und deren Anwendung geht, sind auch die Geistes- und Sozialwissenschaften wichtig, die gesellschaftlich und politisch zuweilen unter Legitimationsdruck stehen. Fächer wie Philosophie, Theologie oder Psychologie fragen grundsätzlich danach, was der Mensch ist. Sie untersuchen beispielsweise, was mit Menschen passiert,

die sich im Smartphone verlieren oder Maschinen plötzlich menschliche Qualitäten zuschreiben. Und sie untersuchen, was diese Entwicklungen für den gesellschaftlichen Zusammenhalt und die Demokratie bedeuten. Das sind ganz allgemeine Fragen, aus denen keine Schulbücher entstehen, und es lassen sich daraus auch keine Wahlempfehlungen ableiten. Aber diese Forschung hilft der Gesellschaft, sich angesichts rasanter Veränderungen besser zu orientieren.

Was sind die Folgen, wenn Forschende zu stark auf unmittelbaren Nutzen verpflichtet werden?

Grüninger: Dann verschieben sich die Anreize. Wenn Forschende in drei Jahren zeigen müssen, dass sie Krebs heilen oder das Universum erklären, entsteht Druck, schnelle Ergebnisse zu produzieren. Das gefährdet methodisch sauberes Arbeiten, sorgfältige Datenerhebung, Peer Review und Reproduzierbarkeit. Wenn wir Ergebnisse produzieren, die nicht verlässlich sind, untergraben wir das Vertrauen in die Wissenschaft.

Stark: In Forschungsanträgen müssen wir heute oft «Relevance and Impact» beschreiben. Bei vielen Grundlagenprojekten ist das die falsche Frage. Man sollte erklären müssen, wie ein Projekt ein Forschungsparadigma prüft, erweitert oder infrage stellt. Aber man sollte nicht immer behaupten müssen, daraus entstehe ein Spin-off, eine Policy oder ein Medikament. Vielleicht entsteht daraus nie eine direkte Anwendung. Trotzdem wissen wir danach mehr über den Menschen, über Sprache, über Natur oder Gesellschaft.

Grüninger: Der Druck kann sogar dazu führen, dass bestimmte Fragen gar nicht mehr gestellt werden. Wenn Forschende merken, dass eine Idee zu theoretisch, zu neu oder zu schwer verwertbar ist, verzichten sie vielleicht auf einen Antrag. Damit wird der qualitative Kern der Wissenschaft gefährdet.

Elisabeth Stark

ist Prorektorin Forschung an der UZH und Professorin für Romanische Sprachwissenschaft. Ihre Hauptinteressen sind die vergleichende Analyse romanischer Artikelsysteme und die Variation im Französischen (vor allem die stilistische Variation zwischen mündlichem und schriftlichem Ausdruck), wobei sie variationistische und formale Ansätze zur Modellierung menschlicher Sprache verbindet.

Servan Grüninger

hat sein Studium mit Politikwissenschaften und Recht begonnen und mit Biostatistik und Computational Science abgeschlossen. In seiner Dissertation an der Universität Zürich beschäftigte er sich damit, wie aus Forschungsfragen Daten und aus Daten verlässliche Erkenntnisse werden. Er hat die Arbeitsgruppe «Wert der Grundlagenforschung» geleitet und das Arbeitspapier «Wert und Bewertung der Grundlagenforschung» verfasst.

In der biomedizinischen Grundlagenforschung spielen Tierversuche eine wichtige Rolle. Weshalb braucht es diese Experimente?

Stark: Weil man einen lebenden Organismus braucht, wenn man einen lebenden Organismus verstehen will. Bei konkreten Wirkstofftests gibt es heute gute Ersatzmethoden, etwa Organoide oder Organ-on-a-chip-Systeme. Aber wenn man verstehen will, wie ein Organismus als Ganzes funktioniert, reicht das oft nicht. Tierversuche müssen aber gut begründet und ethisch vertretbar sein.

Grüniger: Tierversuchsfreie Methoden funktionieren gut in Bereichen, in denen wir schon genug über einen Teil eines biologischen Systems wissen, um ihn nachzuahmen. Wenn es beispielsweise darum geht, Hautreizungen durch chemische Stoffe zu testen, lassen sich Tierversuche schon länger teilweise oder vollständig ersetzen. In der Grundlagenforschung ist das schwieriger. Wenn wir zum Beispiel verstehen wollen, wie angeborene Krankheiten entstehen oder wie sich das Gehirn entwickelt, können wir dazu nicht allein Zellkulturen verwenden. Die Forschung an Tieren beantwortet Fragen, die anderweitig aus praktischen oder ethischen Gründen nicht untersucht werden könnten.

Wie wird der Erkenntnisgewinn gegen die Belastung der Tiere abgewogen?

Stark: Das Tierschutzgesetz schreibt eine Güterabwägung vor. Der wissenschaftliche Erkenntnisgewinn wird der Belastung des Tiers gegenübergestellt. Die Belastung ist in Schweregrade eingeteilt, und je höher sie

ist, desto höher sind die Hürden. Unser Eindruck ist, dass Grundlagenforschung in dieser Abwägung zunehmend unter Druck gerät. Das reine Wissenwollen wird teilweise weniger stark gewichtet als eine nahe biomedizinische Anwendung.

Grüniger: Die Situation ist rechtlich und politisch anspruchsvoll. Das Gesetz anerkennt die Grundlagenforschung als legitimen Zweck für die Forschung mit Tieren. Gleichzeitig gibt es Gerichtsurteile, die in bestimmten Fällen höhere Ansprüche an die Grundlagenforschung stellen, was die Rechtfertigung ihrer Forschung anbelangt. Grundlagenforschende müssen damit besser erklären können, weshalb der Erkenntnisgewinn ihrer Projekte Gewicht haben sollte, als ihre Kolleg:innen in der angewandten Forschung. Am Ende ist es aber auch eine gesellschaftspolitische Entscheidung, welchen Stellenwert die Grundlagenforschung in diesem und anderen Bereichen haben soll – diese Debatten sollten wir führen.

Braucht die Grundlagenforschung neue Rahmenbedingungen?

Stark: Zunächst müssen wir die gute Ausgangslage in der Schweiz verteidigen. Der Schweizerische Nationalfonds fördert exzellente Forschung und hält Räume für nicht unmittelbar anwendungsorientierte Projekte offen. Im internationalen Vergleich ist das ein grosser Vorteil. Die Schweiz leistet sich Grundlagenforschung auf hohem Niveau – das ist die Voraussetzung für vieles, was später kommt. Wenn man diese Grundlage schwächt, ist irgendwann der Innovationstrichter leer.

17.10.2026 —

7.2.2027

Roberto
Burle

Modernismo
tropical
Marx


Zentrum
Paul Klee

Gegründet von:

Maurice E. & Martha Müller
sowie den Erben Paul Klee

Mit Unterstützung von:



Kanton Bern
Canton de Berne



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Kultur BAK

Grüninger: Zentral ist die Trennung der Bewertungsebenen. Wir unterscheiden drei: das einzelne Projekt, das Forschungsprogramm und die gesellschaftliche Wirkung. Auf der Ebene des einzelnen Forschungsprojekts sollten innerwissenschaftliche Kriterien im Vordergrund stehen: Methode, Plausibilität, Transparenz, Beitrag zum Forschungsprogramm. Ob ein Forschungs-

oder drei Jahren beurteilen. Man muss auch 10, 20 oder 30 Jahre zurückschauen und fragen, welche Grundlagen für heutige Anwendungen entscheidend waren.

Stark: Dazu kommt das Verständnis für Zeit und Sorgfalt. Forschung braucht Freiräume, auch finanzielle. Forschende brauchen die Möglichkeit, eine Frage gründlich zu bearbeiten, ohne ständig eine unmittelbare Anwen-

«Grundlagenforschung schafft die Erkenntnisbausteine, auf die spätere Wissenschaft aufbaut.»

Servan Grüninger, Statistiker

programm gesellschaftlich bedeutsame Fragen adressiert, ist eine andere Frage, und die darf und soll demokratisch diskutiert werden. Aber man darf nicht verlangen, dass ein einzelnes Projekt alle gesellschaftlichen Erwartungen an die Forschung als Gesamtsystem erfüllt.

Was bedeutet das konkret für die Forschungsförderung?

Grüninger: Es braucht unterschiedliche Finanzierungsformen. Nicht jedes Projekt muss Grundlagenforschung, Anwendung, Skalierung, Kommunikation und Infrastruktur zugleich leisten. Es braucht Menschen, die sich auf die Grundlagen konzentrieren können; andere, die Wissen übersetzen, und wieder andere, die Anwendungen entwickeln oder Infrastrukturen bereitstellen. Zudem sollte man Forschungsleistungen nicht nach zwei

dung behaupten zu müssen. Gerade für den wissenschaftlichen Nachwuchs ist das wichtig. Es wäre falsch, wenn sich jemand im Doktorat schon fragen müsste, ob aus seiner theoretischen Frage ein Produkt oder eine Policy entsteht.

Was wollen Sie mit Ihrem Arbeitspapier bewirken?

Stark: Es soll die Diskussion strukturieren. Wir wollten von einem schlechten Bauchgefühl – dem wachsenden Rechtfertigungsdruck – zu einem systematischen Verständnis darüber kommen, wo die Probleme liegen und auf welchen Ebenen sie gelöst werden sollten. Besonders wichtig ist mir, dass die vielen beteiligten Disziplinen sichtbar werden. Es geht nicht um ein Spezialproblem der biomedizinischen Forschung, sondern um eine grundlegende Herausforderung des heutigen Wissenschaftsbetriebs.

Grüninger: Es ist ein Arbeitspapier, mit dem, wie der Name sagt, gearbeitet werden soll. Es liefert nicht die letzte Antwort, sondern einen Rahmen für kommende Diskussionen. Wir schlagen vor, Anreizsysteme, Kommunikation und Evaluation klarer zu unterscheiden. Wir möchten mit der UZH, dem Schweizerischen Nationalfonds und anderen Forschungsorganisationen weiterarbeiten und auch politische, juristische und administrative Akteure einbeziehen.

Welches Fazit ziehen Sie aus Ihrer bisherigen Analyse?

Stark: Wir müssen offensiver erklären, weshalb Grundlagenforschung wichtig ist – auch wenn Gegenwind kommt. Es ist besser, diese Debatte aktiv zu führen, als auf den nächsten Sparhammer oder die nächste Bewilligungsdebatte zu reagieren. Bei Tierversuchen etwa kann das Arbeitspapier helfen zu zeigen, wenn Kategorien verwechselt werden: Aus einem Gehirnforschungsprojekt entsteht in drei Jahren kein Alzheimer-Medikament. Vielleicht aber schafft es Wissen, das in 20 oder 30 Jahren entscheidend ist.

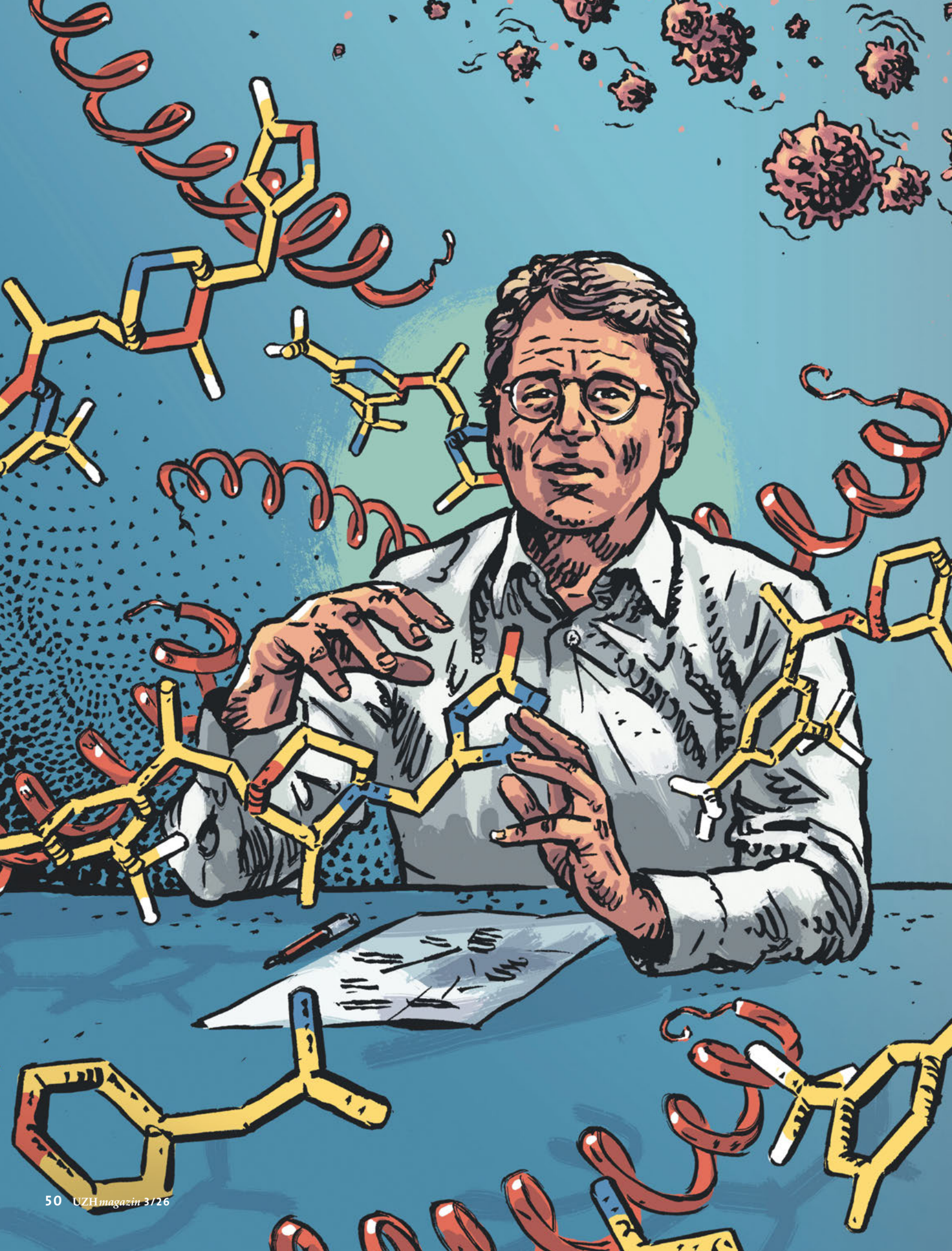
Grüninger: Genau darum geht es: Grundlagenforschung schafft die Erkenntnisbausteine, auf denen spätere Wissenschaft, gesellschaftliche Orientierung und Innovation aufbauen. Wenn wir sie nur nach kurzfristigem Nutzen bewerten, verlieren wir langfristig die Fähigkeit, Neues zu verstehen und Neues zu schaffen.

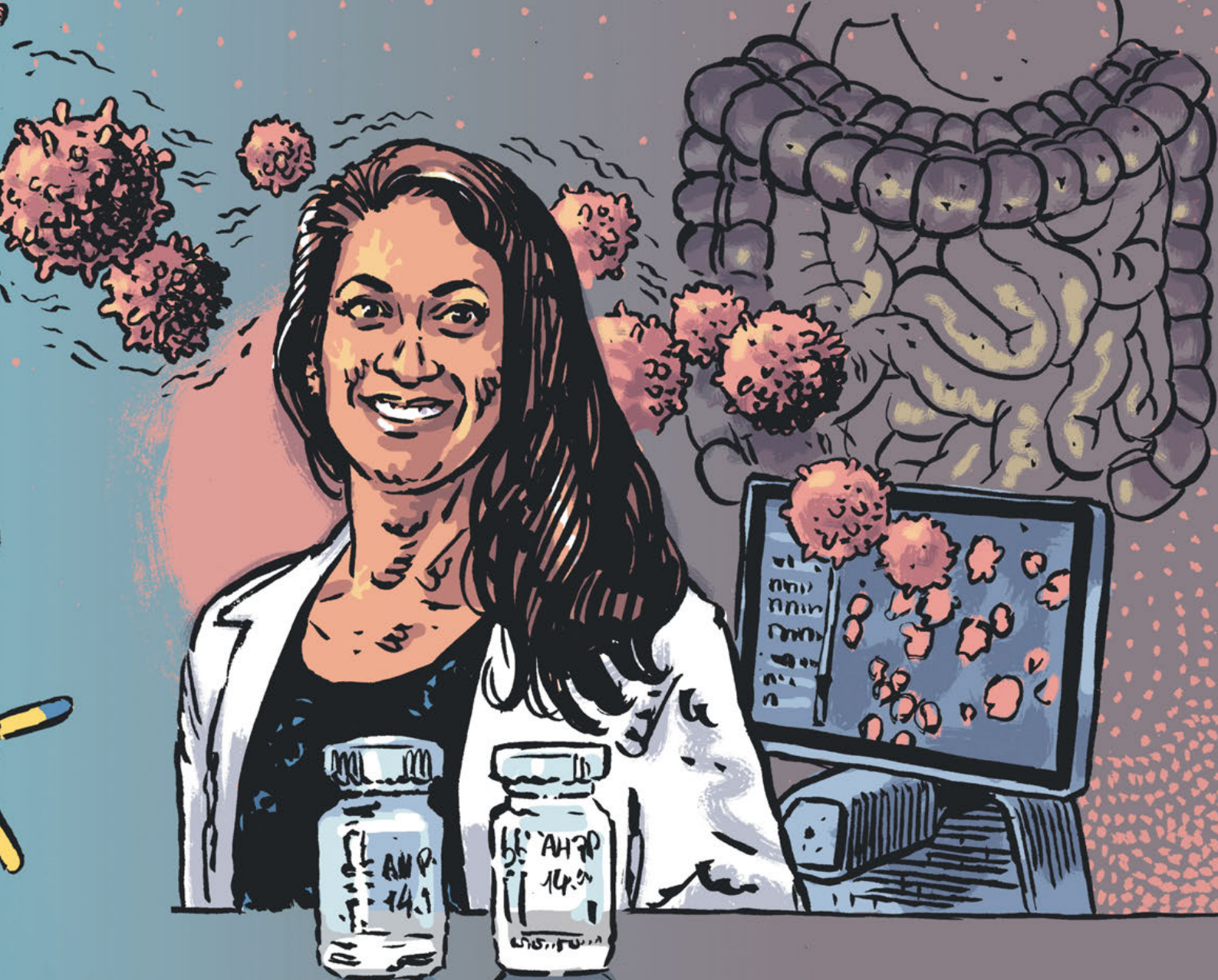
Arbeitspapier

Wert und Bewertung von Grundlagenforschung

Grundlagenforschende schaffen neues Wissen und legen das Fundament für spätere Innovationen. Doch die Grundlagenforschung steht unter Druck: Was sich nicht sofort auszahlt, gerät leicht in Erklärungsnot. Das Arbeitspapier «Wert und Bewertung der Grundlagenforschung» der UZH geht der Frage nach, worin der Wert der Grundlagenforschung liegt. Die Antwort: im Wissen selbst. Grundlagenforschung erweitert dieses Wissen und prüft, was in einem Fach als gesichert gilt, und macht so überhaupt erst sichtbar, wo die Grenzen des bisherigen Verständnisses verlaufen. Wer dies aufgibt, forscht in den immer gleichen Bahnen.

Das Arbeitspapier schlägt vor, bei der Bewertung von Grundlagenforschung drei Beurteilungsebenen zu unterscheiden: das einzelne Forschungsprojekt, das Forschungsprogramm und die gesellschaftliche Wirkung. Auf jeder Ebene gelten eigene Kriterien und auf jeder kann und sollte der Beitrag der Grundlagenforschung unterschiedlich beschrieben und beurteilt werden. So lässt sich Grundlagenforschung bewerten, ohne ihren Wert für Wissenschaft und Gesellschaft zu gefährden. Das Papier beruht auf Gesprächen und Workshops mit Vertreterinnen und Vertretern aus Forschung, Wissenschaftskommunikation und Forschungsförderung. www.uzh.ch/researchinnovation





UZH LIFE — Grundlagenforschung und Innovation

Proteine nach Mass, gesunder Darm

Mit ihrem Spin-off Adularia entwickelt die ehemalige Postdoktorandin Ana Montalban-Arques eine neuartige Immuntherapie gegen Darmkrebs. Der Biochemiker und Proteinspezialist Andreas Plückthun hat bereits vier erfolgreiche Unternehmen gegründet. «Revolutionäre Innovationen kommen aus der freien Grundlagenforschung», sagt er.

Ana Montalban-Arques war seit eineinhalb Jahren als Postdoktorandin am Universitätsspital Zürich tätig, als sich vielversprechende Ergebnisse ihrer Forschung zeigten. Sie beschäftigte sich mit der Frage, ob es einen Zusammenhang zwischen Darmkrebs und dem Mikrobiom, also der Bakterienbesiedlung in unserem Darm gibt. Ihr wurde klar: Bei Personen, die an Darmkrebs erkranken, ist das Mikrobiom anders zusammengesetzt, ihnen fehlt es an bestimmten Bakterienarten. Daraus ergab sich eine neue Frage: Könnte man daraus eine Therapie entwickeln, bei der den Betroffenen diese fehlenden Bakterien verabreicht werden?

Montalban-Arques' Professor fragte sie deshalb: «Könntest du dir vorstellen, ein Unternehmen zu gründen und zu leiten, um das neu gewonnene Wissen in eine Therapie umzusetzen?» Die junge Forscherin musste ob dieser Frage erst einmal leer schlucken. Einen solchen Schritt hatte sich die damals 33-Jährige noch nie überlegt. Nach etwas Bedenkzeit und einigen Gesprächen unter anderem mit ihrem Partner, der in derselben Forschungsgruppe tätig war, sagte sie zu. Überzeugt hatte sie unter anderem das Argument, dass sich eine zukünftige Tätigkeit als Professorin und als CEO gar nicht so sehr unterscheiden: «Es geht hauptsächlich darum, ein Team zu führen und sich um die Finanzen zu kümmern», sagt sie.

Trotzdem sind Akademie und ein Spin-off zwei verschiedene Welten. Ana Montalban-Arques tauchte ab 2020 langsam in die für sie neue Unternehmenswelt ein. Ihr Ziel war klar: ein Unternehmen gründen, das basierend auf dem Mikrobiom im Darm eine neuartige Immuntherapie gegen Krebs entwickelt (vgl. Kasten). Der Weg zum Spin-off Recolony begann damit, dass sie sich erfolgreich für ein Entrepreneur-Fellowship an der

UZH bewarb. Das Programm bietet Angehörigen der Universität Zürich Trainings, Networking und auch finanzielle Ressourcen, um ein Geschäftsmodell für ein geplantes Spin-off zu entwickeln. Weitere Unterstützung vom Schweizerischen Nationalfonds, von der Innovationsförderstelle Innosuisse und dem Wyss Zurich Translational Center stärkte die Zuversicht, dass sie und das dreiköpfige Gründerteam aus dem Universitätsspital Zürich mit ihrer Idee auf dem richtigen Weg sind.

Eine gute Idee reicht nicht

In der ersten Phase war Montalban-Arques weiterhin als Forscherin tätig, widmete sich aber nach der Gründung des Spin-offs 2022 ganz den Aufgaben als CEO. Die Forschung loszulassen, fiel ihr leicht: «Es war der nächste logische Schritt, unsere wertvollen Erkenntnisse nicht in der Schublade verstauben zu lassen, sondern daraus eine effektive Therapie zu entwickeln», sagt sie. Eine gute Idee allein reiche aber nicht für ein Spin-off, ist sie überzeugt. Man müsse sich auch fragen, ob damit ein reales Problem gelöst wird, ob es einen Markt gibt und ob sich die Idee patentieren lässt.

Vor allem aber bedeutet, ein Spin-off zu gründen: «Man muss lernen, mit dem Unbekannten und einer offenen Zukunft umzugehen – auch dem Risiko, zu scheitern», sagt Montalban-Arques. Was ihr dabei geholfen hat, ist die Erfahrung: «Wer ein Unternehmen gründet, geht auf einem dunklen, unbekannten Weg, bei dem Schritt für Schritt die Beleuchtung vor einem eingeschaltet wird. Man wächst in die Rolle hinein.» Denn wenn man sich entschieden habe, Unternehmerin zu werden, öffneten sich immer weitere Türen mit unterstützenden Angeboten etwa für das Networking. Hilfreich war für sie zudem zu wissen: «Ich bin nicht die Einzige, viele andere sind diesen Weg schon vor mir gegangen und gehen ihn heute – gerade auch junge Frauen.»

In der Zeit seit der Firmengründung ist die heute 39-jährige Montalban-Arques zweifache Mutter geworden. «Das lässt sich durchaus miteinander vereinbaren», sagt sie. Wobei sie und ihr Partner, der auch zu den Gründern gehört, aktiv dafür sorgen. Ihre Regel: Geht es um das Geschäft, unterhalten sich die beiden in Englisch. Die Zeit zuhause aber gehört ganz privaten Themen – dann sprechen die gebürtige Spanierin und ihr Schweizer Partner Spanisch und Schweizerdeutsch. «Es hat sich sehr bewährt, dies so zu trennen», sagt sie. Wichtig für eine gute Work-Life-Balance sei zudem eine klare Arbeitsteilung im Team, das inzwischen acht Personen umfasst.

Ein weiterer Rat für andere Spin-offs: «Man muss flexibel bleiben.» So suchte Recolony zuerst nach dem idealen Bakterienmix für die Behandlung. Investoren und andere Stakeholder fragten aber immer wieder: Wie genau wirken die Bakterien gegen Krebs? «Wenn ihr anstelle von lebenden Bakterien nur die Substanz der Bakterien, die für die Wirkung verantwortlich ist, nutzen könntet, wäre das einfacher herzustellen und zu bewilligen. Das hörten wir immer wieder», sagt Montalban-Arques. Tatsächlich gelang es dem Team, das entsprechende Stoffwechselprodukt der Bakterien zu identifizieren. Deshalb wurde im Frühling 2025 die Wirkstoffproduk-

Spin-offs

Protein-Engineering und Immuntherapie

Andreas Plückthun war an vier Ausgründungen von Unternehmen beteiligt. Die Spin-offs MorphoSys (1992 gegründet, 2025 von Novartis übernommen), Molecular Partners (2004, heute börsenkotiert), G7 Therapeutics (2014, heute Teil von Nxera) und Vector Biopharma (2021) basieren auf seiner Forschung zur gezielten Veränderung und Neuentwicklung von Proteinen – etwa Antikörpern (Protein-Engineering).

Das Spin-off Adularia (2022) von CEO Ana Montalban-Arques basiert auf der Erkenntnis ihrer Forschung, dass es Patientinnen und Patienten mit Darmkrebs an bestimmten Bakterien im Mikrobiom des Darms fehlt. Die Idee: Stoffwechselprodukte dieser Bakterien sollen als künstlich hergestellte, optimierte «Small Molecules» als Immuntherapie gegen Krebs genutzt werden.



«Wer ein Spin-off gründet, muss lernen, mit dem Unbekannten und einer offenen Zukunft umzugehen – auch dem Risiko, zu scheitern.»

Ana Montalban-Arques, CEO und Gründerin von Adularia

tion neu ausgerichtet und der Name des Spin-offs in Adularia geändert. Jetzt sollen bis 2030 Resultate aus einer ersten klinischen Studie vorliegen. Um diesen Weg weitergehen zu können, ist Montalban-Arques heute vor allem mit der ersten Finanzierungsrunde durch private Investoren beschäftigt.

Innovation Hub und Business Angels

Rund 170 Unternehmen wurden bisher von UZH-Wissenschaftler:innen gegründet. Eine ganze Palette von Initiativen steht bereit, um Angehörige der UZH bei einem solchen Vorhaben zu unterstützen. Das reicht vom Innovation Hub mit Kursen und Fellowships bis zur Technologietransfer-Organisation Unitecra mit Beratung etwa zu Patenten. Ausserhalb der Hochschule bieten eine Vielzahl weiterer Akteure Begleitung auf dem Weg zum Unternehmen an – von Wettbewerben wie VentureKick über Förderagenturen wie Innosuisse bis zu Netzwerken von Business Angels und Venture-Capital-Investoren.

All diese Initiativen sind in den letzten Jahrzehnten entstanden. «Das gab es früher nicht», erinnert sich

Andreas Plückthun. Der Professor für Biochemie an der UZH gehört zu den Pionieren des Protein-Engineerings. Seine Forschung führte immer wieder zu Entdeckungen, die es ermöglichten, Proteine und Antikörper therapeutisch nutzbar zu machen gegen spezifische Krankheiten. Plückthun ist den Weg aus der Forschung zu einem Spin-off bereits viermal gegangen. Bei der ersten Gründung eines Spin-offs, an der er beteiligt war, war er 1992 noch als Forscher in Deutschland tätig: «Es war eine Zeit, als Firmengründungen aus Universitäten in Europa noch völlig unbekannt waren.» Vorbilder hatte Plückthun in den USA, wo er zuvor geforscht hatte. So war «Learning by Doing» angesagt, zumal es eben auch an unterstützenden Angeboten fehlte. Das dreiköpfige Gründerteam sprach mit Leuten in den USA und aus der Pharmabranche und holte sich schrittweise das nötige Wissen von weiteren Fachpersonen aus Wirtschaft und Recht.

Viel Überzeugungsarbeit nötig

Erst versuchte das Team, seine Forschungserkenntnisse direkt Pharmaunternehmen anzubieten oder diese als Investoren zu gewinnen – was scheiterte. «Kommt wieder, wenn ihr 90 Prozent des Weges zu einem Therapeutikum geschafft habt, war die Antwort der risikoscheuen Unternehmen», erinnert sich Plückthun. Dass da drei junge Wissenschaftler Erfolg haben könnten, traute ihnen niemand zu. So bestand die grosse Herausforderung darin, aufgrund fehlender anderer Finanzierungsmöglichkeiten von Anfang an private Investoren zu finden. «Es brauchte viel Überzeugungsarbeit», blickt Plückthun zurück. Aber es hat funktioniert: Sein erstes Spin-off MorphoSys gehört zu den Pionieren der Antikörper-Herstellung. Das Spin-off hat therapeutische Antikörper für diverse Erkrankungen entwickelt und auf den Markt gebracht, ging an die Börse und wurde 2025 von einem Pharmaunternehmen übernommen.

Bei den nächsten Spin-offs, die Plückthun 2004, 2014 und 2021 an der UZH mitgründete, wurde alles einfacher. Dies aus zwei Gründen. Einerseits änderte sich das gesellschaftliche Umfeld und Spin-offs wurden häufiger, die Skepsis schwand und die Finanzwelt wurde risikobereiter. Andererseits half die Erfahrung: «Hat man bereits ein erfolgreiches Unternehmen gegründet, ist das ein Leistungsausweis, der Türen öffnet. Jetzt kontaktierten uns Investoren sogar von sich aus, ob sie bei uns einsteigen dürfen, und wir konnten sehr erfolgreiche weitere Unternehmen aufbauen.»

Den richtigen Zeitpunkt erwischen

Heute erlebt Plückthun wieder weniger Risikobereitschaft bei Investoren. «Das hat viel mit Faktoren zu tun, die man nicht beeinflussen kann – etwa dem Zinssatz in den USA», sagt er. Während die Finanzierung der ersten drei Unternehmen gut funktionierte, wurde sie beim vierten später schwieriger und es musste vorerst aufgelöst werden. «Die Patente sind aber gesichert. Sobald es uns gelingt, eine Finanzierung zu finden, können wir neu starten», sagt er. «Das Wichtigste bei einer Firmengründung ist es, von Anfang an ein Team von Gleichgesinnten mit sich ergänzenden Fähigkeiten zu haben»,

Weiterbildung für neue Perspektiven.

Starten Sie jetzt eine Weiterbildung und wählen Sie aus über 100 Angeboten rund um Life Sciences, Data Science, Food Science, Umwelt und Immobilien.

zhaw.ch/lsfm/weiterbildung



Jetzt informieren



Universität
Zürich UZH

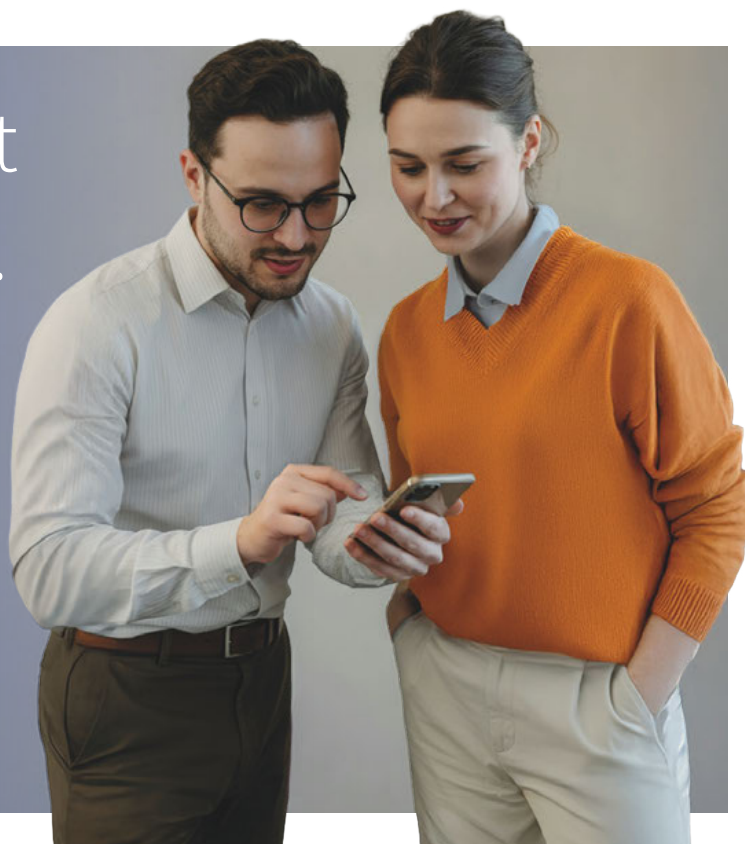
Weiterbildung

Ihr Smartphone ist immer up-to-date. Ihr Wissen auch?



Bilden Sie sich an der
Universität Zürich weiter

weiterbildung.uzh.ch





«Hat man bereits ein erfolgreiches Unternehmen gegründet, ist das ein Leistungsausweis, der Türen öffnet.»

Andreas Plückthun, Biochemiker
und mehrfacher Spin-off-Gründer

sagt Andreas Plückthun. So war er immer derjenige, der die Forschung in seinem Labor initiierte und sich um ihre weitere Entwicklung kümmerte. Andere in den Gründungsteams hatten ein Interesse an Zahlen und widmeten sich den Finanzen, oder sie waren sehr kommunikativ und bahnten die Geschäftsbeziehungen an.

Und wie merkt man, wann der richtige Zeitpunkt ist, ein Spin-off zu gründen? «Aus der Sicht der Investoren waren wir immer zu früh. Sie wollten immer noch mehr Zweifel ausgeräumt haben und mehr Forschungsergebnisse, die zeigen, dass unsere Idee funktioniert», sagt Plückthun. Aber dieses sogenannte De-risking finde in der Praxis häufig erst in der Phase statt, wenn das Unternehmen bereits gegründet ist. Für ihn ist klar: Wenn man das passende Team und eine Idee hat, von der man überzeugt ist, dass sie auf dem Markt führend sein kann, sollte man nicht zu lange warten mit der Gründung: «Man muss die Chance ergreifen, sonst zerstreuen sich die richtigen Leute oder die Konkurrenz ist schneller.»

Wichtige Grundlagenforschung

Inzwischen hat sich der heute 70-Jährige aus offiziellen Funktionen wie den Verwaltungsratsmandaten seiner

Spin-offs zurückgezogen. Dass er nie selber CEO geworden ist, hat auch damit zu tun, dass er weiterhin an der Universität forschen wollte. «Die Hochschule ist der Ort, wo man auch wilde Sachen ausprobieren kann. Die revolutionären Innovationen entwickeln sich aus der freien Grundlagenforschung», ist Plückthun überzeugt: «Auch unsere Forschung zu Antikörpern hatte erst mal nichts mit Medizin zu tun, sondern mit dem Verständnis dieser Proteine – was aber entscheidend war für den späteren Erfolg der Spin-offs.» Der Gedanke, aus neuem Wissen ein Unternehmen zu gründen, schwingt bei ihm aber immer mit: «Ich habe noch einen weiteren konkreten Plan für ein Spin-off», sagt er.

Während Plückthun in der Forschung verblieben ist, hat sich Montalban-Arques ganz ihrer Rolle als CEO verschrieben. Beides ist gemäss den Richtlinien der UZH nicht möglich. Verbleibt ein Gründer an der UZH, darf er zwar als Verwaltungsrat oder Berater für sein Spin-off tätig sein, aber nicht als Geschäftsführer.

CEO Ana Montalban-Arques ist zuversichtlich für Adularia. Verläuft die erste klinische Studie bis 2030 positiv, wäre dies bereits der erste mögliche Zeitpunkt für einen sogenannten Exit – also das Spin-off von einem Pharmaunternehmen aufkaufen zu lassen. Wie es in diesem Fall für sie weitergehen würde, wäre offen. Aber sie bleibt gelassen. Denn der Umgang mit dem Unbekannten fällt ihr heute viel leichter als früher: «Ich habe als CEO eines Spin-offs so viel Neues gelernt. Das wird mir auch helfen, den nächsten Schritt in meiner Karriere zu gehen.»

UZH Innovation Hub

Aus Forschung Produkte machen

Innovationen, die auf wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhen, tragen dazu bei, Probleme zu lösen, die heute unsere Gesellschaft herausfordern. Solche Lösungen entstehen, wenn Wissen über Disziplinen hinweg verbunden wird und Grenzen etablierter Denkweisen überschritten werden. Gerade an den Schnittstellen verschiedener Disziplinen liegt besonders Potenzial, dank unterschiedlicher Perspektiven auf neue, unerwartete Ideen zu kommen und diese weiterzuentwickeln.

Hier kommt der UZH Innovation Hub ins Spiel. Er unterstützt Wissenschaftler:innen dabei, aus ihren wissenschaftlichen Erkenntnissen Produkte mit Wirkung für Gesellschaft und Wirtschaft zu machen. Der Innovation Hub fördert unternehmerisches Denken, vermittelt Innovationskompetenzen, er schafft Wege von der Forschung zur Anwendung und stärkt das Ökosystem, in dem neue Ideen entstehen und sich entfalten können – durch das Zusammenspiel der disziplinären Vielfalt an der UZH. www.innovation.uzh.ch



.....

PORTRÄT — Rico Sennrich

Smarter Rechner

Rico Sennrich ist ein Pionier der künstlich intelligenten Sprachverarbeitung. Er hat eine Methode entwickelt, mit der KI-Tools Texte präziser generieren und übersetzen können. Dafür wurde er vor kurzem mit einem Award für nachhaltige Innovationen in der Computerlinguistik ausgezeichnet.

.....



Wenn wir von KI-Helfern Texte übersetzen und generieren lassen, rechnen im Hintergrund die Algorithmen von Rico Sennrich.

Text: Simona Ryser
Bilder: Marc Latzel

Seine Schwiegermutter schickt Grüsse auf WeChat in chinesischen Schriftzeichen. Rico Sennrich berührt den Translate-Button auf dem Smartphone und bekommt die Nachricht übersetzt. Der Computerlinguist spricht auch etwas Chinesisch. Sprachen interessieren ihn. Ursprünglich ist er Anglist, und einst am Gymnasium in St. Gallen hatte er das altsprachliche Profil gewählt. Vor allem fasziniert ihn, wie Sprachen funktionieren – menschliche und maschinelle. Rico Sennrich ist Professor für Computerlinguistik und hat vor kurzem den Test-of-Time-Award der Association for Computational Linguistics erhalten. Der Preis wird für Innovationen aus der Grundlagenforschung, die auch nach zehn Jahren noch Bestand haben, verliehen.

Und das hat seine Erfindung. Sie erleichtert uns täglich das Leben mit Smartphones, Laptops und Computern. Während wir ganz selbstverständlich mit ChatGPT, Claude und all den zahlreichen KI-Helfern Texte übersetzen und generieren lassen, rechnen im Hintergrund die Algorithmen von Rico Sennrich im Hölletempo Bits und Bytes rauf und runter. Vor exakt zehn Jahren, 2016, präsentierten Sennrich und sein Team eine neue Methode, die prägend war für die meisten kommerziellen neuronalen Sprachmodelle. Mit der so genannten Tokenisierung, der Zerteilung der Sprache in kleinste Textbausteine, gelang es, ein Verfahren einzuführen, das es GPT-Modellen ermöglicht, sämtliche Wörter einer Sprache zu verarbeiten und sich nicht mehr wie davor auf die häufigsten zu beschränken. Ursprünglich für das maschinelle Übersetzen entwickelt, ist die Tokenisierung heute Grundlage praktisch aller grossen Sprachmodelle.

Durchschlagende Idee

Rico Sennrich lächelt verschmitzt. 2013 bis 2015 war er als SNF-Postdoctoral-Fellow Gast an der University of Edinburgh. Als er sich anschliessend für eine ausgeschriebene Postdoc-Stelle bewarb, wurde er beim Job-Interview gefragt, was für ein Projekt er verfolgen würde,

wenn er sich mit den damals noch neuen künstlichen neuronalen Methoden beschäftigen könnte. Er habe da so eine Idee, habe er geantwortet, wie man von dem maschinellen Übersetzungssystem mit begrenztem Wortschatz zu einem System mit unbegrenzter Übersetzungsmöglichkeit kommen könne. Damals bekam Sennrich den Job, in diesem Jahr nun den Award für die Idee, die sich als durchschlagend herausstellen sollte.

Sennrich springt vom Besprechungstisch auf, setzt sich an den Computer und schreibt ein langes Wort ins blinkende Feld: Coronapandemiemassnahmengegner:innen. Der Computerlinguist zeigt mir, wie ChatGPT es in Token schneidet. Das Wort leuchtet zerstückelt in verschiedenen bunten Abschnitten. Früher waren zusammengesetzte Wörter, wie sie gerade im Deutschen besonders häufig vorkommen, für maschinelle Übersetzungssysteme eine grosse Herausforderung. Auch Sätze

«KI erlaubt es uns, in Fremdsprachen, die wir nicht kennen, zu kommunizieren, das ist eine grosse Chance, um Barrieren abzubauen.»

Rico Sennrich, Computerlinguist

Berg oder Strand?

Wimmelbuch und Wirbelwind

Wo sind Sie am kreativsten?

Die meisten Ideen kommen mir bei Gesprächen mit Mitarbeitenden und Studierenden, aber grössere Texte oder Projekte entwerfe unterwegs in der Natur.

Was machen Sie, um den Kopf auszulüften und auf neue Gedanken zu kommen?

Mein zweijähriger Sohn ist ein Wirbelwind und lüftet meinen Kopf am Abend mühelos aus.

Mit welcher berühmten Persönlichkeit würden Sie gerne zu Abend essen und weshalb?

Der Komiker Jon Stewart verbindet Humor mit politischem Biss und wäre sicher ein interessanter Gesprächspartner.

Drei Bücher, die Sie auf die einsame Insel mitnehmen würden?

Auf meinen letzten Inselferien war «Midnight's Children» von Salman Rushdie dabei. Dazu vielleicht noch ein Buch, das ich gerne mal lesen wollte, aber nie dazu gekommen bin: «Hundert Jahre Einsamkeit» von Gabriel García Márquez. Und hoffentlich bin ich auf der Insel nicht ganz allein, sondern mit meiner Familie, und dann kommt noch ein Wimmelbuch für meinen Sohn mit.

Kugelschreiber oder Laptop?

Mein Laptop ist bei Weitem mein wichtigstes Arbeitsinstrument, aber Kugelschreiber und Papier schätze ich weiterhin fürs Brainstorming und die Arbeit mit Textentwürfen.

Berg oder Strand?

Beides. Die nächsten Ferien verbringe ich mit meiner Familie in den Bergen.

wie «Er hängte die Wäsche auf» oder «Sie legte den Mantel ab» waren problematisch, weil die abgetrennten Verbpartikel «ab» beziehungsweise «auf» nicht erkannt werden konnten. Alles, was unbekannt oder selten ist, stellte für frühere maschinelle Übersetzungssysteme ein Problem dar. «Allerdings steckt oft gerade in solchen Elementen die entscheidende Information eines Satzes», erklärt Sennrich. Ein Beispiel: «Ich wohne in Hindelbank». Für einen Menschen ist klar, dass es sich beim letzten Wort um einen Ortsnamen handelt. Für frühere Übersetzungssysteme hingegen war alles lesbar, ausser das unbekannte Wort am Satzende.

Sennrich sitzt noch immer am Bildschirm. «Bei der Tokenisierung, die mit Hilfe des sogenannten Byte-Pair-Encoding geschieht, werden häufig vorkommende Zeichenfolgen zu einer Einheit zusammengefügt, während seltene Folgen aufgeteilt werden», erklärt er. Dadurch ist es für neuronale Netze möglich, auch seltene Wörter zu verarbeiten. Zuvor musste der Computer gewissermassen jedes Wort einer Sprache einzeln auswendig lernen. Durch die Zerlegung in kleinste Teile, kann das System nun auch gewisse unbekannte Wörter präzise übersetzen, indem es diese wie bei einem Puzzle aus bekannten Einzelteilen zusammensetzt.

Digitale Welt erkunden

Ein kleiner Roboter steht neben dem Computer, im Bauch trägt er eine tickende Uhr. Der Roboter sieht nett und etwas veraltet aus. Rico Sennrich wuchs in den 1990er-Jahren in St. Gallen auf. Seine Eltern betrieben ein Coiffeurgeschäft. Als kleiner Bub interessierte er sich für Science-Fiction-Literatur. Man kann ihn sich gut vorstellen, wie er im Friseursalon der Eltern zwischen fliegenden Haaren und Föhngestöber in Büchern las. Als er etwa zehn Jahre alt war, schenkte ihm der Götti seinen



alten Computer. Sennrich überlegt kurz. Vermutlich war damals Windows 3.1 installiert. Der Computer faszinierte ihn. Er spielte auch die damals üblichen Spiele, etwa Minesweeper oder Solitaire. Vor allem aber machte es ihm Spass, die digitale Welt zu erkunden und mit Zeichenprogrammen zu spielen. Und bald schrieb er erste kleine Programme, um zu verstehen, wie ein Computerprogramm funktioniert.

Als er sich dann nach Zürich an die Universität zum Studieren aufmachte, schwankte er zwischen Englischer Sprachwissenschaft und Informatik. Er entschied sich für die Sprachwissenschaft und entdeckte an der UZH die Computerlinguistik, die er schliesslich als Nebenfach wählte. «An der Computerlinguistik fand ich interessant, dass man eigene Theorien einfacher testen kann», sagt Rico Sennrich. So schrieb er denn als erstes Projekt in der Computerlinguistik ein Programm, das die grammatischen Beziehungen zwischen den Wörtern eines Satzes bestimmt und in einem Syntaxbaum visualisiert. Sennrich spezialisierte sich auf «Natural Language Processing», die Verarbeitung von natürlichen Sprachen. In seiner Dissertation war er dann beim maschinellen Übersetzen gelandet.

Kosten fairer abrechnen

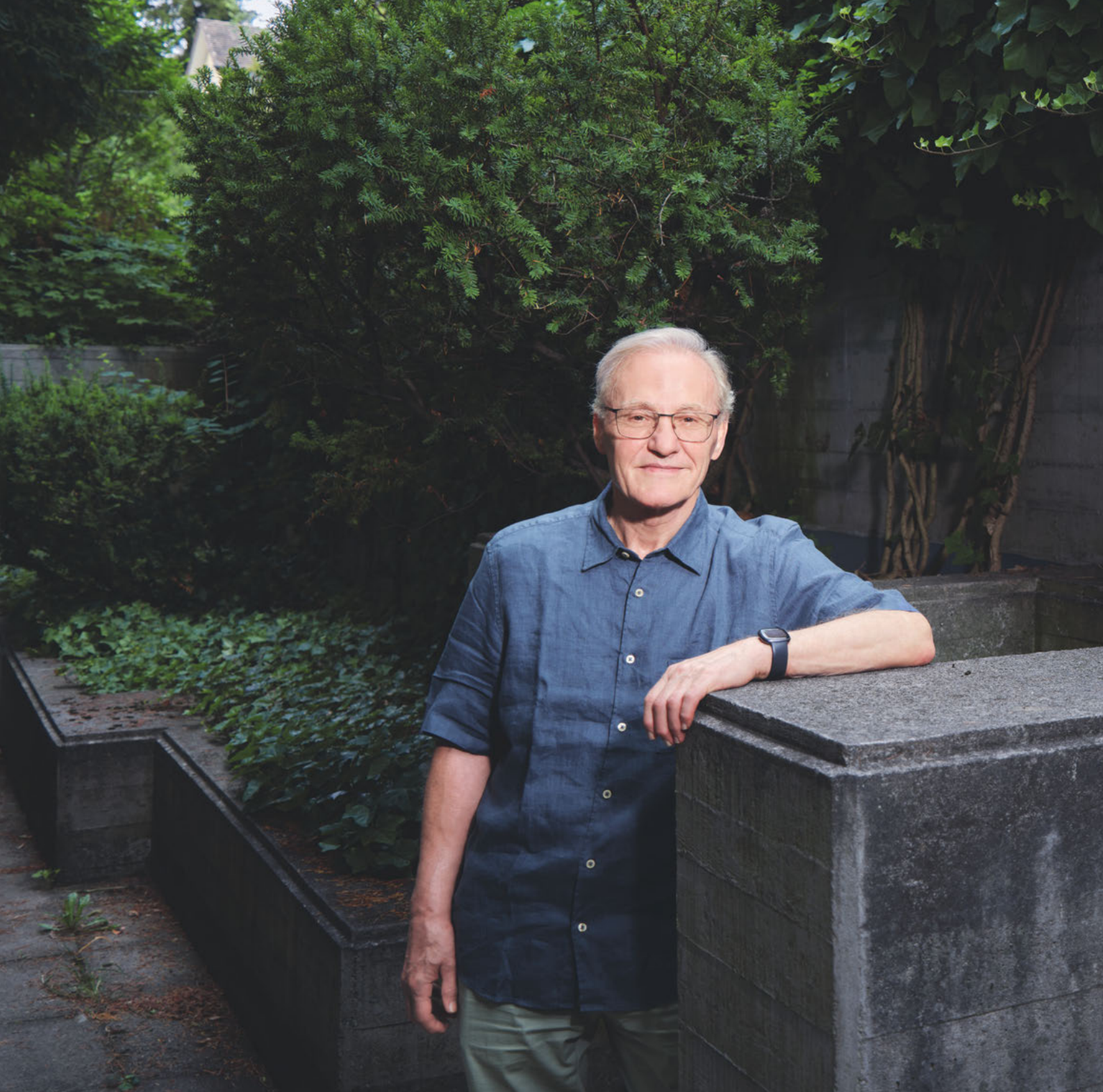
Die Vielsprachigkeit lebt Sennrich auch im persönlichen Alltag. Mit seiner chinesischen Frau – sie kennen sich aus Edinburgh, auch sie ist Sprachwissenschaftlerin – spricht er Englisch, mit dem zweijährigen Sohn Schweizerdeutsch. Mit seinen Schwiegereltern kommuniziert er, unterstützt von diversen KI-Tools, chinesisch und englisch. Er lacht. So manche Touristen zücken eine Übersetzungssapp, wenn sie mit gekrauster Stirn rätselnd eine fremdsprachige Menükarte studieren. «KI erlaubt es uns auch in Fremdsprachen, die wir nicht kennen, zu

kommunizieren», sagt Sennrich, «das ist eine grosse Chance, um Barrieren abzubauen und sich über Sprach- und Kulturgrenzen hinweg zu verständigen.»

Und was steht als Nächstes an? Bei kleineren Sprachen gibt es Verbesserungspotenzial. Gerade hat Sennrichs Forschungsgruppe einen Weg gefunden, wie es die KI schafft, von Rumantsch Grischun in die unterschiedlichen rätoromanischen Dialekte zu übersetzen. Auch die Übertragung von längeren wissenschaftlichen Dokumenten in verschiedene Sprachen bereitet den neuronalen Sprachmodellen noch Schwierigkeiten, gilt es doch, den anspruchsvollen Kontext korrekt zu erkennen. «Wir trainieren sie gezielt auf Kontextebene, damit die Texte noch kohärenter werden und nichts ausgelassen wird», sagt Sennrich. Auch strukturelle Texteinheiten sollen berücksichtigt werden. Diese elaborierten Algorithmen wird man später auch auf andere Texte anwenden können.

Und noch ein Problem gibt es, das der smarte Computerlinguist angehen will. Die Tokenisierung der Sprachen produziert ungleiche Kosten. Englische Wörter bestehen aus lauter einteiligen Token ganz im Gegensatz zu anderen Sprachen wie zum Beispiel dem Rätoromanischen, bei dem sich ein Wort in vier bis fünf Token teilt. Abgerechnet wird in harter Währung pro Token. Das bedeutet, dass Englisch kostengünstiger ist als manch andere Sprache. Sennrich will Fairness zwischen den Sprachen und hat sich darangemacht, ein Verfahren zu entwickeln, das auch komplexe Sprachen mit längeren Tokenfolgen pro Wort komprimiert.

Nun, die Association for Computational Linguistics ACL – das Gremium, das ihm den Test-of-Time-Award verliehen hat –, wird das Auge auf Rico Sennrichs smarte Algorithmen halten. Wer weiss, vielleicht meldet sie sich in zehn Jahren wieder.



Interview: Thomas Gull und Roger Nickl
Bilder: Meinrad Schade

Ernst Fehr, die klassische Ökonomie ging lange davon aus, dass der Mensch vor allem den eigenen Nutzen maximiert. Mit Ihrer Forschung haben Sie gezeigt, dass er auch altruistisch, fair und kooperativ sein kann. Ist das ökonomische Modell des Homo oeconomicus falsch?

ERNST FEHR: Man muss unterscheiden zwischen dem Homo oeconomicus als Modell und als Beschreibung realer Menschen. Als Modell war der Homo oeconomicus äusserst

produktiv, weil es klare, überprüfbare Prognosen lieferte. Problematisch wurde es, als die Ökonomie Eigennutz zum ausschliesslichen menschlichen Motiv erklärte. Eigennutz spielt bei allen Menschen eine Rolle, aber er ist eben nicht das einzige Motiv. Unsere Experimente zeigen, dass viele Menschen bereit sind, eigene Ressourcen für Fairness, Kooperation oder das Wohlergehen anderer einzusetzen. Allerdings nicht unbegrenzt: Je teurer eine altruistische Handlung wird, desto weniger Menschen führen sie aus. Menschen sind also weder immer egoistisch noch bedingungslos altruistisch. Sie verbinden materiellen Eigennutz mit sozialen Motiven.



INTERVIEW — Ökonom Ernst Fehr

«Vertrauen ist kein moralischer Luxus»

Der Mensch ist mehr als ein Nutzenmaximierer, das zeigt die langjährige Forschung des Ökonomen Ernst Fehr. Im Interview blickt er auf sein wissenschaftliches Werk und erklärt, weshalb viele Menschen fair, kooperativ und ungleichheitsavers sind und was dies für Unternehmen und die Politik bedeutet.

Hat das Bild vom Homo oeconomicus vom Kopf auf die Füsse gestellt: der Ökonom Ernst Fehr.

Wie gross ist der Anteil der Menschen, die sich nicht ausschliesslich eigennützig verhalten?

FEHR: In einer Studie mit rund 2000 Personen, die einen guten Querschnitt der Schweizer Bevölkerung bildet, haben wir drei Typen identifiziert: ungleichheitsaverse, altruistische und überwiegend eigennützige Menschen. Rund 45 Prozent sind ungleichheitsavers, etwa 35 Prozent altruistisch und ungefähr 20 Prozent eigennützig – wobei die Gruppe der Eigennützigen teilweise auch neidische Züge zeigt. In amerikanischen und dänischen Daten ist der Anteil der Eigennützigen höher und kann bis zu ein Drittel betragen. Entscheidend ist jedoch:

Die ausschliesslich Eigennützigen bilden nie die Mehrheit. Die Ökonomie hatte den Ausnahmefall zum Normalfall erklärt. Unsere Forschung hat dieses Bild vom Kopf auf die Füsse gestellt.

Wann wurde Ihnen klar, dass das ökonomische Menschenbild zu eng war?

FEHR: Schon als Student hatte ich grosse Zweifel. Mich interessierten historische Massenbewegungen, insbesondere die Arbeiterbewegung. Tausende oder Millionen Menschen waren bereit, für demokratische Rechte auf die Strasse zu

gehen und dabei erhebliche Risiken auf sich zu nehmen – nicht nur für die eigenen Rechte, sondern auch für die Rechte anderer. Politische Freiheit und Demokratie gehören zu den wichtigsten öffentlichen Gütern, und sie wurden fast überall erkämpft. Das passte nicht zu einem Menschenbild, das ausschliesslich auf Eigennutz beruht. Eine Intuition zu haben, ist das eine, sie wissenschaftlich nachzuweisen, ist anspruchsvoll. Dafür brauchte es neue Methoden.

Sie arbeiten oft und erfolgreich mit Experimenten. Wie sind Sie dazu gekommen?

FEHR: Ende der 1980er-Jahre beschäftigte ich mich mit dem Arbeitsmarkt und mit der Frage, ob Fairness bei der Lohnbildung eine Rolle spielt. Ich hatte dazu eine theoretische Arbeit geschrieben, die von allen Zeitschriften abgelehnt wurde. Rückblickend war dieses Scheitern produktiv. Ich sagte mir: Entscheidend ist doch nicht, ob die Theorie besonders elegant oder mathematisch schwierig ist, sondern ob sie empirisch stimmt. So begann ich zu experimentieren. In einem Beitrag für «Nature» habe ich diesen Wendepunkt später als «Productivity of Failure», Produktivität des Scheiterns, beschrieben.

Was war Ihr erstes Experiment?

FEHR: Wir haben ein Arbeitsmarktexperiment gemacht, um herauszufinden, ob Fairness bei der Lohnbildung tatsächlich eine wichtige Rolle spielt. Das Experiment ist später als Geschenkaustausch- oder Gift-Exchange-Experiment bekannt geworden. Die Standardtheorie sagt voraus, dass sich Löhne so lange anpassen, bis Angebot und Nachfrage übereinstimmen. Wir vermuteten dagegen, dass Löhne mit Fairnessvorstellungen verbunden sind. Wird ein Lohn als zu niedrig empfunden, reagieren Beschäftigte mit geringerer Anstrengung. Unternehmen haben deshalb einen Anreiz, höhere Löhne zu zahlen, weil sie damit Motivation und freiwillige Kooperation fördern. Im Experiment zeigte sich tatsächlich: Bei niedrigen Löhnen war die Arbeitsleistung geringer, bei höheren Löhnen höher. Die Unternehmen senkten die Löhne nicht so stark, wie es die Standardtheorie vorausgesagt hatte, weil dies ihre eigene Produktivität geschwächt hätte.

Was bedeutet dieser Befund für reale Unternehmen?

FEHR: Er gilt vor allem dort, wo Arbeitsleistung nicht vollständig kontrolliert werden kann. Unternehmen sind auf freiwillige Kooperation angewiesen. Löhne haben auch eine Motivationsfunktion. Das erklärt, weshalb Firmen die Löhne von Mitarbeitenden nur sehr selten senken. Eine Lohnsenkung wird als unfair und als mangelnde Wertschätzung wahrgenommen und kann die Leistung stark beeinträchtigen.

Ernst Fehr

feiert in diesem Jahr seinen 70. Geburtstag. Er gehört weltweit zu den wichtigsten Verhaltensökonomien. Mit seiner Forschung hat Fehr das ökonomische Menschenbild erweitert und differenziert und dafür gesorgt, dass heute soziale Präferenzen erforscht werden in der Arbeitsmarktökonomie, der politischen Ökonomie, Organisationsforschung, Entwicklungsökonomie und den Neurowissenschaften. Experimente gehören mittlerweile selbstverständlich zum Instrumentarium der Ökonomie.



nommen und kann die Leistung stark beeinträchtigen. In der Schweiz sind die nominalen Löhne nach unten weitgehend starr: Sinkt die Inflation, häufen sich Nullrunden, aber Lohnsenkungen gibt es selten.

Gibt es eine universelle Vorstellung von Fairness?

FEHR: Universell ist vermutlich das Bedürfnis nach Gerechtigkeit. Was als gerecht gilt, ist jedoch kulturell geprägt. Man kann mindestens drei Fairnessideale unterscheiden: ein egalitäres Ideal, das Gleichheit betont; ein meritokratisches Ideal, nach dem mehr Leistung auch mehr Ertrag rechtfertigt; und ein libertäres Ideal, das erworbene Ansprüche unabhängig davon akzeptiert, ob sie durch Leistung oder Glück entstanden sind. Internationale Studien zeigen grosse Unterschiede in der Verteilung dieser Ideale. In westlichen Ländern ist das meritokratische Ideal häufig stark ausgeprägt. In anderen Ländern werden Ungleichheiten eher akzeptiert, die durch Glück entstanden sind. Das bedeutet nicht, dass dort kein Gerechtigkeitsbedürfnis existiert, sondern dass Gerechtigkeit anders definiert wird.

Sind soziale Präferenzen stabile Charaktermerkmale?

FEHR: Zum Teil ja. In einer neueren Studie haben wir die sozialen Präferenzen mit den Lebenszielen der Menschen verglichen. Personen, die in Experimenten mehr für prosoziale Ziele aufwenden, setzen im Leben andere Prioritäten. Karriere und Einkommen sind ihnen im Durchschnitt weniger

«Menschen sind weder immer egoistisch noch bedingungslos altruistisch. Sie verbinden materiellen Eigennutz mit sozialen Motiven.»

Ernst Fehr, Ökonom

wichtig. Das heisst nicht, dass ihnen Geld gleichgültig ist. Aber sie achten stärker darauf, ob sie in einem Unternehmen arbeiten, dessen Produkt sie als sinnvoll oder gesellschaftlich nützlich empfinden. Soziale Präferenzen sind also nicht nur situative Reaktionen im Labor, sondern hängen mit längerfristigen Lebenszielen zusammen.

Ein zentrales Thema Ihrer Forschung ist Vertrauen. Was ist Vertrauen aus ökonomischer Sicht?

FEHR: Vertrauen bedeutet, eine Vorleistung zu erbringen, ohne dass die Gegenleistung gesichert ist. Im Vertrauensspiel kann eine Person beispielsweise zehn Franken an eine zweite Person schicken. Der Betrag wird verdreifacht, und die zweite Person entscheidet, wie viel sie zurückgibt. Wenn die erste Person Geld überweist, macht sie sich verletzlich. Genau das ist Vertrauen. Solche Situationen sind die Grundlage vieler wirtschaftlicher Beziehungen: Eine Seite erbringt zuerst eine Leistung und muss darauf vertrauen, dass die andere ihre Verpflichtung erfüllt. Ohne Vertrauen kommen viele wechselseitig vorteilhafte Transaktionen nicht zustande.

Sie haben auch ein Vertrauensspiel durchgeführt, bei dem die erste Person dem Partner zweimal hintereinander vertrauen kann. Was können Sie damit zeigen?

FEHR: Wir können damit verschiedene Formen des Eigennutzes unterscheiden. Wenn der Partner beim ersten von zwei Durchgängen alles Geld behält, zerstört dies das Ver-

trauen sofort und der Partner erhält im zweiten Durchgang wahrscheinlich nichts mehr. Das ist ein kurzsichtiger oder, zugespitzt gesagt, dummer Egoist. Ein strategischer Egoist verhält sich zunächst kooperativ, um in der zweiten Runde nochmals eine Vorleistung zu erhalten, und nutzt die andere Person erst dann aus. Ein prosozialer Mensch gibt in beiden Runden einen angemessenen Betrag zurück. Solche Experimente zeigen, dass gleich aussehendes Verhalten aus sehr unterschiedlichen Motiven entstehen kann: In der ersten Runde verhalten sich das prosoziale Individuum und der strategische Egoist ähnlich. Deshalb muss man Verhalten, Motive und institutionelle Rahmenbedingungen auseinanderhalten.

Welche gesellschaftliche Bedeutung hat Vertrauen?

FEHR: Viele Vereinbarungen werden nicht wegen rechtlich einklagbaren Verträgen eingehalten, sondern weil die Beteiligten auch in Zukunft als verlässliche Partner gelten wollen. Reputation ist ökonomisches Kapital. Wer jede Gelegenheit nutzt, den anderen auszupressen, mag kurzfristig gewinnen, verliert aber seine Vertragsfähigkeit. Andere Partner suchen Alternativen, verlangen zusätzliche Sicherheiten oder brechen die Beziehung ab. Diese Logik gilt für den Einzelnen ebenso wie für Unternehmen oder Staaten.

Wenn wir einen Blick auf die aktuelle Weltpolitik werfen, was können Sie aufgrund Ihrer Vertrauensforschung dazu sagen?

FEHR: Die Situationen in der Realität sind komplexer als im Labor, aber der Grundmechanismus bleibt derselbe: Wer seine Reputation als verlässlicher Vertragspartner zerstört, zahlt langfristig einen hohen Preis. Für Staaten ist Glaubwürdigkeit besonders wichtig, weil es auf internationaler Ebene häufig keine übergeordnete Instanz gibt, die Vereinbarungen zuverlässig durchsetzt. Eine Regierung, die Verträge nach Belieben infrage stellt, Drohungen als normales Verhandlungsinstrument verwendet und Partner bei jeder Gelegenheit unter Druck setzt, mag kurzfristig Zugeständnisse erzwingen. Gleichzeitig schafft sie starke Anreize, neue Handelspartner, Bündnisse und Lieferketten zu suchen. Diese Art von Machtpolitik funktioniert nur, wenn die Gegenseite keine Möglichkeit hat, auszuweichen. Das ist in einer verflochtenen Welt selten der Fall. Vertrauen ist deshalb kein moralischer Luxus, sondern eine Voraussetzung für stabile wirtschaftliche und politische Beziehungen.

Sie sagen, die Kooperationsbereitschaft der Menschen werde oft unterschätzt. Was bedeutet das für politisches Handeln?

FEHR: Politiker gehen häufig vorschnell davon aus, dass Menschen nur dann kooperieren, wenn sie kontrolliert, finanziell belohnt oder bestraft werden. Unsere Forschung zeigt, dass die Bereitschaft zur Kooperation meist deutlich grösser ist. Sie muss jedoch mobilisiert und geschützt werden. Viele Menschen kooperieren bedingt: Sie sind bereit, ihren Beitrag zu leisten, wenn sie erwarten können, dass andere ebenfalls beitragen und Trittbrettfahrer nicht ungestraft profitieren. Gute Institutionen schaffen deshalb Transparenz über das Verhalten anderer, machen gemeinsame Normen sichtbar und ermöglichen glaubwürdige Sanktionen. Werden prosoziale Menschen dagegen systematisch ausgenutzt, bricht ihre Kooperationsbereitschaft ein. Politik sollte deshalb nicht nur Anreize für Egoisten konstruieren, sondern auch vermeiden,

Auf in die Wildnis

Werde reformierte:r Pfarrer:in



Sinnstiftend.
Nah am Leben.
Am Puls der Zeit.

Quereinstieg –
Studienstart Herbst 2027

theologiestudium.ch/quest

Jetzt
anmelden!



Universität
Basel



Universität
Zürich



Aus- und Weiterbildung
der Pfarrer:innen
und Pfarrer

das Vertrauen der kooperationsbereiten Mehrheit zu zerstören. Politik muss deshalb nicht nur Effizienz, sondern auch Fairnessvorstellungen berücksichtigen. Wer diese ignoriert, unterschätzt einen zentralen Teil menschlicher Motivation.

Sie betonen, Institutionen prägen menschliches Verhalten stark. Was ist daran neu?

FEHR: Eine wichtige Erkenntnis ist die Unterscheidung zwischen Motiv und Verhalten. Menschen können starke Fairnessmotive haben und sich trotzdem so verhalten, als wären sie Egoisten. Stellen Sie sich ein bilaterales Ultimatumspiel zwischen Person 1 und Person 2 vor. Person 1 bekommt 100 Franken und kann diese in beliebiger Weise mit Person 2 teilen, indem sie einen einzigen Aufteilungsvorschlag machen kann. Wenn Person 2 diesen Vorschlag akzeptiert, dann wird er umgesetzt, bei einer Ablehnung bekommen beide Personen nichts. In westlichen Gesellschaften lehnt Person 2 in so einem Spiel typischerweise Vorschläge unter 30 Franken ab, weil sie solche Vorschläge als ungerecht empfindet. Nun betrachten Sie in einem zweiten Schritt ein Ultimatumspiel mit zehn konkurrierenden Empfängern, die alle gleichzeitig über Annahme und Ablehnung des Vorschlags entscheiden müssen. In der Konkurrenzsituation glaubt jedoch jeder, ein anderer werde das Angebot annehmen. Die eigene Ablehnung kann daher das unfaire Ergebnis nicht verhindern. Also akzeptiert man ebenfalls. Am Ende sieht das Ergebnis so aus, als sei den Empfängern Verteilungsgerechtigkeit egal, obwohl sie Fairnesspräferenzen besitzen. Institutionen können soziale Motive sichtbar machen, unterdrücken oder ins Gegenteil verkehren.



«Prosoziales Verhalten wird wahrscheinlicher, wenn Menschen darauf vertrauen können, dass auch die anderen mitmachen.»

Ernst Fehr, Ökonom

Welche Schlüsse ziehen Sie daraus für die Gestaltung von Institutionen?

FEHR: Institutionen müssen danach beurteilt werden, welches Verhalten sie ermöglichen und welches gemeinsame Wissen sie schaffen. Prosoziales Verhalten wird wahrscheinlicher, wenn Menschen darauf vertrauen können, dass auch die anderen mitmachen. Gewerkschaften erfüllen beispielsweise die Funktion, Solidarität zu organisieren, Verbindlichkeit herzustellen und den Beschäftigten zu signalisieren, dass sie gemeinsam handeln. Ähnliches gilt für Unternehmerverbände. Institutionen lösen Probleme kollektiven Handelns, indem sie Erwartungen stabilisieren und glaubwürdige Verpflichtungen schaffen. Ohne dieses Wissen über das Verhalten der anderen kann selbst eine Gruppe prosozial motivierter Menschen in einem schlechten Gleichgewicht landen.

Sie blicken auf eine lange Karriere als Forscher zurück. Wie hat Ihre Forschung die Ökonomie verändert?

FEHR: Der wichtigste Einfluss besteht in der nachhaltigen Prägung gegenwärtiger und zukünftiger Forschung. Soziale Präferenzen – Fairness, Reziprozität, Altruismus und Ungleichheitsaversion – sind heute etablierte Themen in der Ökonomie. Vor vierzig Jahren wurden sie in der ökonomischen Theorie noch weitgehend ignoriert. Heute arbeiten sehr viele Forschende daran, diese Motive zu messen, theoretisch zu

modellieren und ihre Wirkung in Märkten und Institutionen zu untersuchen. Die Verhaltensökonomie hat damit das ökonomische Menschenbild erweitert. Sie hat den Homo oeconomicus nicht einfach abgeschafft, sondern gezeigt, wann seine Prognosen zutreffen, wann sie scheitern und welche zusätzlichen Motive berücksichtigt werden müssen.

Hat sich Ihr eigenes Menschenbild im Lauf Ihrer Forschung verändert?

FEHR: Die Forschung hat mein Bild differenziert. Besonders überrascht hat mich die Ungleichheitsaversion. Mit Klaus Schmidt entwickelte ich eine Theorie, in der ein substanzieller Teil der Menschen Ungleichheit ablehnt. Anfangs betrachtete ich das vor allem als mathematisch einfache Annäherung an Reziprozität. Erst deutlich später überzeugten mich unsere Messungen, dass Ungleichheitsaversion tatsächlich bei vielen Menschen ein eigenständiges Motiv ist. Das zeigt auch, wie wichtig es ist, Theorien immer wieder empirisch zu prüfen – selbst die eigenen.

Was weiss die Ökonomie heute über den Menschen, was sie vor vierzig Jahren nicht wusste?

FEHR: Wir wissen sehr viel mehr über soziale Präferenzen, Risikobereitschaft, Geduld und beschränkte Rationalität. Dieser Wissenszuwachs beruht vor allem auf empirischer Forschung und verbesserten Methoden, immer im Wechselspiel mit der Theorie. Gerade das Homo-oeconomicus-Modell war dafür wichtig, weil es scharfe, falsifizierbare Prognosen lieferte. Eine Theorie, die widerlegt werden kann, ist wissenschaftlich wertvoll.

Bleibt der Homo oeconomicus also doch relevant?

FEHR: Ja. Es gibt Situationen, in denen sich Menschen genau so verhalten, wie das Modell prognostiziert. Das bedeutet aber nicht, dass sie ausschliesslich eigennützig sind. Eine Institution kann Menschen dazu bringen, sich so zu verhalten wie ein Homo oeconomicus. Wettbewerb kann Fairnessmotive blockieren, wenn niemand glaubt, allein ein faires Ergebnis durchsetzen zu können. Deshalb ist das Standardmodell weiterhin ein wichtiger Referenzpunkt. Aber wir müssen unterscheiden, ob ein Ergebnis aus egoistischen Präferenzen entsteht oder aus institutionellen Regeln, die prosoziales Verhalten unwirksam machen. Diese Unterscheidung verändert, wie wir Märkte, Organisationen und Politik beurteilen.

IMPRESSUM

UZH Magazin — 31. Jahrgang, Nr. 3 — September 2026 — www.magazin.uzh.ch

Herausgeberin: Universitätsleitung der Universität Zürich durch die Abteilung Kommunikation

Leiter Storytelling & Inhouse Media: David Werner, david.werner@uzh.ch

Verantwortliche Redaktion: Thomas Gull, thomas.gull@uzh.ch; Roger Nickl, roger.nickl@uzh.ch

Autorinnen und Autoren: Brigitte Blöchliger, brigitte.bloechlinger@uzh.ch; Andres Eberhard, mail@andreseberhard.ch; Mia Catarina Gull, miacatarina.gull@uzh.ch;

Adrian Ritter, adrian.ritter@gmx.ch; Santina Russo, info@santinarusso.ch; Simona Ryser, simona.ryser@bluewin.ch; Carole Scheidegger, carole.scheidegger@uzh.ch;

Barbara Simpson, barbara.simpson@uzh.ch; Ümit Yoker, uemityoker@gmx.net — Fotografinnen und Fotografen: Frank Brüderli, Dan Cermak, Marc Latzel,

Ursula Meisser, Meinrad Schade — Illustration: Benjamin Güdel, Noyau

Gestaltung: HinderSchlatteFeuz, Zürich — Lithos und Druck: AVD Goldach AG, Sulzstrasse 10–12, 9403 Goldach, www.avd.ch

Inserate: print-ad kretz gmbh, 8646 Wagen, Telefon 044 924 20 70, info@kretzgmbh.ch

Abonnenten: Das UZH-Magazin kann kostenlos abonniert werden: publishing@kommunikation.uzh.ch — Adresse: Universität Zürich, Kommunikation, Redaktion UZH Magazin, Pfingstweidstrasse 60b, 8005 Zürich — Sekretariat: Fabiola Thomann, Tel. 044 634 44 30, Fax 044 634 42 84, office@kommunikation.uzh.ch

Auflage: 58 000 Exemplare; erscheint viermal jährlich — Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck von Artikeln mit Genehmigung der Redaktion

ISSN 2235-2805 — Dieses Produkt wurde klimaneutral produziert.



Den Menschen verstehen, gemalt von Noyau



EINE NATIONALE VISION. EIN KOORDINIERTES ENGAGEMENT.

JEDES KIND IST EINZIGARTIG. SO SOLLTE AUCH SEINE BEHANDLUNG SEIN.



350+

Kinder erhalten in der Schweiz jedes Jahr die Diagnose Krebs.

1 Kind

stirbt jede Woche. Krebs ist die häufigste krankheitsbedingte Todesursache im Kindesalter.

Ausland

Einige Kinder müssen für eine Überlebenschance zur Behandlung ins Ausland reisen.

Die KidsCan Foundation vereint klinische Spitzenkompetenz, innovative Forschung und nationale Koordination, um den Zugang zu personalisierter Präzisionsonkologie für Kinder in der Schweiz entscheidend zu verbessern.

Damit Forschung Anwendung findet und die personalisierte Therapie beim Kind ankommt.

MISSION UNTERSTÜTZEN



www.kidscanfoundation.org

Code scannen und Projekte kennenlernen

ZKB Banking Young macht's einfach.

Mehr Banking für Junge: Mit Konto, Karte
und ZKB Nachtschwärmer für CHF 0.–

Jetzt
eröffnen und
profitieren



zkb.ch/young



Zürcher
Kantonalbank