

**UNI
FR**

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG
UNIVERSITÄT FREIBURG

universitas

OCTOBRE 2015-01 | LE MAGAZINE DE L'UNIVERSITÉ DE FRIBOURG, SUISSE | DAS MAGAZIN DER UNIVERSITÄT FREIBURG, SCHWEIZ

Inspiration Natur

Naturellement vôtre ?



Edito

Inspiration aus der Natur kann sehr unmittelbar sein – etwa die Kuh am Waldesrand, die vom Maler auf die Leinwand geholt wird. Oder in den Zeilen des Dichters, der in der Natur seine Muse gefunden hat. Die vorliegende Ausgabe von «universitas» aber richtet ihr Augenmerk auf eine, man könnte sagen, subtilere Art der Inspiration aus der Natur: Im Fokus steht der Nationale Forschungsschwerpunkt «Bioinspirierte Materialien», der unter der Leitung der Universität Freiburg läuft. Die Forschungsteams darin befassen sich allesamt in mehr und weniger direkter Form mit den ebenso einzigartigen, ausgeklügelten wie komplexen Systemen, welche die Natur im Laufe der Evolution entworfen und weiterentwickelt hat. Die Resultate ihrer Forschung indes lassen den Ursprung von deren Inspiration nur noch erahnen – oder durchschimmern, wie etwa in der Arbeit von Prof. Ulrich Steiner, der dem Geheimnis der schillernden Farben auf Schmetterlingsflügeln oder Käferpanzern auf der Spur ist. Umgesetzt werden die aus der Biologie übernommenen Systeme im Bereich der Materialwissenschaften. In Dimensionen, die für das Auge längst nicht mehr erkennbar sind, suchen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler beispielsweise nach Mitteln und Wegen, um die Krebsforschung und -therapie voranzutreiben, den Medikamententransport über Nanopartikel weiter zu erproben und marktfähig zu machen oder auch, ganz allgemein, nach immer neuen Materialien aus der Natur, die dem Menschen auf künstlich hergestellter Basis das Leben erleichtern könnten.

Die Natur weiss dem Menschen gute Dienste zu leisten – aber nur solange, wie dieser ihr den nötigen Respekt zollt, so der Tenor der Autorinnen und Autoren des Themendossiers, das von der neuen päpstlichen Enzyklika über die Philosophie und Sprachwissenschaft bis hin zur Nationalhymne reicht.

Lassen Sie sich davon inspirieren.

Eine anregende Lektüre wünscht Ihnen,

Claudia Brühlhart
Chefredaktorin

Inhalt



8 **dossier > Inspiration Natur**

- 4 fokus
20 Jahre international institute of management in technology (iimt)
- 48 recherche
Sociologie: Travailleurs en crise et droite populiste
- 50 forschung
Erziehungswissenschaften: Deutsch lernen mit Chunks
- 52 recherche
Médecine et société: Quoi d'neuf, docteur?
- 54 portrait
Ruth Metzler, Unternehmerin und Alt-Bundesrätin
- 56 lectures
- 58 news

Illustrations: Cécile Matthey | www.cecilematthey.ch

Der Mensch, die Technik und die Wissenschaft

20 Jahre international institute of management in technology: iimt-Direktorin Stephanie Teufel und die PR-Verantwortliche Kirstin Stadelmann blicken zurück und denken voraus. Elsbeth Flüeler, Claudia Brühlhart

Das 1995 gegründete iimt ist ein führendes Kompetenzzentrum in Informations- und Kommunikationstechnologie (ICT) sowie Energie-Management und bietet Weiterbildung und Forschung an. Jährlich besuchen rund 40–50 Studierende die 34 Kursmodule und werden dabei von fast 80 Lehrpersonen und Experten aus dem In- und Ausland unterrichtet. Zum iimt gehört ausserdem der Lehrstuhl für ICT Management, welcher Forschung und Lehre in vier Forschungsgebieten betreibt. In Zusammenarbeit mit mehr als 20 Industriepartnern wird theoretisches Wissen mit praktischem Know-how kombiniert.

www.iimt.ch

20 Jahre iimt: Professor Teufel, dürfen wir zur Feier etwas Zukunftsmusik hören? Welche Bedeutung wird die Informations- und Kommunikationstechnologie (ICT) in den nächsten 10, 20, 30 Jahren haben?

Stephanie Teufel: Der Bereich dieser Technologien hat sich seit der Gründung des iimt im Jahre 1995 enorm entwickelt. Er hat zunehmend an Bedeutung gewonnen und wird in den kommenden Jahren und Jahrzehnten eine noch grössere Rolle spielen. Ein konkretes Beispiel ist die Energiestrategie 2050 mit der Energiewende. Energieeffizienz, CO₂-Reduktion, dezentrale Energiegewinnung und optimale Nutzung werden mit ICT erst richtig interessant. Die ICT-Branche leistet dazu einen wichtigen Beitrag, sie ist bei der Energiewende sogar eine treibende Kraft.

Eine klare Ansage und grosse Aufgabe. Wie wollen Sie diese lösen?

ST: Durch die Abkehr von der zentralisierten Produktion und Verteilung von Energie in *crowds*. Wir forschen aktuell im Bereich von *crowd energy*. Dahinter steckt die Idee, dass es – ähnlich wie beim *crowd founding* oder dem *crowd sharing* – Gruppen von Menschen gibt, eben *crowds*, die sich mit erneuerbaren Energien selbst versorgen, und die untereinander Energie austauschen und gegebenenfalls überschüssige Energie innerhalb von *smartnets* austauschen. Das sind Energienetze, in denen Energieströme intelligent geleitet oder verwaltet werden.

Also innerhalb von weitgehend energieautarken, sozialen Zellen...

ST: Genau. Zellen, die sich selber organisieren. Um herauszufinden, wie das geht, beteiligen wir uns am smart living lab, einem Verbundprojekt mit der EPFL und der Hochschule für Technik und Architektur Freiburg. Gemeinsam entwickeln wir das «Haus der Zukunft». Es soll bis 2020 in der blueFACTORY auf dem ehemaligen Cardinal-Gelände entstehen. Im smart living lab wird in Echtzeit die Wirkung von architektonischen Lösungen, von neuen Technologien und ICT unter sozio-ökonomischen Aspekten betrachtet.

Was genau ist der Beitrag des iimt?

ST: Uns geht es nicht primär um die technischen Entwicklungen, sondern um die Menschen. Was sind ihre Bedürfnisse und welche technischen Lösungen brauchen sie, damit sie zur Energiewende beitragen? Das sind unsere Fragen. Wir wollen wissen, wie Menschen motiviert werden können, damit sie bei einer bestimmten *crowd* mitmachen und ihr Verhalten nachhaltig verändern. Am iimt stehen immer die Menschen im Mittelpunkt. In diesem Sinne ist auch *ideas@iimt* eine Initiative, bei der wir Kleinstinnovationen im ICT-Bereich unterstützen und fördern.

Wie lässt sich denn der Mensch zur Nachhaltigkeit motivieren?

ST: Häufiger Irrglaube ist, dass sich der Mensch ausschliesslich durch finanzielle Anreize zur Nachhaltigkeit motivieren lässt. In der Tat stehen jedoch nicht die finanziellen Vorteile im Vordergrund, sondern das persönliche Engagement, dass jeder und jede Einzelne zur Energiewende beitragen und etwas verändern kann. Hier spielt es keine Rolle wie oder in welcher Höhe man



Das iimt wurde 1995 als Joint Venture zwischen der PTT und der Universität Freiburg gegründet.

entschädigt wird, sondern dass man im persönlichen Umfeld etwas bewegen kann.

Da schwingt ein grundlegender Wertewandel mit.

ST: Den gibt es tatsächlich. Es gibt diese Tendenz, dass der Besitz nicht mehr so wichtig ist. Junge Menschen haben nicht mehr dieses Bedürfnis nach Statussymbolen, etwa einem Auto oder anderen Dingen. Die Hauptsache ist, sie haben die Möglichkeit ein Auto, eine Bohrmaschine oder was auch immer dann zu nutzen, wenn sie dieses oder diese tatsächlich benötigen. *crowd sharing* ist hier das Stichwort. Ein gutes Mobilgerät mit dem sie sich organisieren und austauschen können, ist ihnen wichtiger.

Drehen wir die Zeit um 20 Jahre zurück. Was gab damals den Ausschlag zur Gründung des iimt?

ST: Die Liberalisierung der Telekommunikationsbranche stand bevor und der damalige Monopolist PTT wollte seinen technisch sehr gut ausgebildeten Mitarbeitenden eine qualitativ hochstehende Ausbildung für die neuen Marktgegebenheiten ermöglichen. Der Gründungsgedanke war ein Joint Venture mit der PTT und das iimt

war das erste universitäre Institut in der Schweiz, das von Beginn an Executive-MBAs vergeben durfte.

Wie war die Stimmung damals inmitten dieser ganzen Umbrüche und Veränderungen der Telekommunikationsbranche?

ST: Die Marktliberalisierung war auch mit grossen Unsicherheiten verbunden. Umstrukturierungen und Entlassungen waren leider auch ein Teil davon. Jedoch hat man damals schon Mitarbeitende gefördert, z. B. mit einer Ausbildung am iimt, und ihnen somit weitere Karrieremöglichkeiten geboten.

Kirstin Stadelmann, Sie haben den Gründungsvertrag vor sich liegen. Wer waren die «Architekten» des Instituts und des Lehrgangs?

Kirstin Stadelmann: Der Vertrag wurde 1995 durch Dr. h.c. Felix Rosenberg, damals Generaldirektor der PTT, unterzeichnet. Für die Universität waren es die Professoren Dr. Jürg Kohlas als Vizerektor und Dr. Heinrich Bortis als Dekan der Fakultät. In der Arbeitsgruppe zur Gründung des Instituts sassen PTT-seitig die Herren Direktoren Hansruedi Hartmann, Serge J.M. Chammartin und André Gachet. Die ▶

Stephanie Teufel ist ordentliche Professorin am Departement für Betriebswirtschaftslehre und Direktorin des iimt.
stephanie.teufel@unifr.ch

Kirstin Stadelmann ist Marketing- und PR-Verantwortliche am iimt.
kirstin.stadelmann@unifr.ch

Universität war durch die Professoren Dr. Bernard Dafflon, Dr. Rudolf Grünig und Dr. Maurizio Vanetti vertreten.

Die Swisscom ist noch heute ein Partner des iimt...

ST: Wir sind sehr stolz, dass wir diesen wichtigen Partner über so lange Zeit halten konnten. Ein weiterer wichtiger Partner ist auch die Groupe E, gerade im Energiebereich. Alle unsere Partner garantieren die Nähe zur Branche und die Aktualität der Themen in der Forschung und der Lehre.

Wie muss man sich die Zusammenarbeit mit den Partnern des iimt vorstellen?

ST: Die Kooperationsmöglichkeiten zwischen dem iimt und seinen Partnern sind so vielseitig und flexibel wie die Weiterbildungsprogramme. Hier bestehen Zusammenarbeiten im Bereich der Forschung mittels konkreten Projekten oder im Bereich der Weiterbildung. Von Dozierentätigkeiten über Gratismodule bis hin zu engen Forschungspartnerschaften ist alles möglich.

Welche Kernkompetenzen erwerben die Studierenden am iimt?

KS: Das Ziel unserer Weiterbildung ist es, Studierende auf eine Karriere in höheren Managementpositionen im ICT- und Energie-Management vorzubereiten. Die Studierenden erhalten bei uns das Wissen und die analytischen, fachlichen und zwischenmenschlichen Kompetenzen, damit sie ein Unternehmen in einem immer komplexeren und globaleren Umfeld erfolgreich führen können. Hierzu benötigt es kompetente Dozierende aus Universitäten und der Industrie.

20 Jahre sind seit der Gründung vergangen. Welche Meilensteine haben das iimt besonders geprägt?

KS: Es gibt mehrere Meilensteine, welche die Geschichte des iimt geschrieben haben: 2000 hat Frau Professor Teufel den Lehrstuhl in ICT-Management angetreten und die Forschung aufgenommen. Seither wurde die Forschung in diesem Bereich ausgebaut, und neue Standards und Trends

wurden eingeführt. Telekommunikationsmanagement wurde zu ICT-Management. Damit änderte sich 2005 auch der Name des Instituts. Die Akkreditierung der Weiterbildungsprogramme, mit der wir die Qualität auf höchstem Niveau bewiesen haben, war ein weiterer wichtiger Meilenstein. Im Jahr 2006 führten wir den Lehrgang in Energie-Management (Utility) ein. Neue Marktbedürfnisse im Energiesektor haben uns damals dazu bewogen ganz neue Horizonte und Forschungsbereiche zu erkunden. Das jüngste Kind ist unser CAS in ICT- und Utility-Management.

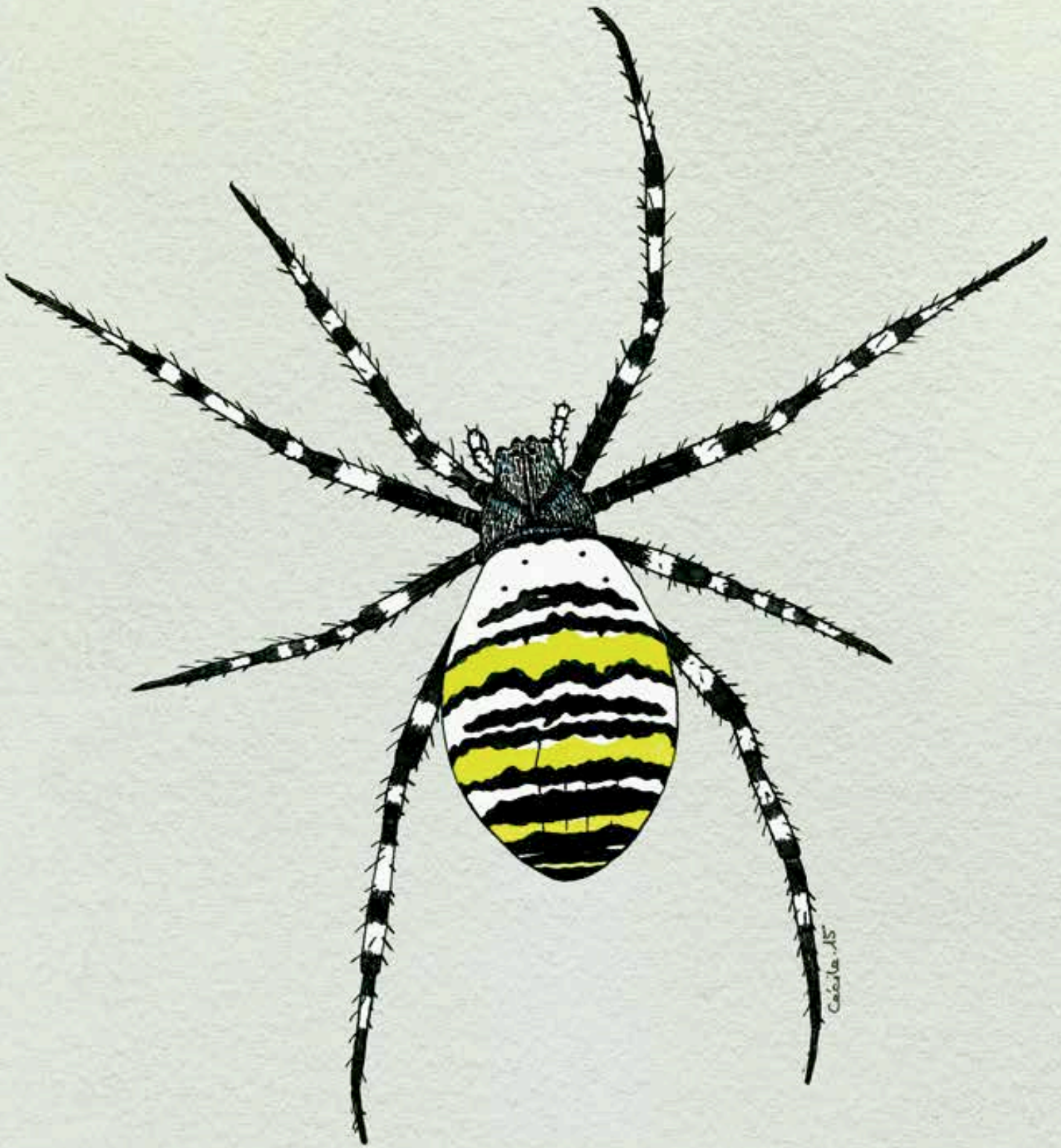
Wie gross ist die Nachfrage nach den Lehrgängen des iimt?

KS: Insgesamt schlossen an die 1000 Manager und Managerinnen unsere Lehrgänge mit Zertifikaten ab – sei es Fachkurs, Executive CAS, Executive Diploma, EMBA oder Firmentrainings. Daraus hat sich mittlerweile ein sehr aktives Alumninetzwerk etabliert.

ST: Mehr als Zahlen freuen uns aber die Erfolge unserer Ehemaligen. Sei es, dass sie eine führende Stelle in der Geschäftsleitung übernehmen, eine eigene Firma gründen oder sogar CEO eines Unternehmens werden, wie etwa Susanne Ruoff, die Konzernchefin der Schweizerischen Post. Auch diese Erfolge gehören zu unseren Meilensteinen.

Was wünschen Sie dem iimt für die Zukunft?

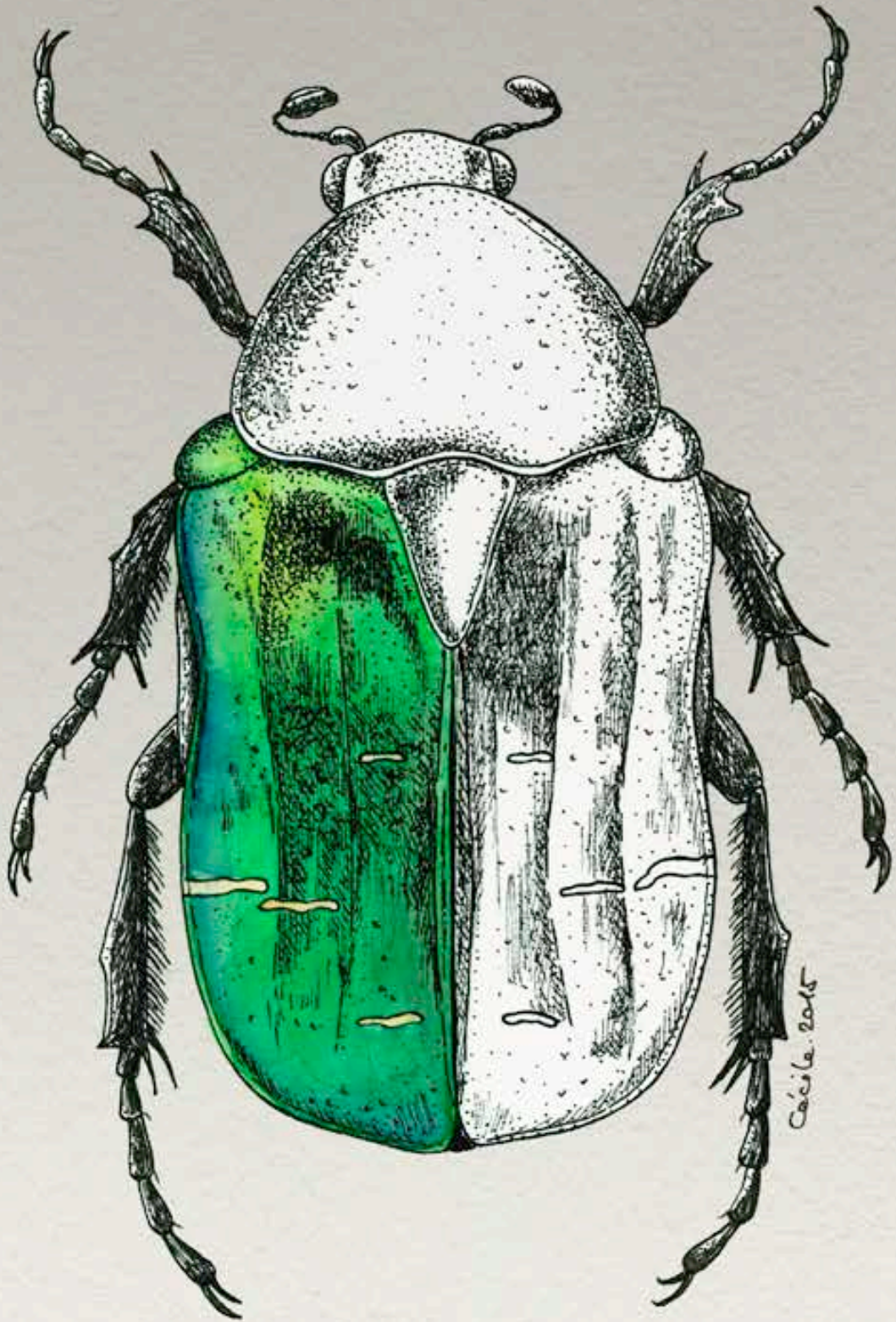
ST: Dass wir weiterhin Forschung und Lehre verknüpfen können, sowohl an der Universität wie in der Praxis. Und dies weiterhin in einem guten Team. Das iimt hat sich dank der wertvollen Beteiligung aller Personen, die den Weg des iimt kreuzten, stetig entwickelt. Ich wünsche mir, dass alle diese Personen das iimt auch in Zukunft auf dem weiteren Weg begleiten und diesen zusammen gehen werden. ■



Argiope bruennichi

Inspiration Natur

- 10 **Alles ist Inspiration**
Claudia Brühlhart
- 14 **Une thérapie en or**
Curzio Rüegg
- 16 **Die Welt als Analogie**
Florian Lippke
- 19 **L'écologie, une question spirituelle**
François-Xavier Amherdt
- 21 **Geckkräfte für die Nanowelt**
Frank Scheffold
- 24 **Des nanobilles à l'assaut du cancer**
Farida Khali
- 26 **Mensch in der Natur und Natur im Menschen**
Regula Zwahlen
- 28 **Theologie als Natur-Wissenschaft**
Barbara Hallensleben, Dieter Hattrup & Sabina Ingold
- 31 **Gut imitiert ist halb gewonnen**
Christof Weder
- 34 **Des plantes et de leur savoir-vivre**
François Rochat
- 36 **Natürlich Nano**
Alke Fink & Barbara Rothen-Rutishauser
- 38 **Nature, une fiction critique**
Peter Frei
- 41 **Kirchlicher Einsatz für Mensch und Natur**
Hans Ulrich Steymans
- 43 **La responsabilité pour tous au quotidien**
Elaine Pinheiro
- 46 **Natur oder Kultur? Ansichten zur Sprache**
Regula Schmidlin



Cetonia aurata

Alles ist Inspiration

Er leitet den Nationalen Forschungsschwerpunkt «Bioinspirierte Materialien». Befasst sich mit Seegurken, Tannenzapfen und Lotusblüten. Doch Christoph Weder ist weder Naturbursche, noch Blumenkind. Sondern Materialforscher. Claudia Brühlhart

Im Dezember 2013 erhielt die Universität Freiburg den Zuschlag des Nationalen Forschungsschwerpunkts (NFS) «Bio-Inspired Stimuli-Responsive Materials». Kernthema ist es, sich von Beobachtungen in der Natur für die Entwicklung neuartiger künstlicher Materialien inspirieren zu lassen. Der NFS vereint unter der Leitung von Professor Christoph Weder, Direktor des Adolphe Merkle Instituts (AMI), 15 Forschungsteams. Neben den Gruppen des AMI wirken von der Universität Freiburg auch Forschende der Departemente Chemie, Medizin und Physik mit. Des Weiteren sind führende Forschungsgruppen der Universität Genf, der ETH Zürich und der ETH Lausanne eingebunden. Der NFS wird vom Bund mit 12 Millionen Franken unterstützt und läuft über 12 Jahre.

www.bioinspired-materials.ch

Christoph Weder – erachten Sie die Natur als perfekt?

Ich glaube nicht. Aber es gibt schon sehr viele Systeme, Materialien und Lebewesen in der Natur, die sehr gut konzipiert sind und sich über tausende, ja Millionen von Jahren perfektioniert haben. Dieses Niveau wird man mit künstlichen Materialien nie erreichen. Aber es ist ja auch nicht das Ziel unserer Forschung, die Natur zu kopieren.

Sondern?

Wir suchen uns in der Materialforschung häufig einen Aspekt eines bestimmten Lebewesens aus, untersuchen dessen Funktionen und überlegen, wie wir diesen Effekt kopieren können. Wir versuchen zu verstehen, was dieses Tier, diese Pflanze macht und wie. Nehmen wir etwa die Lotusblüte: Sie ist immer sauber und sieht stets brillant aus. Das hat damit zu tun, dass die Oberfläche selbstreinigend ist. Sie verfügt über eine komplexe hierarchische Struktur auf Mikro- und Nanometerskala, die dafür sorgt, dass Wassertropfen abperlen und somit zugleich den Schmutz entfernen. Das System der Lotusblüte ist in der Biologie seit Jahrzehnten entschlüsselt. Nun haben aber Wissenschaftler aus der Nanoforschung diese Strukturen repliziert mit der Idee, selbstreinigende Oberflächen zu machen. Diese könnte man etwa für Fensterscheiben oder Autolacke anwenden. Ein anderes Beispiel: Ein Kollege der ETH hat ein System entwickelt, das von der Grundidee her mit den Tannenzapfen vergleichbar ist. Tannenzapfen sind ja geschlossen und öffnen sich je nach Wetterbedingung, damit die Samen herausfallen können. Wenn man versteht, wie dieser Mechanismus funktioniert, kann man aus Holz künstliche Motoren kreieren,

die Umgebungsenergie in mechanische Kraft umsetzen. Der ETH-Wissenschaftler hat dieses System gebraucht, um Panels für Solarzellen zu machen, die je nach Tageszeit den Winkel ändern und so immer optimal zur Sonne stehen.

Wie gelangt eine Idee zur Umsetzung?

Da gibt es ganz verschiedene Ansätze und Geschichten. Auf der einen Seite stehen die Biologen, die sich dafür interessieren, wie gewisse Lebewesen funktionieren. Dann gibt es die Materialwissenschaftler, die davon angetrieben sind, neue Materialien zu entwickeln. Manchmal treffen sich zwei solche Forschende und starten ein gemeinsames Projekt. Oder einem Materialwissenschaftler fällt ein bestimmter Artikel aus dem Bereich der Biologie in die Hände. Nehmen wir meinen Kollegen hier am AMI, Prof. Uli Steiner. Er ist Physiker und interessiert sich für Farben, insbesondere für schillernde Farben. Seine Modelle sind etwa Beeren, Schmetterlingsflügel und Käfer, bei denen die wunderbar schimmernden Farben durch nanostrukturierte Materialien erzeugt werden. Als Physiker entwickelt er ein Verständnis dafür, wie genau durch solche Strukturen die Farbeffekte erzeugt werden. Dann wendet er dieses Wissen an, indem er solche Strukturen in künstlichen Materialien repliziert, entweder selber oder mit Hilfe von Kollegen oder Kolleginnen aus der Materialwissenschaft.

Zusammenarbeit ist also unabdingbar?

Nicht immer. Im Zusammenhang mit unseren Aktivitäten die darauf abzielen die mechanische Adaptierbarkeit der Seegurkenhaut zu emulieren habe ich nie eng mit dem Marinebiologen zusammengearbeitet, der

herausgefunden hat, wie diese Tiere funktionieren. Wir haben uns einmal getroffen und er hat mir seine Erkenntnisse erklärt. Dieser Wissenstransfer war ausreichend, um seine Erkenntnisse als Modell zu verwenden. Diese Art wissenschaftlicher Befruchtung kann aber in beide Richtungen gehen. So gibt es beispielsweise Schmetterlinge deren Flügel mit sehr komplexen Gyroidstrukturen ausgestattet sind. Andere Spezies schimmern nicht weniger schön und kommen dafür mit viel einfacheren Strukturen aus. Nun wäre es natürlich aus biologischer Sicht interessant zu wissen, weshalb gewisse Lebewesen den schwierigeren Weg wählen. Wenn es gelänge dies mit bisher unbeobachteten physikalischen Effekten zu erklären, könnte dies für die Biologie neue Impulse geben.

Ist die Verbindung zur Biologie, zur Natur, eine Voraussetzung für die Projekte des Nationalen Forschungsschwerpunkts «Bioinspirierte Materialien»?

Nein, es ist keine absolute Bedingung. Der Volltitel lautet ja auch «biologisch inspirierte, reaktionsfähige Materialien». Neben der Bioinspiration ist uns auch dieses zweite Element wichtig, also die Fähigkeit von (natürlichen) Materialien auf äussere Einflüsse zu reagieren und ihre Eigenschaften daran anzupassen. Wir wollen Materialien entwerfen, die in gewisser Weise «intelligent» sind – wie der Tannenzapfen – wobei ich diesen Begriff eigentlich gar nicht mag.

Was stört sie daran?

Ein künstlich hergestelltes Material kann niemals intelligent sein, es denkt ja nicht. Es kann nur vorprogrammiert sein.

Wie stelle ich mir nun diese Inspiration vor? Sie laufen durch den Wald und haben einen Geistesblitz?

Das passiert eher selten. Aber Inspiration kann man immer und überall finden, manchmal auch durch zufällige Begegnungen. Im Falle der Seegurke hat mich ein bestehendes Team kontaktiert als ich als junger Professor an die Case Western Reserve University in Cleveland kam. Der Marinebiologe hatte zu diesem Zeitpunkt relativ gut verstanden, wie die mechanische Adaptierbarkeit der Seegurkenhaut zu Stande kommt, die Materialwissenschaftler aber hatten Mühe, dieses Wissen in Designprinzipien umzusetzen. Als New Kid on the Block wurde ich gebeten, mich der Sache anzunehmen. So ist mir die Seegurke quasi in den Schoss gefallen – oder jedenfalls die

Inspiration dazu. Auch bestehende Projekte können als Anregung dienen. So schwirren mir im Moment etwa die Tannenzapfen meines ETH-Kollegen im Kopf rum. Was mein Kollege im Moment auf makroskopischer Ebene mit Holzplatten macht, könnte man vielleicht auch auf eine mikroskopische Längenskala übertragen und in Kunststoffen anwenden. Sie sehen, es ist manchmal wie in der Kunst – Inspiration kann man immer und überall finden.

Sie gehen nie von der möglichen Anwendung aus?

Ich persönlich schon. Meine persönliche Forschungsmotivation liegt in der Entwicklung von Materialien mit neuen Eigenschaften. Das Design neuer Materialien ist natürlich immer mit Grundlagenforschung verbunden. Aber häufig habe ich auch eine Vorstellung davon, wo sich diese anwenden lassen. Oftmals kann man sich die verschiedensten Applikationsfelder vorstellen und das macht die Sache spannend. Nehmen wir wieder die Seegurke: Als wir die ersten Projektanträge verfassten, stellten wir uns die Frage, wozu man den Seegurken-Effekt verwenden kann, also die Fähigkeit, ein weiches Material durch einen Impuls hart werden zu lassen – und umgekehrt. Wir schlugen zunächst Schutzkleidung vor, die weich und angenehm zu tragen ist und deren Schutzeffekt eingeschaltet werden könnte, wenn es brenzlig wird. Leider hat uns niemand geglaubt, dass wir das hinbringen. Später habe ich dann einen Kollegen getroffen, der mir sagte, er brauche eine Idee, wie man adaptive Hirn-Elektroden entwerfen könnte. Solche elektronischen Schnittstellen werden heute experimentell erprobt und können Patienten mit schweren Nervenstörungen helfen, eine gewisse Funktionalität zurückzuerlangen. Ein Problem dieser Technologie ist, dass das Hirn die Elektroden aufgrund ihrer mechanischen Steifigkeit als Fremdkörper erkennt und mit der Zeit abkapselt. Ein klarer Fall für unsere Seegurken-Materialien. Mittlerweile haben wir für diese Anwendung Materialien entwickelt, aus denen sich Elektroden fabrizieren lassen, die beim Einführen steif sind und sich daher einfach platzieren lassen, dann aber weich werden und so die Abstossreaktion minimieren – das haben unsere Partner in einer neuen Studie gezeigt.

Man kriegt den Eindruck: Alles ist möglich! Und trotzdem: Weshalb gibt es denn etwa noch kein Mittel, das Zähne lebenslang versiegelt und unzerstörbar macht? ▶



Christoph Weder wurde 1966 in Frankfurt, Deutschland, geboren und ist in Zürich aufgewachsen. Er hat seine Ausbildung als Chemiker und Materialwissenschaftler an der ETH Zürich absolviert und habilitierte sich nach einem Forschungsaufenthalt am Massachusetts Institute of Technology in Cambridge (USA) ebenfalls an der ETH. Anschliessend war Weder für neun Jahre als Professor an der Case Western Reserve University in Cleveland (USA) beschäftigt. Christoph Weder ist seit 2009 Professor für Polymerchemie und Materialien am Adolphe Merkle Institut der Universität Freiburg. Er amtiert seit 2010 als Direktor dieses interdisziplinären Forschungszentrums für weiche Nanomaterialien und leitet auch den neuen Nationalen Forschungsschwerpunkt für bioinspirierte Materialien.

Die Frage ist, was sind die Rahmenbedingungen? Wo liegen die Probleme? Nehmen wir also Ihr Beispiel, das ja hochkomplexe Fragen aufwirft: Im Laufe eines Jahres kommt in einem Mund so einiges zusammen, sei dies heisses, kaltes, süsses, basisches, weiches oder auch saures Essen und Trinken. Die chemische Bandbreite ist also recht gross. Ausserdem müsste so ein Produkt oder Verfahren chemisch unbedenklich sein. Die Umsetzung ist sicher viel schwieriger als es den Anschein hat.

Was treibt Sie an? Neugierde? Forschergeist? Das Leben der Menschen zu verbessern?

In meinem Fall spielt wohl alles zusammen. Ich möchte keine dieser Komponente an erste Stelle setzen. Wenn ich eine tolle Idee habe für ein neues Material, dann ist dies eine persönliche Herausforderung. Dabei stellt sich natürlich die Frage, ob sich daraus etwas Nützliches machen lässt. Und dann natürlich die Neugierde, die fundamentale Frage des Verstehens.

Bei gewissen Anwendungen – ich denke beispielsweise an die transparente Angelschnur, die im Wasser farbig wird – könnte man sich ja durchaus fragen, was dies jetzt der Menschheit bringt.

Wieso?

Nun... das Verhältnis zwischen Forschungsgeldern und Forschungsaufwand scheint mir in Anbetracht der möglichen Nachfrage nicht sehr ausgeglichen.

Der Aufwand in diesem Falle war gering. Das Kosten-Nutzen-Verhältnis perfekt. Wir haben die nötigen Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung ja nicht für diese Anwendung erworben. Es ging nur noch darum, diese für die Angelschnur anwendbar zu machen. Ich glaube, über einen Nutzen zu urteilen ist letztlich auch eine sehr subjektive Sache. Und tatsächlich ist es als Forscher oft sehr schwierig, den Markt und die Wertschöpfungskette für eine bestimmte Technologie einzuschätzen. Ein Beispiel: Was Sie dort auf dem Cover von «Nature» sehen, habe ich als Habilitant an der ETH entworfen. Das Bild zeigt neuartige Polarisationsfilter, die eine extrem hohe Effizienz aufweisen. Das haben wir durch einen neuen physikalischen Effekt erreicht – Grundlagenforschung also, die das Niveau für «Nature» gehabt hat. Gleichzeitig haben wir an die Anwendung in Flüssigkristall-Bildschirmen gedacht, in denen durch viel ineffizientere Polarisationsfilter sehr viel Licht

verloren geht. Die Idee hat sich dann in diesem Bereich niemals durchgesetzt. Ganz ähnliche Materialien finden sich heute aber in Sicherheitspapier. Unsere Forschung hat also primär neue Grundlagen geschaffen, wurde dann aber zumindest in einer Nischenanwendung genutzt.

Müsste man als Grundlagenforscher die Anwendung eher ausblenden oder müsste man im Gegenteil vermehrt an die Anwendungsmöglichkeiten denken?

Ich glaube, an Hochschulen muss die Grundlagenforschungskomponente auf jeden Fall vorhanden sein. Im Bereich der Materialforschung bietet sich die Verbindung zur Anwendung aber explizit an.

PET-Flasche oder Nobelpreis?

Ha! Ich glaube, wenn man in der heutigen Zeit in den Naturwissenschaften einen Nobelpreis erhält, dann impliziert dies wohl sowieso einen Durchbruch, der etwas Signifikantes ermöglicht hat...

Haben Sie ein Wunsch-Projekt?

Ich hab mir mal gewünscht ein Buch zu schreiben mit coolen Tricks aus der Natur. Eine Art *one-stop-shop* für Leute wie mich. Tatsächlich hab ich mal von diesem Buch geträumt und wollte dieses sofort kaufen. Ich musste dann merken, dass es dieses Buch, soviel ich weiss, (noch) gar nicht gibt...

Welche Eigenschaft aus der Natur möchten Sie verstehen und nutzen können?

Das wird jetzt wohl etwas kompliziert... Wenn wir uns Materialbeispiele aus der Natur anschauen, so fällt auf, dass die meisten hierarchisch strukturiert sind und auf verschiedene Längenskalen geordnete Anordnungen aufweisen. Nehmen wir beispielsweise Holz: Nicht etwa ein einfaches Material, sondern eine hochkomplexe Struktur, ausgehend von einzelnen Makromolekülen, die zunächst in hochgeordneten Kristallen organisiert sind. Diese sind wiederum in Fasern angeordnet, die dann Zellwände bilden... also vom Molekül bis zum Baum gibt es eine unendlich komplexe Struktur. Dies ist eines der Designkonzepte der Natur, das man ganz generell auf künstliche Materialien für strukturelle Zwecke anwenden möchte. Die Krux dabei: Ein Baum wächst, eine PET-Flasche nicht. Diese Komplexität in grosstechnisch hergestellten Objekten zu emulieren ist eine wirkliche Herausforderung. ■



Morpho helenor

Une thérapie en or

Notre corps recèle de précieuses ressources pour se défendre. Le fonctionnement naturel de notre système inflammatoire et immunitaire est, par exemple, une excellente source d'inspiration pour lutter contre le cancer. Curzio Rüegg

Kleines Geschoss

Es ist eine Besonderheit des Brustkrebses, dass die Hälfte aller Patientinnen erst fünf bis sieben Jahre nach der Erstbehandlung Metastasen entwickeln. Während dieser fünf bis sieben Jahre überleben die verstreuten Krebszellen im Organismus in Form von sogenannten «schlafenden Mikroläsionen». Aktuell gibt es keine Möglichkeit, solche Mikroläsionen aufzuspüren und auch keine Therapie, um sie zu vernichten. Um diese diagnostische und therapeutische Lücke zu schliessen, hat Prof. Curzio Rüegg einen neuen, innovativen Forschungsweg eingeschlagen, basierend auf der Verwendung von Nanopartikeln und inspiriert durch den Prozess der Koagulation. Das komplexe Projekt setzt höchste Kompetenzen in den Bereichen der Onkologie und der Nanowissenschaften voraus und vereint die Krebsforschenden des Departements für Medizin und die Forschungsgruppe für BioNanomaterialien der Professorinnen Barbara Rothen-Rutishauser und Alke Fink des AMI.

Le maintien de l'intégrité structurelle et fonctionnelle des tissus et organes est une nécessité fondamentale pour la vie des organismes multicellulaires. Toute perturbation de l'équilibre cellulaire ou tissulaire de base (homéostasie) est suivie d'une réaction de correction ou d'adaptation, d'abord fonctionnelle, puis structurelle, dont le but est de ramener les cellules et les tissus dans leur état initial. Ce principe énoncé en 1858 par le pathologue allemand Rudolf Ludwig Karl Virchow est toujours valable de nos jours. Le processus d'inflammation aiguë est un excellent exemple illustratif de réaction adaptative. Suite à une lésion tissulaire, par exemple par une piqure d'épine, l'organisme lance un processus complexe visant à combattre l'infection, réparer la lésion et rétablir le tissu d'origine. Une autre réaction adaptative et réparatrice bien connue est la capacité du sang d'arrêter une hémorragie (hémostasie) impliquant un processus de coagulation. Ce processus est particulièrement intéressant pour plusieurs raisons: premièrement, l'initiation est très spécifique, afin d'éviter une activation inappropriée qui pourrait provoquer une obstruction des vaisseaux avec des conséquences potentiellement fatales. Deuxièmement, il doit être rapide, car une hémorragie doit être arrêtée dans les quelques secondes suivant la lésion. Troisièmement, il est efficace, car le caillot doit être stable mécaniquement pendant plusieurs jours, le temps de réparer le vaisseau.

Pour accomplir sa fonction, le processus de coagulation nécessite l'activation très sélective de molécules initiatrices qui, par la suite, induisent une activation plus large, sous forme de cascade, de précurseurs

inactifs circulant dans le sang. La dernière étape de cette cascade d'amplification est représentée par la conversion du fibrinogène, une molécule soluble qui circule également dans le sang, sous une forme insoluble, la fibrine. Une fois formée, la fibrine est très stable et forme le caillot. Nous nous sommes inspirés de ce processus de coagulation pour développer une approche synthétique, utilisant des nanomatériaux pour la détection des cellules cancéreuses disséminées.

Comblant un manque

La prise en charge thérapeutique du cancer du sein se fait normalement en trois phases: premièrement par la chirurgie ablative de la tumeur. Deuxièmement, par des thérapies adjuvantes après l'ablation de la tumeur. Les patientes qui n'ont pas de lésions à distance (métastases), sont généralement traitées par des thérapies dites adjuvantes, visant à diminuer le risque de récurrence ou de métastases. Celles-ci incluent les thérapies hormonales, la radiothérapie, la chimiothérapie et les thérapies ciblées. Ces traitements sont limités dans le temps et, dans la majorité des cas, les patientes sont guéries. Troisièmement, par des traitements plus lourds dans les cas où se développent des métastases. Une particularité du cancer du sein est que la moitié des patientes qui développent des métastases le font tardivement, entre cinq à sept ans après le traitement initial. Pendant ce temps, des cellules cancéreuses disséminées survivent dans l'organisme sous forme de «microlésions dormantes». Aujourd'hui, il n'y a aucun moyen de détecter ces microlésions, ni de thérapies efficaces pour leur élimination. C'est donc pour combler cette

lacune diagnostique et thérapeutique que nous avons envisagé une approche innovante, basée sur des nanoparticules et inspirée par le processus de coagulation. De quoi s'agit-il? Le concept de base est de cibler les cellules cancéreuses disséminées, d'abord avec une première nanoparticule. Le ciblage se fait grâce à un anticorps fixé à leur surface. Cet anticorps est dirigé contre une molécule exprimée à la surface cellulaire d'un type particulier de cancer du sein. Cette nanoparticule est constituée d'une nanosphère d'or de 40nm de diamètre, recouverte de polyéthylène glycol, de molécules d'anticorps et d'une enzyme activatrice de la coagulation. Cette enzyme, le facteur III ou «tissue factor», a la particularité de s'activer seulement au contact de la surface cellulaire. Le ciblage de la cellule cancéreuse par la première nanoparticule a donc pour conséquence l'activation de la coagulation et la formation d'un caillot de fibrine à la surface cellulaire. Ensuite, une deuxième nanoparticule entre en jeu. Elle est conçue pour se fixer durablement à la fibrine préalablement générée. Pour cela, des peptides spécifiques à la fibrine et une enzyme stabilisatrice seront fixés à sa surface. La formation de la fibrine a un effet «d'amplification» sur le recrutement de la deuxième nanoparticule et permet la stabilisation du «caillot synthétique». Le noyau de la seconde nanoparticule sera adapté aux applications. Pour détecter des cellules cancéreuses, nous choisirons par exemple de l'oxyde de fer (détection par résonance magnétique) ou des molécules fluorescentes. Pour éliminer les cellules cancéreuses, nous préférons des nanomatériaux chargés de produits de chimiothérapie ou capables d'«encapsuler» les cellules tumorales et les neutraliser en les isolant des tissus sains. Pour le moment, nous étudions le comportement des nanoparticules sur des cellules tumorales et des cellules normales – qui devraient être épargnées par cette stratégie – cultivées en laboratoire (*in vitro*). Par la suite, des expériences *in vivo* seront nécessaires.

Simplicité et efficacité

Une application alternative que nous allons étudier est un test diagnostique *in vitro* pour déceler des cellules tumorales circulant dans le corps. Ces cellules sont indicatrices de la dissémination du cancer et leur présence représente un signe à prendre au sérieux. Actuellement leur détection est complexe, demande de gros équipements et des compétences pointues,

qu'il n'est possible d'envisager que dans des centres spécialisés. Notre approche proposerait un test plus simple en ajoutant les deux nanoparticules développées dans quelques millilitres de sang, prélevés chez les patientes. La formation de caillots induite par les cellules tumorales présentes dans le sang serait mise en évidence, grâce à des équipements analytiques disponibles chez tout médecin.

Unir les forces

Aussi simple qu'il puisse paraître, ce projet est, en réalité, complexe et nécessite des compétences pointues en biologie du cancer et en nanomatériaux. Pour cette raison, il est développé conjointement par mon groupe de recherche sur le cancer au Département de médecine de l'Université de Fribourg et le groupe de recherche sur les bio-nanomatériaux des Professeures Alke Fink et Barbara Rothen-Rutishauser à l'Institut Adolphe Merkle. Pendant la première année de travail, deux doctorantes, soutenues par le programme NCCR Bio-Inspired Materials, ont établi le modèle cellulaire *in vitro*, accompli la synthèse de la première nanoparticule et caractérisé les interactions avec différents types de cellules.

Au-delà de l'aspect pratique appliqué au cancer, ce projet est lui-même un laboratoire d'expérimentation pour le développement de nanosystèmes autonomes, capables de réagir à des conditions prédéfinies avec des réponses précises et prévisibles. Les problèmes à résoudre nous forceront à développer de nouveaux matériaux et de nouvelles stratégies, créant ainsi un «projet dans le projet». C'est souvent face à de nouvelles difficultés que l'innovation se fait. J.F. Kennedy a dit: «Nous avons choisi d'aller sur la lune pas parce que c'est facile, mais parce que c'est difficile». Plus modestement, nous pourrions dire que le fait que notre projet soulève des questions auxquelles nous n'avons pas encore de réponse nous pousse à la créativité et à la conception d'approches pionnières dans ce domaine.

Je tiens à remercier le SNSF et tous ceux qui contribuent à tous niveaux avec leur enthousiasme et compétences pour rendre le NCCR Bio-Inspired Materials possible à Fribourg. ■

Curzio Rüegg est professeur au Département de médecine et vice-directeur du programme NCCR. curzio.ruegg@unifr.ch

Die Welt als Analogie

Nützliches Modell oder heidnischer Götzendienst? Die Urteile über Naturtheologien gehen weit auseinander. Dabei prägen die Einsichten der Natursensiblen bis heute Religion und Kultur – sogar bis in die Nationalhymne hinein. Florian Lipcke

Une nature omniprésente

Personne ne peut dire à quoi ressemble vraiment le ciel, ni comment fonctionne le monde des dieux. C'est pourquoi nous avons besoin d'un modèle explicatif. Les Egyptiens avaient choisi l'analogie: les relations pourraient se dérouler au ciel de la même manière qu'on les observe sur terre. Ce «parallélisme des sphères» est typique des croyances de la civilisation du Nil. Les Egyptiens étaient, en fait, des philosophes de la nature. Ils observaient précisément leur environnement et ont développé un système dans lequel les animaux font référence au divin. Ce sens de la nature a également exercé une influence notable sur l'Ancien Testament. Bien entendu, de nombreux passages ont été purifiés d'un point de vue théologique. Pourtant, de temps en temps, nous trouvons des indices qui nous parlent cette autre langue. Et encore: la nature a même inspiré l'hymne national suisse, qui dit clairement qu'on peut faire l'expérience du divin dans ce magnifique et imposant environnement naturel. En ce sens, la Suisse s'inscrit dans la tradition de civilisations vieilles de plus de 5000 ans – dont l'égyptienne.

Wenn man den alten Kirchenvätern glaubt, so waren die Ägypter damals schreckliche Götzendiener. Denn angeblich verehrten sie anstelle des Schöpfers lieber die Tiere, also Geschöpfe. Sie opferten vor ihnen und beteten sie an. Eine solch perverse Vertauschung von Schöpfer und Geschöpf konnte von vielen Theologie-Hardlinern damals nur mit distanzierenden Reaktionen quittiert werden: Abwertung, Verurteilung und Verteufelung waren die Folge. Bei genauerem Hinsehen zeigt sich aber, dass die Ägypter keineswegs plump die Tiere zum Gott erklärten. Die ägyptischen Gelehrten waren weise Naturbeobachter. Sie nahmen besondere Eigenschaften und Verhaltensweisen der Tiere wahr. Dabei verhält es sich ähnlich wie heute: Niemand kann aus eigener Erfahrung sagen, wie es im Himmel wirklich aussieht und wie die göttliche Welt funktioniert. Also beginnt die Suche nach einem passenden Erklärungsmodell. Die Ägypter wählten die Analogie als Grundmodell. Die Regel lautete: So wie man bestimmte Zusammenhänge auf der Erde beobachtet, so könnte es sich auch im Himmel abspielen. Diese «Parallelität der Sphären» ist ein Grundkennzeichen für den Glauben der Hochkultur am Nil. Gleich wie der Mistkäfer täglich die Dungkugel über die Erde rollt, so wälzt ein gigantischer göttlicher Mistkäfer den Sonnenball täglich über den Horizont. Darum konnte man im Mistkäfer den Funken des Göttlichen verehren. Ebenso war es möglich, mit dem Vogel Ibis dem Gott der Weisheit auf die Spur kommen. Der Ibis wurde wegen seiner Einsicht gepriesen – die Altvorderen glaubten, er besäße genaue Kenntnis über die segensreiche Nilflut. So fügte sich diese Vorstellung perfekt zum Gott der Weisheit und der

Wissenschaft (Thot), der deshalb häufig als Ibis dargestellt wurde. Auch glaubte man, der Falke hoch am Himmel hätte alles im Blick – die grossen Zusammenhänge, wie auch das Detail, der scharfen Augen wegen. Für die Ägypter stand er mit dem göttlichen Königtum in Verbindung. Denn auch der Königsgott musste alles im Blick haben. So wurde der Falke das Attributtier des Königsgottes Horus.

Wie im Himmel so auf Erden

Genauer betrachtet waren die Ägypter also eher Naturphilosophen. Sie beobachteten ihre Umwelt genau und entwickelten ein System, in dem die Tiere auf das Göttliche verweisen. Man kann bezüglich einer solchen Vorgehensweise viele andere antike und moderne Naturphilosophien vergleichen. Die ägyptische Philosophie (damals gleichbedeutend mit Theologie!) war bei einer Gruppe anderer, nicht-ägyptischer Theologen verpönt. Das war ihr Schicksal, sie konnte sich im Diskurs der Philosophien nach dem Ende der pharaonischen Blütezeiten nicht mehr wie zuvor etablieren. Ein Funke der Naturtheologie ist aber trotzdem noch im Neuen Testament zu finden. Denn die Analogie zwischen Himmel und Erde blieb eine zentrale Kategorie für Gebetsaussagen. Während die Ägypter damals wohl in Sachen Mistkäfer, Ibis, Falke & Co. die Formel «wie auf der Erde so im Himmel» gewählt hätten, so kennt das christliche «Unser Vater» die Wendung «wie im Himmel so auf der Erde».

In Balance mit der Natur

In den alten Kulturen war es bedeutsam, im Einklang mit der Natur zu leben. An den Rhythmus der Umwelt angepasst zu sein, ►



Bohadschia ocellata

war einerseits ein Ideal, andererseits aber auch überlebensnotwendig. Wer sich dem Zyklus der Natur widersetzte, hatte wirtschaftlich und gesundheitlich mit harten Konsequenzen zu rechnen. Darum spielte die Natur in vielen religiös-philosophischen Lebensentwürfen eine grosse Rolle. Orientierung an der umgebenden Natur bedeutete, dass man sich im Einklang mit der Schöpfung befand und damit im Einklang mit dem Willen der Schöpfergotttheit. Der Zürcher Religionswissenschaftler Fritz Stolz sprach einst von der grossen Überlap-
 tung zwischen Natur (Flora, Fauna, Unbelebtes) und zivilisatorischer Kultur. In den alten Epochen kann man nicht trennscharf zwischen beiden Bereichen unterscheiden. Dies wird auch durch die Betrachtung der damaligen religiösen Äusserungen bestätigt: Religion ist aufs engste mit der Natur verbunden, wirkt aber zugleich tief in die Gesellschaft, Kultur und damit in den zivilisatorischen Alltag hinein.

Natürliches im Alten Testament

Die Bedeutung der Natur hat auch auf das Alte Testament einen deutlichen Einfluss ausgeübt. Zwar sind viele Stellen über die Natur schon theologisch purifiziert worden – in ihnen herrscht eine klare Unterordnung der Natur unter den Schöpfergott. Aber doch begegnen wir hin und wieder Hinweisen, die eine andere Sprache sprechen. Blickt man in den hebräischen Urtext des Alten Testaments, so wird im Schöpfungsbericht (1.Mose 1,11) die Erde beauftragt, dass sie Grünes hervorspriessen lassen soll. «Und Gott sprach: Es lasse die Erde hervorspriessen Gras und Kraut (...)». Nicht der Schöpfergott selbst ist der Hervorbringer, sondern die (Mutter-)Erde, die bei der Schöpfung zentral beteiligt ist. Nach dieser weiblichen Schöpfungsträgerin ist im Hebräischen übrigens auch der Mensch benannt: Adam, das heisst Erdling, leitet sich von der Erde, adamah, ab. Solche und ähnliche Einsichten wurden schon vor etlichen Jahren von Othmar Keel, Silvia Schroer und Urs Winter herausgearbeitet.

Kriminalfall Naturevangelium

Geschichten von Büchern, die geheim und unter Verschluss gehalten wurden, gibt es viele. Manche dieser Buchgeschichten gleichen einem Kriminalfall. In der Geschichte des Christentums ist das nicht anders: Thomasevangelium, Judasevangelium, Mariaevangelium – sogar manch angesehener Experte lässt sich zu Verschwörungstheorien in Bezug auf diese Bücher hinreissen. Ein

ganz besonderes Evangelium wird aber nach wie vor viel zu selten berücksichtigt. Es handelt sich um ein «Evangelium von der Natur». Es war in der Spätantike (ab 250 n. Chr.) und im Mittelalter sehr bekannt. Zugleich wurde es nur selten als Naturevangelium erkannt. Die Rede ist von der Traktatsammlung «Physiologus», welche Tier und Pflanzenbeobachtung, Interpretation und christliche Glaubensinhalte verbindet. Grundsätzlich kann man sagen: Der Physiologus geht davon aus, dass das Christentum in der Natur erkannt werden kann und förmlich durch die Naturbeobachtung Theologie betrieben wird. Dies ist eine Grundannahme, die heute in Zeiten der selbstbewussten Naturwissenschaften nicht immer Zustimmung voraussetzen kann! Vom Physiologus sind im Übrigen einige Abschriften in alten Schweizer Bibliotheksbeständen erhalten.

«Trittst im Morgenrot daher...»

Der Natureinfluss macht selbst vor Nationalhymnen nicht halt. Diese drücken stets eine besondere Haltung zum Heimatland aus und nicht selten verraten sie viel über die Weltsicht. Während die Deutschen mit «Einigkeit und Recht und Freiheit» (Lied der Deutschen, 3. Strophe) die Ideale der Vormärzbewegung proklamieren, appellieren die Franzosen an die «Kinder des Vaterlands am Tag des Sieges einig zu marschieren». Ganz anders die Schweizer Nationalhymne! Beim Versuch, die Nationalhymnen nach der Stärke des Gottesbezugs zu ordnen, käme dem sogenannten Schweizerpsalm wohl eine Spitzenposition zu. Jede Strophe der Hymne wählt einen göttlichen Aspekt aus (Herrlichkeit, Menschenfreundlichkeit, Ewigkeit, Allmacht), den sie dann in der Natur realisiert sieht: Morgenrot, Abendglühn, Nebelflohr und Sturm. Die Aussage wird schnell deutlich: Der Gott, den die Schweizerinnen und Schweizer in ihrer Hymne eindrücklich loben, erschliesst sich in der Natur. Wenn aber Gott und Natur auf diese enge Weise miteinander verbunden sind, könnte man fast fragen: Ist denn der Gott, der im Schweizerpsalm besungen wird, ein «Naturbursche»? Theologisch sind hier ganz unterschiedliche Antworten denkbar. Sicher ist aber, dass sich die wohl theologischste aller europäischer Hymnen einer Sache bewusst ist: Das Göttliche kann in der schönen und gewaltigen Natur erfahren werden. Damit steht die Schweiz mit ihrer Hymne in der langen Tradition der 5000 Jahre alten Hochkulturen – auch der ägyptischen. ■

L'écologie, une question spirituelle

Dans son encyclique *Laudato si'*, le Pape François présente l'écologie intégrale comme une démarche fondamentalement spirituelle, liée à la conversion personnelle et à la recherche de la paix sociale planétaire. François-Xavier Amherdt

Wandel für die Nächsten

Mit seiner ersten Enzyklika «Laudato si'» sendet Papst Franziskus der Menschheit eine prophetische Mitteilung – eine Zeitung der Romandie sprach gar von einer «message révolutionnaire». Die Lektion richtet sich an jeden und jede: Schliesslich erfordert die ökologische Krise ein fundamentales spirituelles Umdenken von uns allen. Es ist ein Appell zu mehr Respekt vor der Schönheit der Schöpfung, zu einem bescheideneren Lebensstil, zur Solidarität mit den Armen. Gleichzeitig fordert der Text die Politik dazu auf, international geltende Regeln aufzustellen, um unseren Planeten zu erhalten und um der künftigen Generation ein bewohnbares gemeinsames «Haus» (abgeleitet aus dem Griechischen des Wortes «Ökologie», *oikos*, also Haus) überlassen zu können. Die päpstliche Enzyklika wurde insgesamt sehr wohlwollend aufgenommen, mit Ausnahme von gewissen Stimmen aus den Reihen der amerikanischen Republikaner, von bestimmten Ökologen bezüglich der Frage des «natürlichen» Lebens und Sterbens sowie von gewissen traditionalistischen (ausserhalb der Katholischen Kirche) und traditionellen Kreisen (katholisch).

Prophétique, «révolutionnaire», affirmait même l'éditorial d'un quotidien lémanique au moment de sa parution en juin dernier: la première encyclique du Pape François sur la sauvegarde de la création n'y va pas de main morte. Elle s'adresse, comme tous les messages du Concile Vatican II, à l'ensemble de l'humanité. Tout le monde y prend pour son grade, car la crise écologique actuelle en appelle à une profonde conversion spirituelle de chacun, pour une capacité d'admiration devant la splendeur de la création, un style de vie plus sobre, solidaire des pauvres.

Perspective spirituelle franciscaine

D'autre part, en préparation explicite de la Conférence sur les changements climatiques à Paris, l'automne prochain, le texte invite les dirigeants politiques à mettre en œuvre des règles internationales pour préserver la planète et transmettre aux générations futures une «maison commune» habitable (c'est l'étymologie du terme «écologie», du grec *oikos*, maison). Le souverain pontife jésuite fait ainsi honneur au nom de pape: c'est dans la ligne de la spiritualité de saint François d'Assise qu'il s'inscrit clairement. D'ailleurs, le titre même du document, en italien et non pas en latin (!), rappelle le *Cantique des créatures* du Poverello du XIII^e siècle. Il invite les hommes du monde entier à la louange du Créateur, associée à la recherche de la paix intérieure, au respect du jardin de la nature confié par Dieu aux êtres humains pour qu'ils le gardent et le fassent fructifier, sans l'exploiter de manière éhontée ou égoïste, à la justice envers les plus vulnérables et au dialogue interreligieux entre les chercheurs de Dieu.

Selon cette perspective, il n'est pas possible d'être authentiquement chrétien – et véritablement humain – sans adopter une sensibilité écologique, n'en déplaise à certains politiciens étasuniens. C'est donc à une communion profonde avec le cosmos que la Bible nous convie, au nom même de la foi en Jésus Christ, Maître de l'univers. Il ne s'agit pas, évidemment, d'une question partisane, comme si désormais les chrétiens des diverses confessions devaient toutes et tous adhérer à un «parti vert» (lequel choisir d'ailleurs?), mais d'une fibre écologique que chaque lecteur des Ecritures judéo-chrétiennes est appelé à cultiver, de quelque courant politique qu'il se réclame, en vertu de textes comme le début de la Genèse (les deux récits de la création) et le Psaume 8 (la petitesse de l'homme au sein de l'univers, que pourtant Dieu confie à la responsabilité humaine, puisqu'il a modelé l'homme à son image).

Campagnes de Carême suisses

Chaque année, les campagnes œcuméniques d'Action de Carême / Pain pour le prochain / Etre partenaires nous rappellent que les catastrophes écologiques (réchauffement climatique dû à l'homme, épuisement des ressources vitales, déforestation massive, pollution des mers, fonte des glaces, disparition des espèces) affectent surtout les pays les plus pauvres.

Ces déséquilibres naturels provoqués par l'être humain interpellent l'ordre économique globalisé, la fracture Nord-Sud et riches-pauvres. Ils exigent que les gouvernants renouvellent les accords de Kyoto et qu'ils prennent des engagements réels pour que soient instaurés des «critères» reconnus par tous, avec des systèmes efficaces ►

de contrôle, en faveur de la diminution des émissions de gaz à effet de serre, de l'accès à l'eau potable pour tous, du développement des énergies renouvelables.

Lobby «éco-spirituel»

Les croyants de toute confession et tous les hommes de bonne volonté sont donc interpellés pour qu'ils exercent une certaine pression sur leurs autorités (contacts personnels avec les parlementaires, référendums, pétitions) en une sorte de «lobby éco-spirituel» légitime, et qu'ainsi quelque chose change avant qu'il ne soit trop tard. Le souverain pontife n'a du reste pas caché qu'il désirait livrer son texte à la veille de la rencontre internationale de novembre, pour faire peser son aura morale sur les dirigeants de ce début de 3^e millénaire.

Le ton alarmiste de l'évêque de Rome souligne la gravité de la situation. La racine spirituelle de la crise se trouve dans le cœur de l'homme, dans cette cupidité qui le pousse à fuir en une consommation effrénée et en une exploitation démesurée de ce qui ne lui appartient pas, finalement. Car la terre appartient à tous, sans exception.

Le texte de François plaide donc pour une forme de «décroissance» à la source du vrai bonheur: dévorer moins pour vivre mieux, être plus à l'aise dans son corps, son âme et sa tête, exercer ainsi le partage avec celles et ceux qui ne choisissent pas de ne rien avoir à manger. C'est au fond la spiritualité du jeûne biblique bien comprise, ce que la tradition chrétienne appelle la vertu de tempérance. Elle associe la sauvegarde de la création, à travers une multitude de petits gestes écologiques (tri des déchets, économie d'eau et d'énergie), au plaisir retrouvé de la dégustation quotidienne (le *carpe diem* évangélique, «jouis de chaque jour», chaque aliment, chaque repas, chaque rencontre, avec toute sa saveur). Elle fait de l'écologie une démarche fondamentalement spirituelle, liée à la recherche de la paix et de la justice sociale planétaire.

Rarement document pontifical a reçu pareil écho: tous les médias confondus, bien au-delà des réseaux catholiques, ont vanté son ton, sa pertinence et son courage. Il figure parmi les meilleures ventes du début de l'été. Même les organes d'habitude plutôt

réservés à l'égard de tout ce qui vient du Vatican ont entonné un couplet favorable.

Des réticences? D'abord chez ceux qui, comme dans certains milieux républicains américains, continuent pour des raisons économiques, et donc idéologiques, de refuser d'attribuer la cause du réchauffement climatique aux activités humaines. Eux qui d'habitude ne se gênent pas d'invoquer leur foi au service de leurs campagnes et de leurs actions politiciennes, se plaisent maintenant à renvoyer le pape à sa sacristie en le priant de s'occuper de ce qui le regarde et en le traitant à nouveau de «crypto-communiste» en raison de sa dénonciation du libéralisme sauvage.

Puis les écologistes, qui rejoignent le texte sur tous les points, sauf lorsqu'en vertu de sa conception d'une écologie intégrale, François plaide pour le respect de chaque vie humaine, depuis sa conception jusqu'à sa mort «naturelle», et pour le recours à des méthodes «naturelles» de contraception. Le Magistère de l'Eglise catholique ne fait en réalité, sur ces points controversés, que pousser la cohérence de sa réflexion jusqu'à l'ensemble de ses applications et se rattacher à la «loi naturelle», inscrite par le Créateur dans la nature, dans le cosmos, comme dans l'être humain.

«Une religion nouvelle»

Enfin, les cercles intégristes traditionalistes (hors Eglise catholique) et traditionnels (catholiques) ne pouvaient pas ne pas se manifester contre ce pape qu'ils abhorrent en tout ce qu'il dit ou qu'il fait, prétextant qu'il ne condamnerait pas assez fortement l'avortement, ne soutiendrait pas suffisamment les lobbies «pro-life», ou quitterait le terrain doctrinal, «normal» selon eux pour un souverain pontife.

«Une religion nouvelle», avait dessiné Mix et Remix dans un journal romand à propos de l'encyclique, avec un pape blanc bondissant vers un paradis vert. Pas si nouvelle que cela en fait, puisqu'en parfaite convergence avec le message écologique des Ecritures! ■

Geckokräfte für die Nanowelt

Geckos und gewisse Spinnenarten erklimmen mit Leichtigkeit steilste Wände. Sie nutzen dazu sogenannte Van-der-Waals-Kräfte, die auch in Physik und Chemie von Bedeutung sind und nun auch die Nanowissenschaften erobern. Frank Scheffold

Un tout petit monde

Pour s'agripper à des surfaces, le gecko utilise les forces de dispersion cumulées de millions de poils extrêmement fins. Jusqu'à aujourd'hui, en dehors d'exemples astucieux trouvés dans la nature, ces forces jouaient un rôle insignifiant pour la technique. Les progrès en matière de miniaturisation ont changé la donne; tout particulièrement dans la technologie des semi-conducteurs où des «micro- et nanopuces» sont déjà fabriquées, mais aussi dans la mécanique, la technique médicale ou l'industrie horlogère. Des imprimantes 3D sont aujourd'hui en mesure de produire des structures mobiles avec des éléments plus petits qu'un millier de nanomètres. Les forces de Van der Waals utilisées par les geckos jouent donc aujourd'hui un rôle important tant dans la construction de composants miniaturisés que dans l'élaboration de nouveaux matériaux. Une approche novatrice, développée à l'Université de Fribourg, permet désormais d'influencer les interactions entre un grand nombre de nano-objets simultanément, en utilisant un «nuage de lumière laser» diffus permettant de générer des forces de Van der Waals artificielles. Grâce à cela, il devrait être un jour possible de contrôler complètement les interactions entre de très petits objets.

Geckos und einige Spinnen nutzen so genannte Van-der-Waals- oder Dispersionskräfte, um mit Leichtigkeit Wände hochzuklettern. Solche Kräfte zwischen kleinen Objekten sind in der Natur allgegenwärtig. Sie spielen eine wesentliche Rolle im beobachteten Verhalten von biologischen Flüssigkeiten, wie beispielsweise in Blut, aber auch in Lebensmitteln, Farben und Tinten. Im Vergleich zu gewöhnlichen chemischen Bindungen sind die Dispersionskräfte relativ schwach und oft nicht von permanenter Dauer. Der Ursprung der Dispersionskräfte liegt in sehr schnell fluktuierenden elektromagnetischen Feldern, die natürlicherweise zustande kommen. Die Fluktuationen führen zu schwachen – meist anziehenden, selten auch abstossenden – Kräften zwischen Molekülen und kleinen Objekten. Der Gecko macht sich die kumulierte Dispersionskraft von Millionen feinsten Härchen zu Nutze, um an Oberflächen haften zu können. Da zwischen der Oberfläche und einem einzelnen Haar aber nur eine geringe Kraft wirkt, kann der Gecko seinen Fuss durch eine geeignete Bewegung auch wieder von der Oberfläche lösen.

Im Kleinen daheim

Abgesehen von diesen cleveren Beispielen aus der Natur, spielten die Dispersionskräfte in der Technik bisher aber eher eine untergeordnete Rolle: die Reichweite der Kräfte ist normalerweise auf die Nanowelt beschränkt; ausserdem sind die Kräfte recht schwach. Dieser Zustand ist gerade dabei, sich rasant zu verändern, da die Miniaturisierung immer weiter voranschreitet. In der Halbleitertechnologie werden bereits heute «Mikro»-(oder besser

«Nano»-) Chips mit der 22nm-Technologie hergestellt. Parallel dazu schreitet auch die Miniaturisierung in der Mechanik immer weiter voran, so zum Beispiel in der Medizintechnik oder in der Uhrenindustrie. Bereits heute schlucken Patienten kleinste autonome Roboter-Kapseln mit digitalen Kameras zur Abbildung des Verdauungstraktes. In Zukunft werden sicherlich noch viele weitere autonome Systeme in der Mikrotechnik hergestellt werden mit noch ausgefeilteren Funktionen und Architekturen. 3D-Drucker sind heute bereits in der Lage, bewegliche Strukturen mit Bauteilen herstellen, die kleiner sind als eintausend Nanometer, also weniger als Hundertstel der Breite eines Haares. Die Abstände zwischen den beweglichen Teilen betragen dann nur noch einige wenige zehn-Nanometer. Auf diesen Längenskalen wirken ganz andere Kräfte als wir sie aus dem Alltag kennen. Elektrische und magnetische, aber eben auch Van-der-Waals-Kräfte dominieren dann die uns bekannten mechanischen Kräfte, wie zum Beispiel die Reibung.

Treffen in der Mitte

In dieser Nanowelt nähern sich die Mikrotechnik und die Materialwissenschaften, aus unterschiedlichen Richtungen kommend, immer mehr an. Interessanterweise treffen hierbei zwei völlig unterschiedliche Verfahren der Materialentwicklung aufeinander. In der Mikrotechnik verwendet man sogenannte Top-down-Verfahren, wie man sie aus dem Alltag kennt: Ein Bauteil wird digital gezeichnet, mit einem geeigneten Verfahren hergestellt und dann mit den anderen Bauteilen zusammengesetzt. In den Materialwissenschaften geht ►

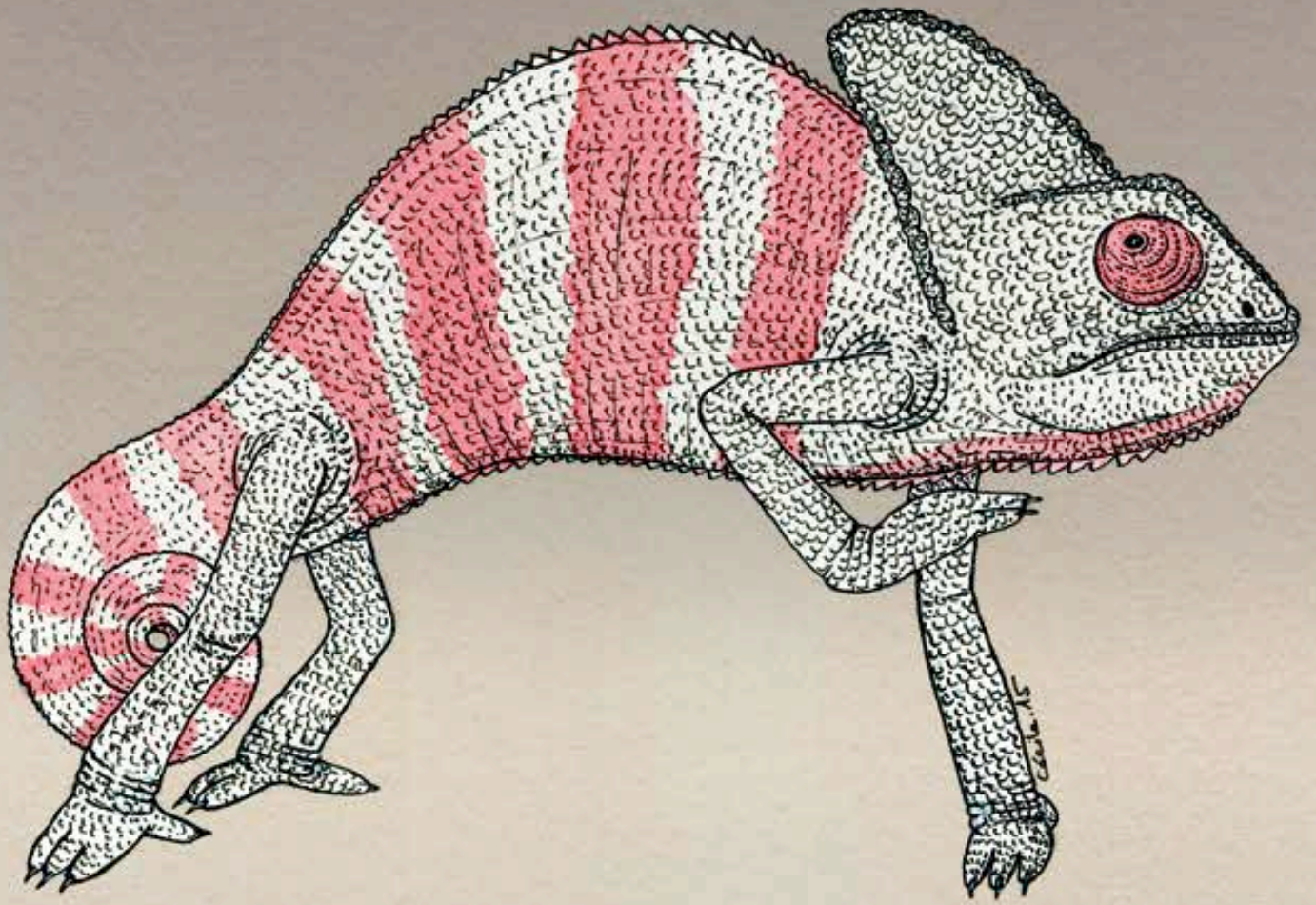
man umgekehrt vor, also Bottom-up. Molekulare chemische Verbindungen werden so synthetisiert, vermischt, mechanisch oder thermisch behandelt, dass sich über einen chemisch-physikalischen Prozess quasi «von selbst» funktionelle Einheiten herausbilden. Diese Herangehensweise nennt man auch Selbstorganisation. Die beiden Verfahren lassen sich auch kombinieren, so dass den Forschenden und Ingenieuren eine Vielfalt von Möglichkeiten offen steht. Sowohl bei der Konstruktion miniaturisierter Bauteile wie auch bei der Entwicklung neuer Materialien spielen Van-der-Waals-Kräfte eine wichtige Rolle. Diese lassen sich wiederum chemisch oder mechanisch beeinflussen. Die Stärke der natürlich auftretenden Kräfte hängt von der molekularen Zusammensetzung ab, die durch die Materialauswahl oder durch eine Beschichtung beeinflusst werden kann. Die Abstände zwischen den Bauteilen wiederum könnten durch eine geeignete Nanostrukturierung eingestellt werden.

Mit Licht gesteuert

Neben einer passiven Veränderung der Van-der-Waals-Kräfte kann man solche und ähnliche elektromagnetischen Kräfte auch aktiv erzeugen. Bereits seit langem bekannt ist, dass man mit stark fokussiertem Laserlicht sogenannte optische Pinzetten erzeugen kann. Im Fokus einer Linse lassen sich dann einzelne Mikro- und Nanoobjekte bewegen und manipulieren. Diese Technik ist vor allem in der Biotechnologie schon recht weit verbreitet und wird in der Diagnostik und zum Beispiel zur Sortierung und spezifischen Trennung von Zellen eingesetzt. Es ist aber mit solchen Lichtpinzetten auch möglich, einzelne Bauteile einer Mikro-Konstruktion berührungsfrei zusammensetzen. Lichtpinzetten sind damit so etwas wie Nano-Roboter, die eine komplexe Struktur Bauteil für Bauteil zusammensetzen. Möchte man hingegen die Selbstordnung beeinflussen so sind Lichtpinzetten nicht geeignet, da sie nur an einem Punkt angreifen. Sie sind somit nicht prädestiniert dafür, eine grosse Zahl von Nanoobjekten gleichzeitig zu beeinflussen.

In der Wolke

Ein neuer, an der Universität Freiburg entwickelter Ansatz soll es erlauben, die Wechselwirkungen zwischen einer grossen Zahl von Nano-Objekten gleichzeitig zu beeinflussen. Und zwar indem man mithilfe einer diffusen «Laserlicht-Wolke» künstliche Van-der-Waals-Kräfte erzeugt. Die Wolke ist vergleichbar mit dem Sonnenlicht, das man an einem nebligen Tage durch den Dunst schimmern sieht. Die künstlich erzeugte «Laserlicht-Wolke» weist jedoch eine deutlich höhere Intensität auf. Je höher die Lichtintensität in der Wolke ist, desto stärker ziehen sich die Partikel an oder stossen sich ab. Wie in der Natur hängen dabei die Kräfte nur vom relativen Abstand zwischen den Partikeln und nicht von ihrer tatsächlichen Position im Inneren der Wolke ab. Zusätzlich können Stärke und Eigenschaften der wirkenden Kräfte mit der geeigneten Wahl der Intensität und Farbe der Lichtwolke kontrolliert werden. Damit sollte es möglich sein, Wechselwirkungen zwischen kleinen Objekten vollständig zu kontrollieren. Dies könnte sowohl das Design nanostrukturierter Materialien mit massgeschneiderten Eigenschaften vereinfachen, wie auch neue Einblicke in deren physikalisches Verhalten erlauben. ■



Chamaeleo calyptratus

Des nanobilles à l'assaut du cancer

Activer le système de défense immunitaire pour lutter contre le cancer exige une approche interdisciplinaire et internationale. Le laboratoire de Carole Bourquin établit ces connexions. Elle répond à nos questions. Farida Khali

Den Krebs im Visier

Krebszellen sind für unser Immunsystem eine immense Herausforderung. Prof. Carole Bourquin beobachtet dessen Funktionieren während einer viralen Infektion und versucht, so die Mechanismen zu verstehen, die das Immunsystem in eine Verteidigungshaltung versetzen, um diese dann pharmazeutisch reproduzieren zu können. Die Verwendung von Nanopartikeln als Transportmittel erlaubt äusserst gezielte und damit auch effiziente und für den Patienten sicherere Aktionen. Ein solcher Ansatz lässt sich nur mit einem interdisziplinär aufgestellten Forschungsteam verfolgen, bestehend aus Chemikern zur Herstellung der Nanopartikel sowie aus Biologen und Medizinern, welche die Wirkungen dieser Nanopartikel in biologischen Systemen untersuchen. Die Professorin arbeitet im Rahmen des NFS «Bioinspirierte Materialien» mit Forschenden des AMI zusammen, aber auch mit Wissenschaftlern der EPFL und der Universität München.

Comment le corps se défend-il contre les infections?

La nature a développé chez tous les vertébrés un système de défense pour éliminer les infections: il s'agit du système immunitaire. Les cellules de notre système immunitaire patrouillent sans cesse dans notre corps, telles des troupes de garde, et repèrent rapidement les cellules qui ont été infectées par des virus. Notre système immunitaire est aussi équipé pour détruire et éliminer ces cellules infectées de façon très précise, sans endommager les cellules voisines non-infectées.

Ce système est-il efficace?

Ce système complexe est très efficace pour combattre les infections. De plus, il est à même de reconnaître et d'éliminer non seulement les cellules infectées, mais également les cellules cancéreuses. Malheureusement, dans ce cas, il fonctionne de façon bien moins efficace. Il est donc utile pour un chercheur ou une chercheuse d'observer en détail ce qui se passe lors d'une infection virale, comme par exemple la grippe, pour comprendre les mécanismes qui mènent à une réaction de défense. Ensuite, le chercheur peut essayer de recréer cette réaction de défense forte par des moyens pharmacologiques pour tenter de combattre le cancer.

Comment nos défenses sont-elles alertées de la présence d'un virus?

On a observé que notre système de défense est capable de reconnaître des constituants de virus qui ne se trouvent pas dans les cellules de mammifère, comme par exemple l'ARN double brin. Dans une cellule de mammifère, on ne trouve que de l'ARN

simple brin. Lorsque le système immunitaire détecte de l'ARN double brin, ceci représente pour lui un signal de danger qui déclenche une réponse de défense très puissante, à même d'éliminer les cellules infectées par le virus.

Est-il possible d'imiter ce signal pour déclencher une réaction de défense?

Il est possible de synthétiser chimiquement ces constituants de virus en l'absence de virus complet. Si on utilise ces molécules synthétiques dans un système biologique, elles font démarrer le système immunitaire au quart de tour, comme au début d'une infection, mais sans les effets secondaires associés à une infection virale.

Comment amener ces molécules d'alerte au bon endroit?

Nous avons eu l'idée de mettre ces composants viraux sur de petites billes de quelques dizaines de nanomètres de diamètre, appelées nanoparticules. Ces nanoparticules, qui ne sont pas plus grandes que des virus, servent ainsi de transporteur aux molécules d'alerte. La petite taille des particules offre l'avantage de faire croire aux cellules immunitaires qu'il s'agit de virus. C'est pourquoi elles les englobent. Une fois à l'intérieur des cellules immunitaires, les molécules d'alerte activent ces cellules et les stimulent à sécréter dans le sang des médiateurs, appelés cytokines. Les cytokines activent un grand nombre de cellules immunitaires dans l'organisme, ce qui mène à une amplification de la réponse immune. Ainsi, les nanoparticules et leur cargo imitent les caractéristiques d'un virus et permettent de déclencher une réponse immunitaire sans les risques associés à une infection.

Peut-on diriger cette réponse de défense contre un cancer?

Une astuce pour l'utilisation thérapeutique des nanoparticules serait d'attacher à leur surface des «molécules d'adressage», qui pourraient les diriger vers les tumeurs cancéreuses ou les métastases. Ainsi, on pourrait déclencher une très forte réponse immune, qui serait localisée à l'endroit de la tumeur et ne risquerait pas d'endommager d'autres tissus.

Que peut-on encore faire pour améliorer l'effet thérapeutique?

Nous avons montré que les réponses de défense sont plus efficaces lorsque deux signaux d'alerte différents sont donnés avec un délai d'au moins 24 heures entre les deux signaux. Le premier signal met les cellules immunitaires en état d'alerte, ce qui leur permet de réagir plus rapidement et plus fortement au deuxième signal. On pourrait imaginer des nanoparticules du futur qui lâcheraient leur cargo de molécules d'alerte en deux temps. Ou encore des particules qui libèreraient un traitement sous l'impulsion d'une modification de l'environnement, par exemple un changement de pH, comme cela arrive à l'intérieur des tumeurs.

Concrètement, qu'est-ce que cette nouvelle approche changera pour le patient?

A long terme, cette approche a pour but d'augmenter l'efficacité de certains traitements anticancéreux. L'avantage des traitements immunologiques est qu'ils peuvent cibler des cancers très différents, car les réponses immunitaires peuvent se développer dans tout l'organisme. D'autre part, l'utilisation des nanoparticules pourrait augmenter la sécurité du traitement et diminuer les effets indésirables par leur capacité à relâcher les médicaments uniquement sur le site de la tumeur.

Comment développer ces nanoparticules du futur?

Une telle approche nécessite une équipe interdisciplinaire, comprenant des chimistes pour créer les nanoparticules, ainsi que des biologistes et des médecins pour tester leurs effets dans des systèmes biologiques. Il est très important d'avoir une bonne communication entre ces différents spécialistes, qui évoluent dans des mondes scientifiques très divers. Nous avons ainsi établi des collaborations avec les chercheurs de l'Institut Adolphe-Merkle à Fribourg dans le cadre du Centre National de Compétences

BioInspired Materials, mais aussi avec l'EPFL et l'Université de Munich pour développer ces nanoparticules du futur.

Comment fonctionne cette collaboration?

Nous avons régulièrement des discussions interdisciplinaires entre chercheurs des différents instituts. En se basant sur ces échanges, nos collaborateurs chimistes fabriquent ensuite les nanoparticules sur mesure et nous les transmettent pour les tests biologiques. Nous venons de mettre au point un test rapide, qui permet de quantifier l'activation de cellules du système immunitaire par les particules et leur cargo et également de vérifier qu'il n'y a pas d'effets toxiques sur les tissus biologiques. Ce test permet ainsi de comparer rapidement différentes nanoparticules pour sélectionner celles présentant les caractéristiques les plus prometteuses. Grâce à ces interactions régulières avec nos collègues chimistes, nous pouvons améliorer progressivement les particules en y ajoutant de nouvelles fonctions.

A quel stade en sont vos recherches?

Nous travaillons depuis un peu plus d'une année sur ce projet et nous avons pu identifier des caractéristiques positives, qui permettent d'augmenter la réponse immunitaire lorsque les signaux d'alerte sont transportés par des nanoparticules. Il nous faudra encore au moins deux ans pour synthétiser et sélectionner une série de particules en vue d'un développement clinique.

Quand pensez-vous que cette technologie thérapeutique sera accessible au patient?

Avant qu'une nouvelle thérapie puisse être tentée chez l'homme, il y a toute une batterie de tests prescrite par la loi qui doit être effectuée pour s'assurer de la sécurité de la nouvelle substance. Il faudra donc attendre encore plusieurs années avant de pouvoir lancer les premiers essais cliniques. ■

Carole Bourquin est professeure de pharmacologie au Département de médecine. Elle dirige également l'Unité de pharmacologie clinique à l'hôpital fribourgeois.
carole.bourquin@unifr.ch

Mensch in der Natur und Natur im Menschen

Neue Technologien erschüttern klassische Denkweisen über das Verhältnis von «Geist» und «Natur». Was die Provokationen einer Philosophin der Gegenwart mit russischer Kosmologie und dem Theologen Sergij Bulgakov zu tun haben. Regula Zwahlen

Matérialisme et pensée autonome

Dans son livre *The Posthuman* (2013), la philosophe Rosi Braidotti plaide en faveur de nouveaux modèles pour un comportement politique et éthique, ainsi que pour une «subjectivité posthumaine matérialiste, vitaliste, incarnée et incorporée». Elle souhaite ainsi mettre les sciences humaines au défi de suivre les avancées de la biologie moléculaire relatives à l'organisation autonome et à la rationalité structurelle de la matière dans la réflexion sur la subjectivité et la communauté. De la théorie de Rosi Braidotti aux «cosmologues» russes de la première moitié du XX^e siècle il n'y a qu'un pas. Cette façon de penser repose également sur l'œuvre de Sergej Bulgakov, ancien marxiste spécialiste en économie politique, devenu plus tard théologien orthodoxe, qui s'est intéressé à la question suivante: «Une idéologie, dont les fondements permettraient tout aussi bien de se situer en tant que matérialiste, dans le sens d'une unité réelle avec la nature [...] que de garantir, dans le même temps, l'autonomie de l'esprit humain, est-elle possible?»

In ihrem Buch «The Posthuman» (2013) will die Philosophin Rosi Braidotti «die Bezugseinheit des Humanen neu begreifen». Weil die Grenzen von «Natur» und «Kultur» sich durch wissenschaftliche Fortschritte und unsere globalisierte, technologisch vermittelte Gesellschaft verschieben, ist ihres Erachtens ein arrogantes Verständnis des Menschen als Zentrum der Welt und Beherrscher der Natur fehl am Platz. Der klassische Humanist stehe angsterfüllt vor den «vier Reitern der posthumanen Apokalypse»: Nanotechnologie, Biotechnologie, Informationstechnik und Kognitionswissenschaft. Kurz: Er fürchtet sich davor, die geistige Kontrolle über die Natur zu verlieren. Deshalb plädiert Braidotti für neue Modelle politischen und ethischen Handelns und für eine «materialistische, vitalistische, verleblichte und eingebettete posthumane Subjektivität». Damit will Braidotti die Geisteswissenschaften dazu herausfordern, die molekularbiologischen Fortschritte in Bezug auf die Selbstorganisation und strukturelle Relationalität der Materie beim Nachdenken über Subjektivität und Gemeinschaft zu beherzigen: «Posthumanwerden ist also der Prozess, sein Gefühl der Verbundenheit mit einer gemeinsamen Welt [...] neu zu begreifen. Es [...] verändert die Koordinaten unserer sinnlichen Wahrnehmung, um die kollektive und nach aussen gerichtete Natur dessen zu erkennen, was wir noch immer das Selbst nennen. Dieses Selbst ist ein bewegliches Gefüge in einem gemeinsamen Lebensraum, den das Subjekt nie beherrscht oder besitzt, den es nur – und stets in Gemeinschaft, in der Menge oder Gruppe – bewohnt und durchquert. Für die posthumane Theorie ist das Subjekt [...] immanent eingebunden in ein

Netz nichtmenschlicher (tierischer, pflanzlicher, viraler) Beziehungen.» In Bezug auf das rationale Bewusstsein sagt Braidotti: «Es ist ein Akt der Entfaltung des Selbst auf die Welt, während die Welt sich in ihm entfaltet» – ein Satz, den viele russische Denker ohne Umschweife unterschrieben hätten.

Russische Posthumanisten?

Der Gedankensprung von Braidotti zur russischen Philosophie der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts bedarf keiner allzu grossen Sprungkraft. Das Anliegen, alte Vorstellungen vom Verhältnis zwischen Mensch und Natur, Natur und Kultur aufzugeben und die Möglichkeiten der technisierten Welt konstruktiv zu nutzen, findet sich z.B. beim Philosophen Nikolaj Berdjajev, der davor warnte, bei der «romantischen Empörung gegen die Maschine» und der Sehnsucht nach der «alten Natur» zu verharren. Vielmehr müsse sich der Mensch der selbst geschaffenen «neuen Natur» – einer wahren Zauberwelt – vor allem geistig angleichen und sich ihrer bemächtigen. Die kreative Verbindung von Anthropologie und Kosmologie ist laut Berdjajev eine visionäre russische Denkrichtung, die auch den westlichen Ideenhorizont erweitern könne. Dort habe eine «Neutralisierung des Kosmos» stattgefunden, die zur feindseligen Gegenüberstellung von Idealismus und Materialismus geführt habe. In der Orthodoxie hingegen sei ein kosmologisches Denken verankert, das dem westlichen Christentum abhanden gekommen sei. Die meisten russischen Kosmisten sowohl religiöser als auch säkularer Prägung betonen die aktive Rolle des Menschen bei der Vervollkommnung der Welt; z.B. durch die Evolution der «Biosphäre», der Sphäre der

lebendigen Materie, zu einer «Noosphäre» – ein Begriff, den vor allem der Geochemiker Vladimir Vernadskij entfaltet hat. Die Noosphäre entwickelt sich durch die Expansion menschlichen Wissens und der Vernunft, und dies im Einklang mit den Naturgesetzen. Dieser Denkhorizont hat auch den Politökonom Sergej Bulgakov zu einer «Philosophie der Wirtschaft» inspiriert, die den «wahren Kern des Materialismus» – das heisst den Umstand, dass sich der Mensch seiner natürlichen, materiellen Existenz nicht entziehen kann – reflektieren will.

Kosmische Philosophie der Wirtschaft

Sergej Bulgakov (1871–1944) ist ein interdisziplinärer Querdenker, Ökonom und Theologe, ein kurz nach der Promotion zum Christentum bekehrter ehemaliger Marxist. Er sucht eine Antwort auf seine Grundfrage: «Ist eine Weltanschauung möglich, auf deren Fundament man sowohl als Materialist im Sinne einer realen Einheit mit der Natur stehen [...], gleichzeitig aber auch an der Selbständigkeit des menschlichen Geistes festhalten kann?» Ja, sagt Bulgakov, und zwar zeuge die christliche Lehre von der Schöpfung Gottes von der «Treue zur Erde», die auch Nietzsches Zarathustra gefordert habe.

1912 reicht Bulgakov am Moskauer Lehrstuhl für Politische Ökonomie eine «Philosophie der Wirtschaft» als Habilitationsschrift ein – die Wirtschaftswissenschaft bedürfe einer «Auffrischung durch den philosophischen Zweifel». In unbescheidener Analogie zu Immanuel Kants Frage – «Wie ist Wissenschaft möglich?» – stellt Bulgakov die Frage «Wie ist Wirtschaft möglich?» Marxens Fokus auf den Einfluss ökonomischer Verhältnisse auf die historische Entwicklung übernimmt Bulgakov, seinen deterministischen Materialismus lehnt er jedoch ab. Er will ihn konstruktiv überwinden, indem er neue Antworten auf die Frage «nach dem Menschen in der Natur und der Natur im Menschen» sucht. Von zentraler Bedeutung ist bei Bulgakov das auch von Braidotti postulierte «verleiblichte Subjekt»: «Damit Wirtschaft möglich ist, muss ihr allgemeines transzendentes Subjekt, der Wirt oder Demiurg der Welt, selbst dieser natürlichen Welt angehören, real an ihr teilhaben, ihr immanent sein. Die Teilhabe an der Welt ist [...] die Bedingung der Möglichkeit wirtschaftlicher Tätigkeit.» In Bulgakovs Lehre von der Schöpfung ist der Mensch sowohl ein ihr zugehöriges natürliches, als auch ein

geistiges, die Schöpfung transzendierendes Wesen. Deshalb dürfe die Wirtschaft ihre Rechnung nicht ohne den Wirt machen: den Menschen, der den Auftrag erhalten hat, Gottes Garten zu bebauen und zu hüten (Gen 2, 15). Bulgakov sucht eine alternative Sicht der Natur als lebendiger Organismus und stützt sich u.a. auf Schellings Naturphilosophie, Kants Lehre vom «Ding an sich» und auf den «religiösen Materialismus» des Philosophen Vladimir Solov'ev: «An die Natur zu glauben, bedeutet, in ihr die verborgene Klarheit und Schönheit anzuerkennen, die sie zum Leib Gottes macht».

Der Mensch selbst ist «inkarnierter Geist» – Bulgakov verurteilt die «tiefe Verachtung des Leibes» im kirchlichen Schrifttum –, und als solcher ist er auf dreifache Weise mit der natürlichen Welt verbunden: durch seine Erschaffung aus der Erde (Gen 2, 7), durch die Ernährung (im weitesten Sinne durch die Aufnahme von Luft, Licht, Nahrung und Sinneswahrnehmungen etc.) und drittens durch die Seele, das Lebensprinzip, das ebenso zur Pflanzen- und Tierwelt gehört («zoe» bei Braidotti). Darwins Evolutionstheorie wertet Bulgakov als wissenschaftliche Beschreibung der Tatsache, dass wir in einer «Atmosphäre der ständigen Wunderwirkung» leben: «Ist denn die Entstehung von Leben auf unserem Planeten, von neuen Arten und schließlich der Kulturen kein Wunder, keine neue Schöpfung?» Weil also der Mensch selbst natürlich ist, sind Wissenschaft und Wirtschaft, Kultur und Kunst möglich, weil er aber als Ebenbild des Schöpfers auch vernunftbegabt und verleiblichter Geist ist, trägt der Mensch auch Verantwortung für sein Handeln. Auf dieser Grundlage entfaltet Bulgakov später seine Schöpfungstheologie als Heilsökonomie.

Was Bulgakov mit anderen Kosmologen und gar mit Rosi Braidotti verbindet, ist eine unverhohlene Begeisterung für die Möglichkeiten menschlichen Schaffens. Braidotti bringt es fulminant zum Ausdruck: «Es ist, als würden unsere gegenwärtigen Verhältnisse beständig die Türen unserer kollektiven Wahrnehmung aufstossen, uns dazu zwingen, das Brausen der kosmischen Energie zu vernehmen, das sich jenseits der Stille erhebt, damit wir das Ausmass dessen erfassen, was möglich geworden ist.» Die russischen Kosmologen hätten es nicht schöner formulieren können. ■

Quellen

- > Nikolaj Berdjajev, *Mensch und Technik*, Mössingen-Talheim 1989
- > Sergej Bulgakov, *Philosophie der Wirtschaft. Die Welt als Wirtschaftsgeschehen*. (= Epiphania 5). Mit Begleitband, Münster 2014
- > Rosi Braidotti, *Posthumanismus. Leben jenseits des Menschen*, Frankfurt a.M. 2014
- > George M. Young, *The Russian Cosmists*, Oxford 2012

Regula M. Zwahlen ist Leiterin der Forschungsstelle Sergej Bulgakov am Institut für Ökumenische Studien.
regula.zwahlen@unifr.ch

Theologie als Natur-Wissenschaft

Die Theologie gehört zu den Geisteswissenschaften – wirklich? Wird diese Zuordnung ihr gerecht? Wie tragfähig ist überhaupt die Einteilung der akademischen Welt in Natur- und Geisteswissenschaften? Barbara Hallensleben, Dieter Hattrup & Sabina Ingold

Une classification inutile?

L'histoire des sciences elle-même révèle qu'une distinction entre sciences humaines et naturelles à l'intérieur d'un schéma dualiste ne peut pas être décrite convenablement. Dans la mesure où l'esprit s'oriente en fonction de phénomènes historiques, culturels et sociaux, un contact avec la «nature» est inévitable. L'opposition contradictoire entre une nature sans intelligence trop explicative et une intelligence sans nature trop facile à comprendre ne correspond pas non plus aux développements des sciences naturelles. En se classant volontairement dans les sciences humaines, la théologie a justement perdu de vue l'humain. Si la théologie argumente scientifiquement ses principes fondamentaux concernant le Dieu de la révélation historique, l'incarnation de Dieu en Jésus Christ et la résurrection de la chair, s'ouvre alors un horizon herméneutique qui inclut la dualité explication-compréhension et englobe l'esprit et la nature dans leur cohérence interne.

Im üblichen Katalog der Fakultäten gehört die Theologie zusammen mit der Philosophie, der Philologie, den Geschichtsdisciplinen und anderen Fächern auf die Seite der Geisteswissenschaften. Zu den Naturwissenschaften zählen Physik, Chemie, Biologie und auch die Mathematik, obwohl sie doch weitgehend ohne naturhafte Bezüge auskommt. Diese Wissenschaften messen, experimentieren und beweisen, während die Geisteswissenschaften interpretieren und deuten. So die gängige und auch recht plausible Auffassung. Während die institutionelle Gliederung der akademischen Einrichtungen die Festigung dieser Dualität begünstigt, wird sie zugleich durch die Entwicklung der Sozialwissenschaften einerseits, der «Life Sciences» andererseits faktisch zunehmend unterlaufen. Mehr noch: In den Geisteswissenschaften wie in den Naturwissenschaften verlieren die hermeneutischen Grundlagen ihre Selbstverständlichkeit: Die Naturwissenschaften geben aufgrund eigener Forschungsergebnisse den Anspruch eindeutigen, allumfassenden Wissens auf.¹ Die Geisteswissenschaften «materialisieren» sich und integrieren bewusst die «Natur» in ihrer geschichtlichen Ausprägung, besonders klar ersichtlich in den Sozial- und Kulturwissenschaften. Die wissenschaftstheoretische Diskussion hat diese Entwicklungen noch nicht in jeder Hinsicht eingeholt. Es ist daher sinnvoll, nach den Ursprüngen einer nicht mehr selbstverständlichen Selbstverständlichkeit zu fragen ...

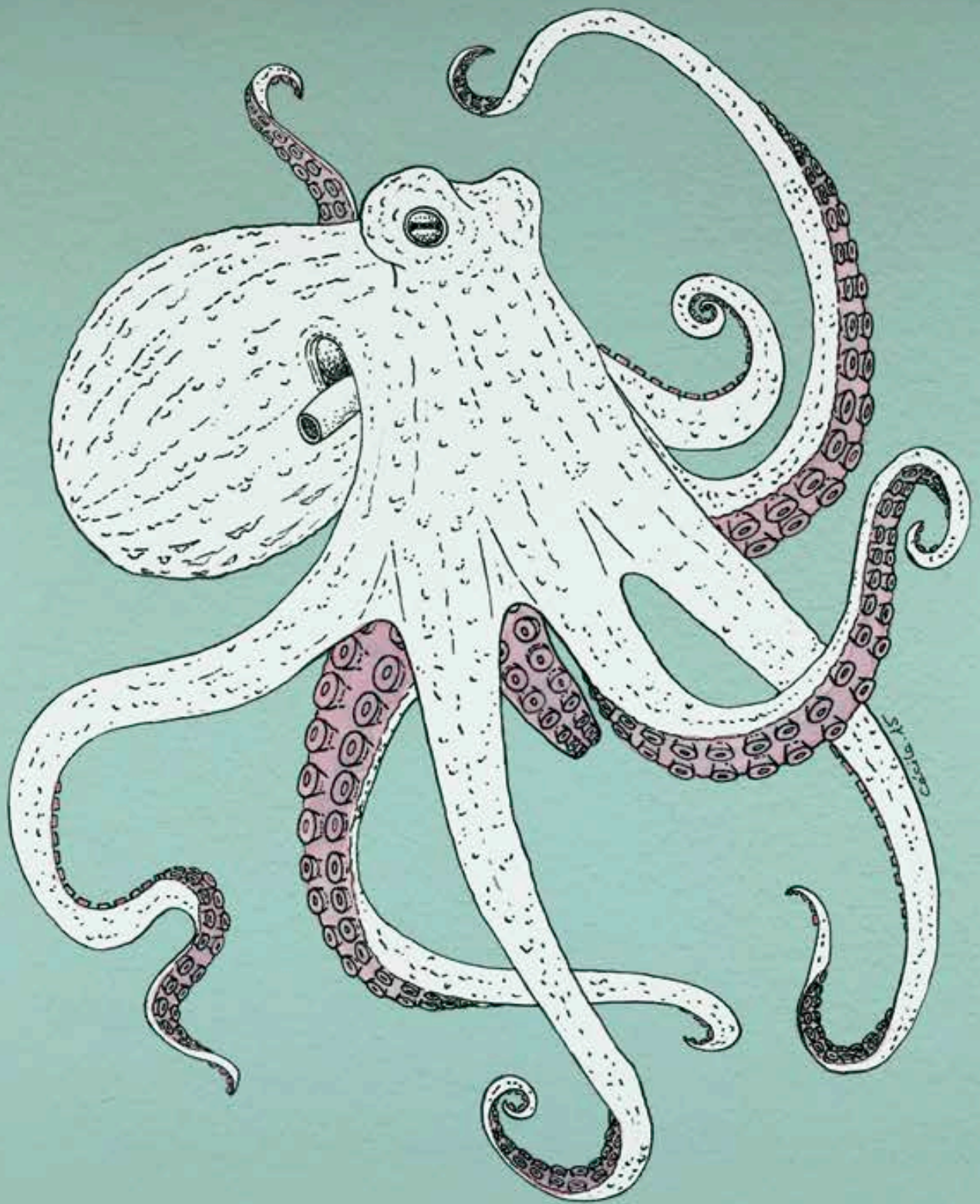
Diltheys Dualität

Die Dualität zwischen Geistes- und Naturwissenschaften geht in erster Linie auf

Wilhelm Dilthey (1833–1911) zurück. Angesichts der überwältigenden Plausibilität der Naturwissenschaften seiner Zeit, versuchte Dilthey eine Grundlegung der Geisteswissenschaften zu formulieren, die einerseits dem Wissenschaftsverständnis seiner Zeit genüge und andererseits die Eigenständigkeit der Geisteswissenschaften gegenüber den experimentellen und empirischen Methoden der Naturwissenschaften wahrte. Er ordnete den Geisteswissenschaften den Bereich des «Verstehens», den Naturwissenschaften den Bereich des «Erklärens» zu (Die terminologische Unterscheidung von «Erklären» und «Verstehen» findet sich ursprünglich bei Gustav Droysen in seiner «Historik»; die systematische Entwicklung erfolgt allerdings erst bei Dilthey). Diltheys Systematisierung verdichtet sich in dem bekannten Satz: «Die Natur erklären wir, das Seelenleben verstehen wir» (DGS V, 144).

Unmögliche Trennung

An Diltheys Theorem schliesst sich eine breite und durchaus kontroverse Wirkungsgeschichte an. Die Rezeption der dualen Hermeneutik weicht dabei explizit und noch häufiger implizit von den Grundgedanken Diltheys markant ab. Während Dilthey Natur und Geist als Bestandteile eines ganzheitlichen Lebensprozesses ansah, die sich in einer Wechselwirkung ergänzen, kam es in der Folge immer mehr zu einer prinzipiellen Trennung zweier weitgehend unabhängiger Wirklichkeitsbereiche, die in einer dualen Hermeneutik von Geistes- und Naturwissenschaften gipfelt. Mit diesem Prozess geht auch die Verfestigung der cartesianischen Trennung von *res extensa* und *res cogitans* zur Aufspaltung ►



Octopus vulgaris

Quellen

- > ¹⁾Vgl. Dieter Hattrup, *Einstein und der würfelnde Gott. An den Grenzen des Wissens in Naturwissenschaft und Theologie*, Freiburg i.Br. 2008 (4. Auflage).
- > ²⁾Günter Howe, *Die Christenheit im Atomzeitalter*. Vorträge und Studien, Stuttgart 1970, 80–82, hier: 81.
- > ³⁾Vgl. Thomas von Aquin, *Summa theologiae I*, quaestio 1.

in Natur und Geist einher. Die Natur wurde den Naturwissenschaften überlassen, die Geisteswissenschaften zogen sich in ihrem «Verstehen» zunehmend in eine weltlose Innerlichkeit geistiger Gehalte zurück. Die Wissenschaftsgeschichte selbst deckt auf, dass Erkennen in diesem dualen Schema kaum angemessen beschrieben werden kann: in der Masse, wie der Geist sich den geschichtlichen, kulturellen und gesellschaftlichen Phänomenen zuwendet, ist eine Berührung mit der sogenannten «Natur» unvermeidbar. Auch den naturwissenschaftlichen Entwicklungen wird das kontrafaktische Gegenüber zwischen einer zu erklärenden geistlosen Natur und einem zu verstehenden naturlosen Geist nicht gerecht.

Wissenschaftliche Gretchenfrage

Bei Albert Einstein ist der Paradigmenwechsel mit Händen zu greifen. Als die Kausalität der Natur mit dem Aufkommen der Quantentheorie ins Wanken geriet, hat der berühmte Physiker sich mit allen Mitteln dagegen zu wehren versucht und den nichtwürfelnden Gott um Hilfe angerufen. «Es scheint hart, dem Herrgott in seine Karten zu gucken. Aber dass er würfelt und sich «telepathischer» Mittel bedient (wie es ihm von der gegenwärtigen Quantentheorie zugemutet wird) kann ich keinen Augenblick glauben» (Briefe 1979, 65). Stephen Hawking wählt in seinem Buch «Der grosse Entwurf. Eine neue Erklärung [!] des Universums» (2010) denselben Ausgangspunkt: «Dieses Buch stützt sich ganz und gar auf das Konzept des wissenschaftlichen Determinismus...» (36). Doch am Ende steht eine entgegengesetzte theologische Option: «Wir sind das Produkt von Quantenfluktuationen im sehr frühen Universum. Wäre man religiös, könnte man sagen, Gott würfelt doch» (138). Hier «erklären» Naturwissenschaftler nicht länger – sie deuten! Sie werden zu Philosophen oder gar zu Theologen. Welches ihrer Gottesbilder soll nun gelten: der würfelnde oder der nichtwürfelnde Gott? Doch uns interessiert hier weniger die Theologie in den Naturwissenschaften als die Natur in der Theologie.

Unkritische Naivität?

Nicht-Theologen wundern sich über die «selbstverständliche Naivität», mit der die Theologie sich auf die Seite der Geisteswissenschaften schlug, sobald die duale Hermeneutik etabliert war – Theologinnen und Theologen wundern sich viel zu

wenig. Mit der selbstgewählten Zuordnung verlor die Theologie den Menschen im Kosmos, den politisch und sozial verfassten Menschen, den Menschen inmitten seiner Umwelt aus den Augen. Bis heute neigt sie dazu, soziale Konzepte, politische Theorien und ökologische Motive aus den entsprechenden Wissenschaften zu importieren, ohne ihren eigenen konstitutiven Beitrag zu reflektieren. Der Rückzug auf den Bereich «religiöser Phänomene», insbesondere in der inneren, «subjektiven» Erfahrung, entleert die zentrale theologische Terminologie selbst: Was soll es noch heissen, dass wir berufen sind, «Anteil zu haben an der göttlichen Natur» (2 Petr 1,4)? Was soll die Rede von der «göttlichen Natur» oder gar die Rede von den «zwei Naturen in einer Person» in Jesus Christus noch für die «Natur» unserer Welt bedeuten? Grosse Theologen der Neuzeit verankern Religion im Gefühl (Schleiermacher), ziehen sich ins Gottesbewusstsein zurück (Hans Urs von Balthasar) oder opfern die kategoriale geschichtliche Wirklichkeit den transzendentalen Ideen (Karl Rahner).

Theologische Natur-Kompetenz

Die klassische Theologie hat sich stets auf Gott und auf die gesamte Wirklichkeit bezogen, insofern diese als Schöpfung zu Gott in Beziehung steht.³ Die Preisgabe eines theologischen Naturverständnisses durch Übernahme der Dualität von Geistes- und Naturwissenschaften führt unweigerlich zu einem unvermittelten Gegenüber zwischen einem naturlosen Gott und einer gottlosen Natur. Die Theologie tut gut daran, sich auf ihre ureigene Natur-Kompetenz im Dialog mit den heutigen Wissenschaften zu besinnen. Keine Wissenschaft kommt heute ohne Deutung aus, und auch die Theologie steuert viele erklärende Elemente zum Verstehen der Wirklichkeit bei. Wenn die Theologie ihre grundlegenden Aussagen über den Gott der geschichtlichen Selbstoffenbarung, über die Menschwerdung Gottes in Jesus Christus und die Auferstehung des Fleisches wissenschaftlich entfaltet, dann eröffnet sie einen hermeneutischen Horizont, der die Dualität von Erklären und Verstehen umgreift und Geist und die Natur in ihrer inneren Zusammengehörigkeit umschliesst. Vielleicht kann sie den Spuren der Freiheit, die von den Naturwissenschaften selbst in der Natur entdeckt worden sind, ein Gesicht und einen Namen geben? ■

Barbara Hallensleben ist ordentliche Professorin für Dogmatik und Theologie der Ökumene an der Theologischen Fakultät.
barbara.hallensleben@unifr.ch

Dieter Hattrup ist promovierter Mathematiker und Theologe, Professor in Paderborn und Gastprofessor für Dogmatik an der Theologischen Fakultät.
dieter.hattrup@unifr.ch

Sabina Ingold ist Doktorandin am Departement für Glaubens- und Religionswissenschaft, Philosophie.
sabina.ingold@unifr.ch

Gut imitiert ist halb gewonnen

Stark wie ein Baum, leicht wie eine Feder, hart wie ein Fels: Unzählige Eigenschaften aus dem Naturreich dienen uns als Vorbild. Gerade auch im Bereich der Materialwissenschaften ist Mutter Natur als Muse nicht mehr wegzudenken. Christoph Weder

Matériaux de rêve

Le bois et les os sont des exemples de matériaux de construction légers biologiques, dont les propriétés mécaniques ont été optimisées pour un usage particulier. Il est intéressant de constater que la nature emploie – malgré l'abondance et la diversité des espèces – relativement peu de matières premières chimiquement distinctes. Elles sont, toutefois, légèrement modifiées selon les besoins et utilisées dans différentes combinaisons. De plus, pratiquement tous les matériaux biologiques sont organisés de manière hiérarchique. Même si de nombreux détails restent encore inexplicables, il est évident que de telles structures hiérarchisées ont une influence immense sur les propriétés mécaniques ou autres. Cela permet même de battre des records: aucun matériau artificiel n'est capable d'atteindre l'exceptionnelle rigidité spécifique du bois. Les matériaux biologiques sont également en mesure de s'adapter aux conditions environnementales (qui se modifient) ou de se guérir eux-mêmes. Chacun de ces comportements «intelligents» est directement lié à la nature dynamique d'un tissu vivant: le matériau peut croître, se renouveler ou changer en permanence.

Steinzeit, Bronzezeit und Eisenzeit: Mehrere Perioden der Geschichte werden nach Materialien benannt, die der Mensch in einer bestimmten Zeitspanne zu bearbeiten oder herzustellen gelernt hat. In der Ur- und Frühzeit erlaubten die verwendeten Materialien die Herstellung neuer Werkzeuge und Waffen, die dazu dienten, überlebenswichtige Arbeits- und Jagdtechniken zu verbessern. Die Bedeutung neuer Materialien ist auch in der modernen Gesellschaft ausgeprägt: Unzählige Errungenschaften wurden erst durch neuartige Werkstoffe denkbar. So finden etwa Kunststoffe, deren Herstellung vor rund hundert Jahren begann, in unzähligen Gegenständen des täglichen Lebens Verwendung. Die Entdeckung elektrischer Halbleiter, ebenfalls Anfangs des letzten Jahrhunderts, legte den Grundstein für die Entwicklung elektronischer Geräte jeglicher Art. Und Fortschritte in der Metallurgie und der Entwicklung keramischer Hochleistungsmaterialien führten zu einer Produktpalette, die vom künstlichen Hüftgelenk bis zum Glaskeramikherd reichen.

Spiel ohne Grenzen

Angetrieben durch intellektuelle Neugierde und durch ein immenses Innovationspotenzial, beschäftigen sich heute viele Wissenschaftler – im akademischen wie auch im industriellen Bereich – mit der Erforschung und Entwicklung neuer Funktionsmaterialien. Diese Werkstoffe weisen Eigenschaften auf, welche in der Regel für eine bestimmte Anwendung optimiert wurden und immer komplexere Funktionen zulassen. So können Kunststoffe für den Küchenbereich heute antimikrobiell ausgerüstet werden, die neusten Beschichtungen für Brillengläser sind kratzfest, spiegeelfrei und

beschlagen nicht und neuartige Knochenschrauben lösen sich im Körper nach der Heilung eines Bruchs auf. Im Forschungslabor lassen sich aus speziellen Kunststoffen flexible Solarzellen fabrizieren, dank neuen Materialien kann die Heilung von Wunden beschleunigt werden und mit neuartigen Metall-Legierungen ist es möglich, Wärme direkt in Strom umzuwandeln.

Meister gefunden

Trotz aller Fortschritte und Errungenschaften der Materialwissenschaften kann sich das Leistungsspektrum künstlicher Werkstoffe längst nicht mit demjenigen natürlich wachsender Materialien messen. In der Natur haben sich über hunderte von Millionen Jahren in einfachsten wie komplexen Lebewesen hochspezialisierte Materialien, Architekturen und Systeme entwickelt, deren Eigenschaften und Funktionen für vielfältige Aufgaben optimiert erscheinen. Kein Wunder also, dass das Konzept der Bioinspiration auch in der Materialwissenschaft zunehmend Einzug hält. Die daraus resultierende Methodologie verfolgt die Anwendung von Wissen, das durch die Untersuchung biologischer Systeme gewonnen wurde, in der Entwicklung künstlicher Werkstoffe. Dieser Ansatz basiert auf der Erwartung, dass die Aufklärung der Konstruktionsprinzipien und der Funktionsmechanismen von Biomaterialien die Möglichkeit eröffnet, künstliche Werkstoffe mit ähnlicher (wenn auch stark vereinfachter) Struktur und vergleichbaren Eigenschaften und Funktionen herzustellen.

Stark wie ein Baum

Holz und Knochen sind zwei Beispiele von biologischen Leichtbaumaterialien, deren ▶

mechanische Eigenschaften für die jeweilige Anwendung optimiert wurden. Bei der Analyse dieser Werkstoffe offenbaren sich sofort einige wichtige Grundprinzipien biologischen Materialdesigns. Interessanterweise verwendet die Natur – trotz der Fülle und Diversität der verschiedenen Spezies – nur relativ wenige chemisch verschiedene Grundstoffe. Diese werden allerdings je nach Bedarf leicht modifiziert und in verschiedenen Kombinationen eingesetzt. Praktisch alle biologischen Materialien sind zudem hierarchisch strukturiert. Das bedeutet, dass auf verschiedenen Längenskalen spezifische Organisationsformen existieren. Im Fall von Holz werden auf der kleinsten Längenskala einzelne Moleküle zu nanometerdünnen Strängen gebündelt, welche sich zu etwas dickeren Mikrofasern zusammenfügen. Diese wiederum bilden die Wände röhrenförmiger Zellkörper, von denen tausende die Struktur auf der obersten Ebene definieren. Die so entstehende poröse Struktur ist für Leichtbaumaterialien unabdingbar. Obwohl viele Details noch unverstanden sind, ist es unverkennbar, dass solche hierarchischen Strukturen einen immensen Einfluss auf die mechanischen und andere Eigenschaften haben. Einerseits lassen sich damit Rekorde erzielen: Es gibt kein künstliches Material, das die hohe spezifische Steifigkeit von Holz erreicht. Andererseits kontrolliert die Natur über gezielte Strukturänderungen auch die Eigenschaften eines Werkstoffs. Jung- und Altholz oder Schädel- und Oberschenkelknochen weisen zwar jeweils praktisch die gleiche chemische Zusammensetzung auf, unterscheiden sich aber in Bezug auf deren mechanische Eigenschaften. Biologische Materialien sind fähig, sich an (veränderte) Umweltbedingungen anzupassen oder sich selbst zu heilen. All dieses «intelligente» Verhalten ist direkt mit der dynamischen Natur eines lebendigen Gewebes verbunden: das Material kann wachsen und sich permanent erneuern oder verändern.

Reduktion aufs Wesentliche

Die gewonnenen Erkenntnisse zur Funktionsweise biologischer Materialien lassen sich grundsätzlich direkt auf das Design künstlicher Materialien übertragen. Allerdings ist die hohe (chemische wie strukturelle) Komplexität biologischer Materialien kaum kopierbar und es ist schwierig bis unmöglich, den lebendigen Charakter zu emulieren. Die meisten «bioinspirierten» Materialien sind deshalb keine getreuen Wiedergaben ihrer natürlichen Vorbilder.

Vielmehr basieren ihre Gestalt und/oder ihre Funktion auf einer kreativen Interpretation der biologischen Originale. Dabei passieren oft Abstraktions- und Modifikationsschritte und die Hauptmerkmale des biologischen Vorbilds finden sich oft nur in stark vereinfachter Form wieder. Trotzdem, oder vielleicht gerade wegen solch pragmatischer Vereinfachung, hat sich dieser Forschungsansatz durch unzählige Beispiele als erfolgreich erwiesen und genießt wachsendes Interesse. In Forschungslabors arbeitet man heute erfolgreich an Verbundwerkstoffen, welche die Härte und den Glanz von Perlmutter, die Leichtbauweise von Holz und Knochen oder auch die Heilkraft von lebendem Gewebe imitieren. So konnte die Fähigkeit von Seegurken, die Mechanik ihrer Haut zu verändern, auf Kunststoffe übertragen werden und dank nachgebauten Geckofüssen können kleine Roboter nun Hauswände emporklettern.

Wie smart ist smart?

Erfolgreiche biologisch inspirierte Materialforschung beruht auf Kompetenzen aus verschiedensten Bereichen – insbesondere aus der Biologie, Chemie, Physik und den Materialwissenschaften. Zusammenarbeiten von Forschenden aus unterschiedlichen Disziplinen mit überlappenden Interessen sind essenziell, um komplexe Fragestellungen effizient und kompetent anzugehen – sowohl im Hinblick auf das Verständnis biologischer Materialien und Systeme, wie auch im Kontext der Anwendung dieses Wissens auf das Design neuer sogenannt intelligenter Materialien. Die Universität Freiburg darf sich glücklich schätzen, dass mit dem Adolphe Merkle Institut und dem Nationalen Forschungsschwerpunkt «Bioinspirierte Materialien» beste Strukturen geschaffen werden konnten, um konzertierte Aktivitäten in dieser wichtigen Domäne zu ermöglichen. Bioinspiration verspricht eine erneute Revolution im Bereich der Materialforschung und Entwicklung und kann einen wesentlichen Beitrag zur Lösung wichtiger Herausforderungen unserer Zivilisation leisten. Selbstverständlich aber braucht es neben bahnbrechender Grundlagenforschung auch die Initiative und das Geschick von Innovatoren, um neue Erkenntnisse in nützliche Technologien umzuwandeln. Ob wir uns im Zuge dieses Fortschritts auch im nachhaltigen (intelligenten?) Umgang mit Ressourcen von der Natur inspirieren lassen werden, ist eine andere Frage, deren Antwort nicht die Wissenschaft alleine geben wird. ■



Eublepharis macularius

Des plantes et de leur savoir-vivre

En cherchant trop souvent à dominer la nature, l'homme oublie qu'il aurait beaucoup à apprendre d'elle. Le règne végétal a pourtant développé des modes de vie qui pourraient être une vraie source d'inspiration. François Rochat

Grüne Intelligenz

Pflanzen sind zu ihrer Ernährung nicht davon abhängig, andere Lebewesen zu verzehren. Sie sind in der Lage, die nötigen Nährstoffe aus dem Wasser, dem Licht und der Erde zu holen. In diesem Sinne ist es den Pflanzen gelungen, eine Form von «Überlebens-Intelligenz» zu entwickeln, die sich gänzlich von jener des Menschen unterscheidet. Das Savoir-vivre der Pflanzen ruft Bewunderung hervor und weckt Neugierde. Wer sich mit der Welt der Pflanzen befasst und sich deren Funktionen verinnerlicht, der kann sie gar zähmen. Man denke an die Anfänge in der Landwirtschaft, als diese noch gekennzeichnet war durch das Zusammenspiel zwischen Mensch und Natur. Heute ist diese Harmonie gestört und in Gefahr. Durch den Einsatz von Genmanipulation greift der Mensch die Integrität der Pflanze an; er zwingt ihr sein vermeintlich besseres Wissen auf. Ein sehr egozentrisches Verhalten, das schliesslich zur Entgleisung der Ordnung im Pflanzenreich führen könnte.

Interrogé sur son goût pour la biologie végétale, un étudiant m'a, un jour, expliqué que sa curiosité, son intérêt, sa passion pour les plantes lui venaient de ce que celles-ci vivent et croissent très largement sans recourir à la prédation. Elles ont, en effet, élaboré des manières de se nourrir qui ne nécessitent pas de prendre d'autres êtres vivants comme proies. Elles ont su développer des capacités qui leur permettent de transformer en nourriture ce qu'elles trouvent dans la lumière, l'eau et la terre. Autotrophie, photosynthèse, voilà ce qui marque et signe la grandeur des plantes, et suscite, pour les personnes qui y sont attentives, admiration et fascination, curiosité et envie de comprendre.

Un tel goût pour la vie végétale est, me semble-t-il, remarquable. Cet intérêt va dans le sens d'une compréhension de ce que l'on pourrait appeler l'intelligence des plantes; une intelligence dont les contrastes avec l'intellect humain représentent une source de réflexions – et peut-être même d'inspiration – stimulantes. Il pousse également à appréhender comment les plantes se sont débrouillées pour survivre et réussir à élaborer, au cours du temps, ces étonnantes capacités pour se nourrir. Un tel goût a aussi la vertu d'amener la personne qui l'éprouve à se décentrer d'elle-même pour se tourner vers la découverte d'une intelligence de vie bien différente de celle que nous, êtres humains, mettons en œuvre. Cette décentration est, de fait, plus générale encore, puisqu'elle permet d'accéder au règne de la vie végétale, bien distinct de celui de la vie animale, auquel nous participons et qui nous est naturellement familier. Elle a quelque chose d'une aventure, dont on revient tout à la fois éclairé et

enrichi par ce que l'on pourrait appeler le savoir-vivre des plantes. Nous pouvons apprendre à le découvrir et à composer avec lui dans le but de domestiquer certaines plantes. C'est ce qui a été fait dès les débuts de l'agriculture, d'une agriculture dont il est correct de dire qu'elle résulte d'une interaction entre les savoir-vivre végétal et le savoir-faire humain. Il n'est d'ailleurs pas exagéré de parler à ce sujet d'une coopération entre la nature et la culture. Comme l'écrit Michael Pollan, dans son ouvrage *Botanique du désir*, à propos de la domestication des plantes: «[Celle-ci] ne s'est jamais résumée à un processus unidirectionnel, maîtrisé de bout en bout par l'homme; les autres espèces n'y collaborent qu'en fonction de leurs intérêts, et nombre d'entre elles (le chêne, notamment) refusent tout simplement de jouer le jeu: [...] la plante propose dans un premier temps de nouvelles caractéristiques, et c'est ensuite à l'homme (ou à la nature, suivant le cas) de décider de celles qui seront transmises aux générations futures.»

S'imposer pour son propre bien

Depuis que certains ont voulu et réussi à introduire dans le génome de quelques plantes des caractéristiques qu'elles n'auraient jamais développées, cette coopération a été mise en danger, car la plante elle-même est devenue modifiable, puisqu'elle a été touchée dans son intégrité génétique. On pourrait s'en réjouir, car la maîtrise humaine du règne végétal s'en trouve considérablement accrue. N'est-ce pas enthousiasmant de savoir que l'industrie agroalimentaire a produit des semences de pommes de terre dans le génome desquelles a été inséré le gène d'une bactérie

repoussant les insectes qui lui sont nuisibles? Avant la modification du génome de cette plante, on devait au savoir-faire humain – en l'occurrence celui des personnes ayant l'expérience de la culture de cette pomme de terre – d'avoir découvert les effets insecticides naturels de cette bactérie. Avec cette modification, ce savoir-faire humain a été placé de force dans la plante et ce qu'avaient découvert les cultivateurs fait désormais partie intégrante du nouveau savoir-vivre de cette plante. Cependant, il s'agit d'un savoir humain et non d'un savoir végétal; il correspond à notre intelligence de vie et non à celle des plantes. Un tel coup de force revient, par conséquent, à faire vivre les plantes comme nous pensons qu'elles devraient le faire. Nulle possibilité désormais pour elles de suivre leur propre intelligence de vie.

Qu'avons-nous à apprendre?

Aussi, ce qui ne peut manquer de nous frapper, c'est le caractère égocentrique de cette réduction des plantes à notre image. Au lieu de nous laisser enrichir par le savoir-vivre végétal, nous le forçons à incorporer notre savoir-faire, dont nous savons surtout qu'il a fonctionné, mais dont nous pourrions difficilement dire pour quelles raisons exactement et, dans tous les cas, pour combien de temps encore. Notre ignorance devient encore plus manifeste s'il s'agit de prédire les conséquences de changements des conditions climatiques ou environnementales. Nous sommes ainsi passés de la domestication des plantes à la colonisation de leur génome. Et, malgré les apparences, ce passage correspond pour nous à un appauvrissement, à commencer par celui de la diversité des formes du vivant et des capacités qu'un organisme peut mettre en œuvre pour survivre. Si pour nous il peut sembler pratique d'incorporer un insecticide de notre choix au génome d'une plante que nous voulons cultiver, car nous n'aurons, dès lors, plus besoin de le répandre nous-mêmes dans les cultures, cela ne correspond évidemment pas au savoir-vivre de cette plante. Voulons-nous lui apprendre à vivre, la modifier pour que désormais elle se développe comme nous pensons qu'il serait bon qu'elle le fasse? Dans

cet état d'esprit, il nous est bien difficile de penser que nous aussi nous pourrions apprendre de sa manière de vivre. Nous n'y pensons même pas et lui imposons notre savoir-faire malgré elle, sans songer à sa longue expérience d'espèce, une expérience de millions d'années qui dépasse, en fait, de tellement loin la nôtre.

Garder ses œillères

Une telle approche du monde végétal, parce qu'elle est centrée sur nous, ne peut ni nous inspirer, ni nous éclairer sur la vie. Elle pourrait même, à bien y réfléchir, nous inquiéter par sa violence et l'aveuglement dont elle procède.

Faire en sorte que les plantes ne se développent plus selon leur savoir-vivre mais selon notre savoir-faire pourrait bien conduire à la désorganisation du règne végétal. Et si les choses devaient mal tourner, comment serions-nous capables, avec notre intelligence, de rendre au règne végétal les moyens de retrouver la sienne? Nous provoquons l'apparition de phénomènes irréversibles avec une insouciance sidérante. Nous nous contentons alors d'affirmer – souvent avec mauvaise foi d'ailleurs – que nous trouverons bien une solution en cas de problème. Ne voulons-nous pas voir que le problème est déjà là? Ou cherchons-nous surtout à gagner un peu de temps, juste assez pour qu'il revienne à d'autres de se débrouiller face à cette nécessité de trouver une solution?

Il convient de revenir maintenant aux propos de l'étudiant brièvement rapporté au début de ce texte, car ils contrastent de façon intéressante et réjouissante avec l'approche insensible et tout en force qui cherche à programmer les plantes plutôt qu'à les cultiver. Ils témoignent d'un désir de comprendre et non d'une volonté de domination, d'une curiosité véritable et non d'une recherche sous-tendue par un intérêt financier. Ils donnent de l'espoir, parce qu'ils renouent des liens qui se perdent facilement même avec l'esprit de la recherche scientifique, fait d'étonnement et de respect à l'égard de la nature, de curiosité et d'humilité à l'égard de sa complexité, de sa longue histoire et des équilibres qu'elle a réussi à mettre en place. ■

François Rochat est professeur titulaire à la Faculté des sciences et chargé de cours à l'Institut interdisciplinaire d'éthique et des droits de l'homme.
francois.rochat@unifr.ch

Natürlich Nano

Viren, die Zellen angreifen, Insektenflügel mit antibakteriellen Oberflächen, Bakterien, die Plastik herstellen: Die Natur ist eine herausragende Erfinderin und wertvolle Inspirationsquelle der Wissenschaft. Alke Fink & Barbara Rothen-Rutishauser

Passeurs de drogue

Les voies de synthèse pour la production de nanomatériaux sont extrêmement variées et rendent possible la fabrication de structures les plus diverses, ainsi que de matériaux hybrides. En ce moment, dans le groupe des bionanomatériaux, cette approche permet de développer des nanomatériaux novateurs et adaptatifs, capables de réagir à une stimulation externe ou intracellulaire. De tels nanosystèmes, pouvant être contrôlés de l'intérieur ou de l'extérieur, peuvent, par exemple, être utilisés comme moyens de transport, qui, stimulés par un mécanisme de déclenchement, seraient en mesure de libérer des médicaments à l'endroit précis du traitement ou encore de provoquer la mort de cellules malades. Une autre problématique est au centre des préoccupations: comprendre comment de tels nanomatériaux adaptatifs se comportent dans un environnement (chimique) complexe (comme le sang) et comment ils interagissent avec les cellules humaines. Des études sont en cours, afin de découvrir dans quelle proportion et dans quel «état» les nanoparticules arrivent sur la surface des cellules, comment elles sont absorbées et, enfin, ce qu'il advient d'elles à l'intérieur de la cellule, c'est-à-dire si elles sont complètement éliminées ou seulement en partie et quelles réactions cellulaires elles engendrent.

Die der Natur zu Grunde liegenden Prinzipien sind ebenso vielversprechend wie unterschiedlich und inspirieren Forschende auf der ganzen Welt dazu, neue Produkte und Konzepte zu entwickeln. So auch die 15 Forschungsgruppen des neuen Nationalen Forschungsschwerpunkts (NFS) «Center for Bio-Inspired Stimuli-Responsive Materials» (Kompetenzzentrum für bioinspirierte stimuli-responsive Materialien), die in stark interdisziplinären Projekten durch die Natur inspirierte sogenannte intelligente Materialien synthetisieren, untersuchen und anwenden. Ein Modul dieses Forschungsschwerpunkts untersucht konkret die Wechselwirkungen solcher Materialien mit lebenden Zellen und verwendet das generierte Wissen, um zukünftig, insbesondere im Bereich der Biomedizin, neue und innovative Anwendungen zu entwickeln.

Supraparaultraintelligent

Bereits seit vielen Jahren beschäftigt sich die Nanotechnologie mit der Untersuchung und Herstellung von Nanomaterialien. Auch sie nutzt dabei in der Natur vorkommende Effekte wie beispielsweise den Lotuseffekt: Aufgrund einer nano- und mikroskopischen Oberflächenstrukturierung der Lotuspflanze gleitet Schmutz zusammen mit Wasserperlen von der Pflanzenoberfläche ab. Im Vergleich zu makroskopischen Materialien besitzen Nanomaterialien aber auch völlig neuartige z.B. mechanische, magnetische, oder optische Eigenschaften. Ein Beispiel sind sogenannte superparamagnetische Nanopartikel. Diese sind für eine Vielzahl von Anwendungen interessant und treten bei ultrakleinen Partikeln ferro- oder ferrima-

gnetischer Materialien auf. Im Gegensatz zum makroskopischen Material weisen diese Nanopartikel jedoch nach Abschalten des Magnetfeldes keine Restmagnetisierung auf. Einige im Wasser lebende Bakterien benutzen diese Magnetnanopartikel als «internen Kompass», um sich am Magnetfeld der Erde zu orientieren. Wässrige Formulierungen dieser Partikel werden bereits als Kontrastmittel bei bildgebenden Untersuchungsverfahren (Magnetresonanztomographie MRT) verwendet, zur magnetischen Aufreinigung biologischer und chemischer Substanzen oder zur Markierung von Zellen. Weitere Anwendungen wie beispielsweise die *drug delivery*, (der gezielte Transport von Medikamenten) oder die magnetpartikelbasierte Hyperthermie (ein neues Therapieverfahren zur Zerstörung von Tumorgewebe) werden zurzeit noch erprobt.

(Fast) alles ist möglich

Die Synthesewege zur Herstellung von Nanomaterialien sind extrem vielfältig und machen es möglich, unterschiedliche Strukturen und Material-Hybride herzustellen. Mit diesem Ansatz werden in der BioNanomaterial Gruppe zur Zeit neuartige adaptive Nanomaterialien entwickelt, die auf einen externen (z.B. Licht, magnetisches Feld, Temperatur) oder intrazellulären Reiz (pH Gradient, Enzyme oder Proteine in der Zelle) reagieren. Solche intern oder extern steuerbaren Nanosysteme sind beispielsweise einsetzbar als Nano-Transportsysteme, die, angeregt durch einen Auslösemechanismus, Medikamente gezielt am Behandlungsort freigeben oder den Zelltod von kranken Zellen auslösen können. Neben der Herstellung solcher Materialien

beschäftigen wir uns insbesondere mit der Fragestellung, wie sich solche adaptiven Nanomaterialien in einer (chemisch) komplexen Umgebung (wie Blut) verhalten und wie sie mit menschlichen Zellen interagieren. Das beinhaltet beispielsweise Untersuchungen dazu, in welchem Ausmass und in welchem «Zustand» Nanopartikel auf der Zelloberfläche ankommen, wie lange sie dort verweilen, wie sie aufgenommen werden und was dann letztendlich mit ihnen innerhalb der Zelle geschieht, d.h. ob sie vollständig oder nur teilweise abgebaut werden, ob ein Teil wieder ausgeschieden wird und welche Zellreaktionen ausgelöst werden. Eine mögliche Anwendung ist der therapeutische Einsatz von spezifisch entwickelten Nanopartikeln als Immun-Modulatoren bei Immunerkrankungen der Lunge, wie z.B. Asthma bronchiale (www.nfp64.ch). Diese Partikel müssen spezielle Immunzellen in der Lunge erkennen und nach der zellulären Aufnahme eine Toleranz auslösen, damit schlussendlich der Mensch nicht mehr auf harmlose Substanzen wie Hausstaubmilben oder Pollenfragmente reagiert. Von einer richtigen Therapie sind wir noch weit entfernt, aber die Natur – welche die Immuntoleranz gegen bestimmte Antigene ja entwickelt hat – liefert uns die Vorlage für neue Konzepte.

Schwieriges Terrain

Eine andere relevante Frage im Hinblick auf den nanopartikelgestützten Medikamententransport betrachtet z.B. die Stabilität bzw. das Ablösevermögen der an die Partikeloberfläche gebundenen Moleküle bei unterschiedlichen zellrelevanten pH-Werten, Elektrolyt- und Proteinkonzentrationen. Weitere Projekte entwickeln Partikel, die sich «ferngesteuert» erhitzen lassen oder auch adaptive Zellsubstrate, deren Festigkeit sich dynamisch in Gegenwart von Zellen ändern kann, was wiederum die biologische Eigenschaft wie die Mechanik der Zellen beeinflussen kann.

Ein wichtiger Aspekt in der Nanomaterialforschung ist auch die Risikoabschätzung neuer Materialien, um mögliche Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt in einem frühen Stadium zu erkennen. Die Risikoforschung beinhaltet die Entwicklung und

Validierung von (neuen) Methoden zur Analyse, Detektion und Quantifizierung der Partikel in biologischen Systemen sowie eine umfangreiche toxikologische Bewertung. Diese Kenntnisse können auch eingesetzt werden für die künftige Regulierung von Nanomaterialien in Nahrungsmitteln und anderen Verbraucherprodukten – einem ebenso aktuellen wie heiss diskutierten Thema in der Europäischen Union und der Schweiz.

Wertvolle Vorarbeit

Durch unseren stark interdisziplinären Ansatz und unsere Doppelkompetenz im Materialbereich und der Biologie leisten wir einen wichtigen Beitrag zur Erforschung der Wechselwirkung von Nanomaterialien und biologischen Systemen wie menschliche Zellen. Um diese Schnittstelle besser zu verstehen, ist es unabdingbar, Nanomaterialien kontrolliert und reproduzierbar herzustellen und andererseits auf klar definierte und charakterisierte biologische Systeme zurückgreifen zu können. Aus den gewonnenen Erkenntnissen können wir mechanistische Prinzipien ableiten, die uns wiederum die gezielte (Weiter-)Entwicklung neuer «intelligenter» Nanomaterialien ermöglichen und gleichzeitig einen wichtigen Beitrag zur Evaluierung eventueller assoziierter Risiken leisten. Bestehende Konzepte aus der Natur sind uns dabei eine grosse Hilfe. ■

Quellen

- > Wegner K, Pratsinis SP: *Chemische Technik – Prozesse und Produkte*. Band 2: Neue Technologien. Nanomaterialien und Nanotechnologie. 2005.
- > Elsner N, Hasse G, Hoffknecht A, Klank M, Krauss O, Pieper S et al.: *Meta-Roadmap Nanomaterialien. Zukünftige Entwicklungen und Anwendungen*. Zukünftige Technologien Consulting der VDI Technologiezentrum GmbH 2009, 1–264.
- > Blum AP, Kammeyer JK, Rush AM, Callmann CE, Hahn ME, Gianneschi NC: *Stimuli-responsive nanomaterials for biomedical applications*. J Am Chem Soc 2015, 137: 2140–2154.
- > Bonnaud C, Monnier CA, Demurtas D, Jud C, Vanhecke D, Montet X et al.: *Insertion of nanoparticle clusters into vesicle bilayers*. ACS Nano 2014, 8: 3451–3460.
- > Moore TL, Rodriguez-Lorenzo L, Hirsch V, Balog S, Urban D, Jud C et al.: *Nanoparticle colloidal stability in cell culture media and impact on cellular interactions*. Chem Soc Rev 2015, 44: 6287–6305.
- > Petri-Fink A, Rothen-Rutishauser B: *Nanoparticles and cells: an interdisciplinary approach*. Chimia (Aarau) 2012, 66: 104–109.

Alke Fink ist ordentliche Professorin für BioNanomaterialien am Adolphe Merkle Institut (AMI) und assoziierte Professorin für Chemie am Departement für Chemie. alke.fink@unifr.ch

Barbara Rothen-Rutishauser ist ordentliche Professorin für BioNanomaterialien am Adolphe Merkle Institut (AMI). barbara.rothen@unifr.ch

Nature, une fiction critique

Le concept semble immuable. La manière dont la littérature aborde le sexe à la Renaissance, entre nature et contre-nature, conduit pourtant à quelques considérations (in)actuelles qui pourraient nous être fort utiles. Peter Frei

Unnatürliche Natur

Ist das Konzept der Natur unveränderlich? Die Moderne gesteht vielen Kategorien – auch solchen, die bis anhin unveränderlich schienen – gerne den Charakter des Relativen zu, so etwa der Schönheit oder auch der Wahrheit. In Bezug auf die Natur jedoch kann sich die Idee des Relativen, den historischen Zufällen unterworfenen und einer imaginären Konstruktion entsprungenen nicht durchsetzen. Aktuell diskutierte Themen («Heirat für alle», medizinisch unterstützte Fortpflanzung, Entschlüsselung des menschlichen Genoms) zeigen, dass die Frage des «Natürlichen» sowohl politischer, wissenschaftlicher wie auch philosophischer Natur ist. Der Blick in die Vergangenheit liefert dabei kaum klare Antworten, um den Problemen der Gegenwart zu begegnen. Die Verinnerlichung aber, dass die von der Renaissance bis zur Aufklärung vorherrschende Idee den Menschen ins Zentrum der Welt und des Wissens stellt, kann uns helfen, die aktuellen Fragestellungen besser zu verstehen. Ein Ausflug zu Rabelais' «Gargantua» zeigt uns bereits, in welchem Ausmass die Natur nichts «Natürliches» an sich hat: Sie ist eine reine Fiktion, in der wir unsere Vorstellungen verwirklichen und, entsprechend, unser Sein und Handeln in der Welt.

Des affrontements autour du «mariage pour tous» aux polémiques non moins virulentes sur la procréation médicalement assistée, sans présager les conflits que garde encore en réserve le déchiffrement du génome humain, nos sociétés modernes continuent à se débattre avec un imaginaire dont la longue histoire fait croire qu'il forme quelque chose comme une vérité éternelle de l'homme et de son monde. Il en va ainsi du concept de «Nature» et de ce qui est censé être «naturel» à l'homme. Si la modernité admet volontiers le caractère relatif d'autres catégories jadis considérées comme inébranlables – le beau, le vrai, le juste – elle résiste à penser la Nature dans la relativité, l'historicité, d'un concept qui relève moins de l'observation d'un fait que de la construction imaginaire, du grand récit d'une culture et des images qu'elle fabrique pour se représenter le monde. Le projet moderne, de la Renaissance aux Lumières, ne consiste-t-il pas justement à placer l'homme – autrement dit: la nature humaine – au centre du monde et des savoirs, d'en faire l'ordre même de l'univers? Or, les débats actuels le montrent, la question du «naturel» est autant politique que scientifique et philosophique: elle engage des vies et, peut-être plus fondamentalement encore, nos libertés.

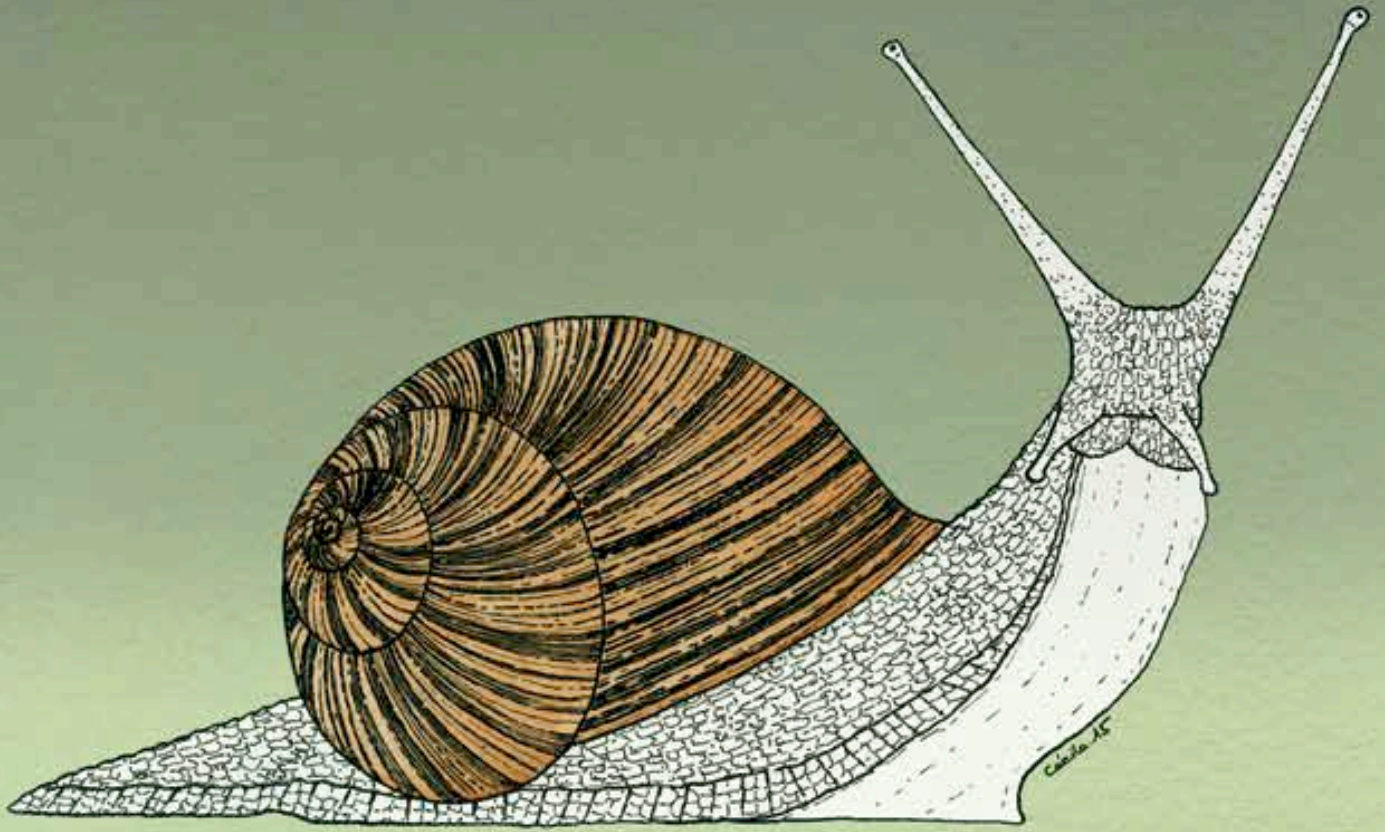
La fin d'un âge d'or

L'étude du passé n'est guère capable de fournir des réponses claires et nettes aux problèmes du présent. Son rôle tient plutôt à nous aider à mieux poser les questions qui nous agitent et à comprendre d'où elles viennent. Le passé comme épreuve du présent en somme. C'est ce que j'aimerais tenter d'esquisser à partir des représentations

de la «Nature» à l'époque qui ouvre notre modernité, la Renaissance, et plus particulièrement un de ses monstres sacrés: l'écrivain François Rabelais et son *Gargantua* qu'il publie vers 1534. Le livre raconte les aventures du géant du même nom dont les excès (les plus célèbres ont trait à la boisson et la nourriture) trouvent leur expression dans une langue elle-même excessive en jeux de mots, tours et détours d'un langage souvent aux limites du non-sens. C'est là une langue qu'on peut qualifier de «critique» au sens où elle nécessite un lecteur qui, loin de la passivité du consommateur, se prête au jeu de ce langage qui parfois se joue de lui. Autrement dit: une langue qui non seulement dit quelque chose, mais invite sans cesse à questionner ce qui est dit et la manière dont cela est dit. Ce qui est vrai pour l'ensemble des représentations qu'offre le texte de Rabelais. Voici à titre d'exemple un passage particulièrement intéressant. Au chapitre VI du *Gargantua* est racontée la naissance «en façon bien étrange» du jeune géant qui, nous apprend Rabelais, est sorti de l'oreille gauche de sa mère. «Je doute que vous me croyiez cette histoire», ajoute l'auteur avant de préciser que l'avis du lecteur lui importe de toute façon peu, mais qu'un «homme de bon sens croit toujours ce qu'on lui dit, et qu'il trouve par écrit». «Vous seriez en effet chers lecteurs», conclura-t-il, encore plus «ébahis et étonnés si je vous exposais présentement tout le chapitre [de L'Histoire naturelle] de Pline auquel il parle des enfantements étranges, et contre nature».

Aux sources du soupçon

On peut lire dans ces lignes l'écho d'une vision de Nature en perpétuelle re-création: ►



Helix pomatia

Pour aller plus loin

- Peter Frei, *François Rabelais et le scandale de la modernité. Pour une herméneutique de l'obscène renaissant*, à paraître à Genève chez Droz en 2015

une Nature où le monstrueux et l'étrange ne disent pas la hantise d'une contre-voire d'une anti-Nature, mais donnent à voir le spectacle de tout ce dont est capable Nature dans son infini pouvoir de créer de nouvelles formes. C'est là effectivement un spectacle souvent mis en scène dans les textes aussi bien scientifiques que littéraires de la Renaissance. Les idées renaissantes en matière de sexe et de sexualité illustrent de façon exemplaire cette vision des choses. Ainsi la femme n'est-elle pas seulement l'autre du mâle, mais son miroir, à l'image d'une vulve que la médecine de l'époque imagine comme un pénis inversé. Quant au passage à l'acte, il est vu à la lumière d'une Nature comme pro-création sans fin, c'est-à-dire comme fusion qui participe de la vie de l'univers. La Contre-Réforme de la deuxième moitié du XVI^e siècle sonnera définitivement le glas de cette utopie humaniste: la littérature et les arts entrent alors, comme la société dans son ensemble, dans l'ère du soupçon des censeurs du sexe. Au début du XVII^e siècle se tient le premier procès en France pour obscénité en littérature. Quelques années plus tard, Descartes consacra la rupture du moi avec un corps et ses sens jugés rebelles à la raison – philosophique chez l'auteur du *Discours de la méthode*, politique chez d'autres.

Force de la nature

Les romans de Rabelais appartiendraient encore à l'âge d'or de la Nature et du sexe. Or, s'ils participent effectivement à la construction de l'imaginaire d'un monde en pro-création, ils œuvrent en même temps déjà à sa déconstruction, à une lecture critique de leur propre fable. Le jeu sur la véracité de l'histoire, l'autorité de l'auteur dans le passage du Gargantua sur la naissance du jeune géant est là pour en témoigner. Qui croire? Là n'est peut-être plus la question. Croire ou ne pas croire, mais savoir qu'il s'agit de croyance, d'une construction imaginaire, d'une fable susceptible d'être réécrite et réinterprétée autrement. Le cas pourrait paraître anecdotique s'il ne s'agissait pas d'une figure – le bon géant – dont l'époque de Rabelais fait le symbole de la grandeur d'une nation et de sa culture. Si le choix semble s'imposer étant donné la carrure du personnage, le grand récit de la gloire gigantesque s'est toujours heurté aux dimensions troubles de son protagoniste. En cause, notamment, les légendes tenaces où des géants incarnent des perversions sexuelles qui

défieraient les lois de nature pour engendrer des monstres véritablement contre-nature. A l'image donc du texte rabelaisien qui en fait son héros, le géant reste une figure paradoxale.

Force du paradoxe

L'humanisme de Rabelais et, plus généralement, de la Renaissance est peut-être à chercher dans ces contradictions mêmes. A savoir moins dans l'affirmation de grands principes qui peuvent se retourner contre leurs auteurs que dans l'exploration critique toujours à recommencer de l'homme, de sa nature et de son monde, saisis comme représentations. Ce qui revient à les penser non pas comme donnés, mais comme potentialités. Dans les termes de l'époque: comme *natura naturans*, comme nature créatrice, comme nature à créer, et non pas comme *natura naturata* (nature déjà créée). Ainsi une figure comme l'hermaphrodite, le sexe indéfini, voire indéfinissable, ne devient-elle «impensable», scandaleuse, qu'à partir du moment où l'alliance de l'autre et du même, la solidarité universelle du monde se brise et où s'instaure une autre image de ce qui est «naturel», «voulu» d'abord par un dieu, puis par une force plus impersonnelle dite «Nature».

Loin de moi de vouloir idéaliser une époque marquée, on le sait, par la violence et la haine. Il ne s'agissait pas d'ériger l'aventure littéraire de Rabelais en image fidèle d'un monde dont les réalités sociales n'avaient la plupart du temps rien de l'utopie humaniste. Je voulais plutôt rappeler, à partir d'un exemple qui nous est à la fois proche en tant qu'«origine» de notre perception du monde et lointain dans son éloignement dans le temps, à quel point la «Nature» n'a rien de «naturel». Elle est une fiction – terme qui n'a ici rien de péjoratif. Une fiction critique où nous façonnons – le mot de «fiction» vient de là – nos représentations et partant notre être et agir dans le monde. La Renaissance n'a pas vocation à nous dire comment. Au regard de ce que la première modernité a légué à la nôtre sur le plan aussi bien scientifique que philosophique et artistique, elle peut en revanche porter témoignage de ce qu'une société a à gagner à s'engager dans la voie de l'autre, de l'impossible, de ce qui ne se fait pas. Fais ce que voudras, disait Rabelais. ■

Kirchlicher Einsatz für Mensch und Natur

Papst Franziskus will ökologische Gerechtigkeit. In der neuen Enzyklika betont das Kirchenoberhaupt aus dem Schwellenland Argentinien, dass Gott allgegenwärtig ist, ohne die Autonomie des Geschöpfes zu beeinträchtigen. Hans Ulrich Steymans

Une voix pour la nature

Celui qui détruit la nature ne respecte pas la vie humaine. La justice écologique implique à la fois la protection de la nature et celle des populations pauvres du Tiers-monde. C'est ce que souligne la nouvelle encyclique *Laudato si'* de l'Eglise catholique dont les réalisations se fondent sur la recherche écologico-théologique. L'Australie, où le trou dans la couche d'ozone marque le quotidien, s'est particulièrement engagée dans cette étude. Pas vraiment l'Australie officielle, qui s'est détournée de la protection de l'environnement, formant justement un contraste fort par rapport à l'engagement catholique sur ce sujet. Aux Etats-Unis aussi, des théologues catholiques et des religieuses se battent, depuis longtemps, pour une réflexion en matière de politique environnementale. Barack Obama veut maintenant imposer une réduction drastique de leurs émissions polluantes aux centrales électriques américaines. Même si l'industrie charbonnière, les Républicains et les Etats fédéraux peuvent s'opposer à cette décision, l'encyclique du Pape François guide le droit moral de l'électorat catholique américain sur le sujet.

Im australischen Film «The Hunter» soll ein Biologe für eine Gentechnikfirma den letzten tasmanischen Tiger töten und dessen Genmaterial sicherstellen. Holzfäller, die in Tasmanien Eukalyptuswälder zerstören, greifen den vermeintlichen Umweltschützer an. Ein weiterer von der Firma geschickter Jäger tötet Mutter und Tochter der Familie, die den Biologen beherbergt. Der Film ist Fiktion – der letzte tasmanische Tiger starb 1936. Aber er führt eine Kernaussage der Enzyklika vor Augen: Wer die Natur zerstört, hat auch keine Achtung vor Menschenleben. Ökologische Gerechtigkeit bedeutet zugleich den Schutz der Natur und der armen Bevölkerung in der Dritten Welt. Tasmanien ist ein Beispiel für die Rechtlosigkeit der Natur und der Armen, denn vor dem tasmanischen Tiger rotteteten die europäischen Kolonisten die tasmanischen Aborigines fast gänzlich aus.

Theologische Forschung zur Umwelt

Für den ökologischen und ökonomischen Teil der Enzyklika berieten den Papst die Fachleute der Päpstlichen Akademien der Natur- und der Sozialwissenschaften. Im Hintergrund seiner biblischen, philosophischen und spirituellen Ausführungen steht aber ökologisch-theologische Forschung. Um deren Einfluss auf die Enzyklika soll es hier gehen. Ökologische Theologie wird vor allem im englischen Sprachraum betrieben. Australien, wo das Ozonloch den Alltag prägt, hat sich dieser Forschung besonders verschrieben. Daher kontrastiere ich zunächst die Abkehr des offiziellen Australiens vom Umweltschutz mit der Umkehr der Katholischen Kirche zum Naturschutz und beschreibe katholisches Umweltengagement in Australien. Anschliessend weise

ich auf Missionare aus den Ordensgemeinschaften hin, die in der Dritten Welt erleben, wie wirtschaftliche Ausbeutung mit Umweltzerstörung einhergeht. International tätige Orden haben einen globalen Blick. Der argentinische Papst ist als Jesuit Teil einer Ordensgemeinschaft, die weltweit unter den Armen und an Hochschulen präsent ist. So schliesse ich mit einigen Ordensfrauen an Hochschulen der USA, deren Forschung Sichtweisen der Enzyklika vorbereitet hat.

Auf Konfrontationskurs

Obwohl es zu den sonnenreichsten Ländern der Welt zählt, will Australien Kohlekraftwerke, wobei schadstoffintensive Industrien Medien sponsern, die Zweifel an der globalen Erwärmung säen. Die katholische Kirche durchläuft einen Bekehrungsprozess zur Würdigung der Natur; umgekehrt zur Entwicklung in Australien, wo neoliberale Regierungen seit den 1990er Jahren die Grünen als Öko-Terroristen verunglimpfen und ganz auf fossile Brennstoffe setzen. Das offizielle Australien veranschaulicht so, was der Papst als Haltungen brandmarkt, «welche ... Lösungswege blockieren [und] von der Leugnung des Problems bis zur Gleichgültigkeit, zur bequemen Resignation oder zum blinden Vertrauen auf die technischen Lösungen» reichen (Nr. 14).

Australische Politiker waren empört, als Barack Obama 2014 in Brisbane die Bedrohung des Great Barrier Riffs durch die Aufheizung der Meere ansprach. Nun will man Abbot Point am Riff zum grössten Kohlehafen der Welt ausbauen. Dabei stammen die Grünen aus Tasmanien! 1972 formte sich aus einer Kampagne gegen die Zerstörung des Naturschutzgebietes am Lake Peddar ►

um Robert James Brown die «United Tasmania Group», die Keimzelle aller Grünen Parteien. Vor dem Stimmungsumschwung war Ökologie politisch so einflussreich, dass 1999 bei der Cambridge University Press «A History of the Australian Environment Movement» erschien.

Die australische Bischofskonferenz richtete als einzige der Welt mit «Catholic Earthcare» in Sydney ein eigenes Büro für kirchliche Umweltschutzarbeit ein. Überall sonst ist der Naturschutz den bischöflichen Referaten für Gerechtigkeit und Frieden untergeordnet. Während in Australien Theologen, wie der an der Australian Catholic University lehrende Dogmatiker Denis Edwards, schon seit den 1980er Jahren die Notwendigkeit einer ökologischen Bekehrung verfochten, konzentrierte sich die offizielle Kirche lange auf die katholische Soziallehre mit ihrem Fokus auf Wirtschaft und Gesellschaft sowie auf den Dialog mit den Naturwissenschaften im Bereich von Schöpfungslehre und Kosmologie.

Kirchlicher Einsatz für die Natur

1990 veröffentlichte Papst Johannes Paul II mit «Peace with God the Creator, Peace with all of Creation» das erste päpstliche Dokument, das sich ausschliesslich ökologischen Problemen widmete. Es wurde wenig beachtet und hat weder einen deutschen Titel noch eine Übersetzung auf der Webseite des Vatikans. In mehr Sprachen zugänglich ist das Schreiben «Willst du den Frieden fördern, so bewahre die Schöpfung» von Papst Benedikt aus dem Jahr 2010. Unter seinem Pontifikat installierte man eine Fotovoltaikanlage auf der Audienzhalle, die den CO₂-Ausstoss des Vatikans jährlich um 225 Tonnen senkt. Papst Franziskus macht nun die Verantwortung aller Menschen für den Erhalt der Natur zum Thema einer Enzyklika.

Einer seiner theologischen Berater war der irische Columbanerpater Sean McDonagh. Dieser arbeitete als Missionar auf den Philippinen mit dem Volk der T'boli und wurde Zeuge der Zerstörung des Regenwalds auf Mindanao, verschuldet durch die Wirtschafts- und Zinspolitik internationaler Konzerne und Banken. Seit langem weist er auf den Zusammenhang von Umweltzerstörung und Schuldenkrise in den Drittweltländern hin. Die untrennbare Verbindung von Naturschutz und einer gerechten Wirtschaftsordnung in der Enzyklika schlägt dieselben Töne an. Papst Franziskus macht sich zur Stimme für die Katholiken der Dritten Welt. Das zeigt sich

an den Bischofskonferenzen, deren Schreiben er zitiert. Es beginnt mit Südafrika (Nr. 14), dann kommen Lateinamerika und Karibik (Nr. 38, 54), die Philippinen (Nr. 43), Bolivien (Nr. 48) und Argentinien (Nr. 51). Die päpstlich zuvor nie so klar formulierte Bedeutung der Allgegenwart Gottes für die Würde der nichtmenschlichen Natur übernimmt Franziskus von den Bischöfen Brasiliens, die betonten, «dass die gesamte Natur Gott nicht nur kundtut, sondern auch Ort seiner Gegenwart ist. ...Die Entdeckung dieser Gegenwart regt in uns die Entwicklung der «ökologischen Tugenden» an» (Nr. 88). Diese Sichtweise nennt man in der ökologischen Theologie Panentheismus.

Starke ökologische Stimmen

Ordensfrauen stellen vor allem in den USA eine gewichtige Stimme dieser Theologie dar. Elizabeth Johnson setzte 2014 in ihrem Buch «Ask the Beasts» die Gegenwart Gottes in der Natur in Beziehung zu den naturwissenschaftlichen Einsichten von Charles Darwin. Das Buch sah ich auf den Schreibtischen der Dogmatikprofessoren in Oxford/UK und Adelaide/AUS. Johnson gehört zum Orden der St. Joseph Schwestern und ist Theologieprofessorin an der Fordham University (NY). Mary Ann Hinsdale von den Dienerinnen des Unbefleckten Herzens Mariens lehrt am Boston College (MA) der Jesuiten. «Ecology, Feminism, and Theology» ist der Titel eines ihrer Artikel. Eine ökologische Hermeneutik für das Bibelstudium verwendet die Dominikanerin Carol J. Dempsey, die an der University of Portland (OR) unterrichtet. Die von ihr herausgegebene «Wisdom Bible Commentary Series» vereinigt wie die Enzyklika Stimmen aus Industriestaaten und der Dritten Welt.

In den USA kämpfen katholische Theologinnen und Ordensfrauen seit langem für ein umweltpolitisches Denken. Präsident Barack Obama will nun durchsetzen, dass amerikanische Kraftwerke ihren Schadstoffausstoss drastisch senken. Mögen Kohleindustrie, Republikaner und Bundesstaaten dagegen Sturm laufen, der katholischen Wählerschaft der USA entzieht die Enzyklika das moralische Recht dazu. Der amerikanische Präsident hat in Klimafragen den Papst aus Argentinien hinter sich. ■

La responsabilité pour tous au quotidien

La cosmologie indigène se base sur une vision holistique qui implique une responsabilité pour l'ensemble du vivant, en tout temps. Celle-ci découle du rapport à l'autre et de l'ancrage dans l'environnement. Elaine Pinheiro

Natürliche Verantwortung

Die indigene Kosmologie basiert auf einer holistischen Vision, die eine Verantwortung für die Gesamtheit allen Lebens umfasst, für alle Zeiten. In einem erweiterten kosmischen Raum sind alle Existenzen vorhanden (menschlicher und nicht menschlicher Natur, Natürliches und Übernatürliches). In diesem alles umfassenden Rahmen entstehen soziale Normen. Die Elemente der Natur werden als heilig angesehen und dienen als Basis zur Kontrolle der Handlungen, die das Leben im Allgemeinen betreffen. Für den amerikanischen Soziologen und Philosophen Georges Herbert Mead wird diese Weltansicht im Konzept «d'Autrui généralisé» zusammengefasst. Die indigene Philosophie erlaubt damit eine Annäherung an die fundamentalen Fragen unserer Existenz, die einzig möglich sind durch die menschliche Fähigkeit des Infragestellens unserer Beziehung zur Welt.

Depuis l'époque des colonisations, notamment par les empires espagnol, portugais et anglais, jusqu'à nos jours, l'imaginaire sur les peuples qui habitaient et qui habitent toujours ces terres est encore rempli d'idées fantaisistes. En effet, si ces peuples ont gardé un rapport étroit avec la mythologie, ce lien avec le mythe est néanmoins également rempli de principes éthiques abordant implicitement la question de la responsabilité dans leur cosmologie.

Il existe plusieurs manières de nommer les peuples originaires des ces terres envahies. Qu'ils soient en Amérique, en Australie, en Afrique ou ailleurs, les peuples premiers, peuples indigènes, autochtones, aborigènes, indiens ont reçu de la part des envahisseurs des qualificatifs qui soulignent la différence, voire souvent la discrimination à leur égard, empêchant par conséquent de saisir les connaissances sur l'intelligence de la condition humaine, inhérente à leur rapport avec la nature.

La terre, source de vie

Selon l'économiste et politicien équatorien Alberto Acosta, «le concept holistique comprend la vie humaine comme faisant partie d'une réalité vitale majeure de qualité cosmique, dont le principe fondamental est la relationalité du tout». Pour les indigènes, toute existence est incluse dans un espace cosmique élargi et complet (humains et non humains, naturels et surnaturels). C'est dans ce cadre englobant que se forment leurs normes sociales. Les éléments de la nature sont considérés comme sacrés et servent surtout de base de contrôle des actions qui concernent la vie en général.

«Notre Sainte Mère la Terre, les arbres et toute la nature sont les témoins de vos

pensées et de vos actions» affirme un proverbe winnebago. George Herbert Mead, sociologue et philosophe américain, utilise le concept d'«Autrui généralisé» dans son analyse de la construction du soi par les relations sociales, afin de comprendre comment se construisent les principes du vivre ensemble. Pour les peuples indigènes, l'Autrui généralisé est élargi à tout l'environnement dont l'homme fait partie. L'organisation des attitudes communes au groupe forge la capacité de se mettre à la place de l'autre. L'être humain qui se construit au travers de ses relations avec son environnement trouve alors des réponses pour comprendre les attitudes envers soi-même et envers les autres. Cela façonne donc «la conduite contrôlée par des principes: une personne qui maîtrise un tel ensemble organisé des réponses a un caractère au sens moral du terme».

Cet élargissement de la notion d'humanité, tel qu'il est présent dans la cosmologie indigène, vient d'une considération humaine des autres êtres vivants, notamment des animaux, auxquels les peuples indigènes accordent également une âme. Cette relation représente donc la base de l'identification, qui pose l'autre en tant que personne capable de souffrir comme soi-même. Selon l'anthropologue Philippe Descola, l'identification est «la capacité à appréhender et à repartir certaines des continuités et des discontinuités qui sont offertes à notre emprise par l'observation et la pratique de notre environnement».

Dans l'éthique kantienne par contre, la volonté d'agir est régie par la possibilité d'universalisation des actions. Une loi universelle, suivant la philosophie indigène, suppose de prendre en compte humains et ►

Pour aller plus loin

- > A. Acosta, *Le Buen Vivir. Pour imaginer d'autres mondes*, Editions Utopia, 2014
- > C. Clément, *Qu'est-ce qu'un peuple premier?* Hermann Editeurs, 2011
- > P. Descola, *Par delà nature et culture*, Gallimard, 2005
- > P. Fauconnet, *La responsabilité. Etude de sociologie*, Librairie Felix Alcan, 1928
- > H. Jonas, *Le principe de responsabilité*, Editions du Cerf, 1993
- > E. Kant, *Fondements de la métaphysique des mœurs*, Librairie Philosophique J. Vrin, 1980
- > C. Lévi-Strauss, *La pensée sauvage*, Plon, 1962
- > T.C. McLuhan, *Pieds nus sur la terre sacrée*, Editions Denoël, 1974
- > G. H. Mead, *L'esprit, le soi et la société*, Presses Universitaires de France, 2006

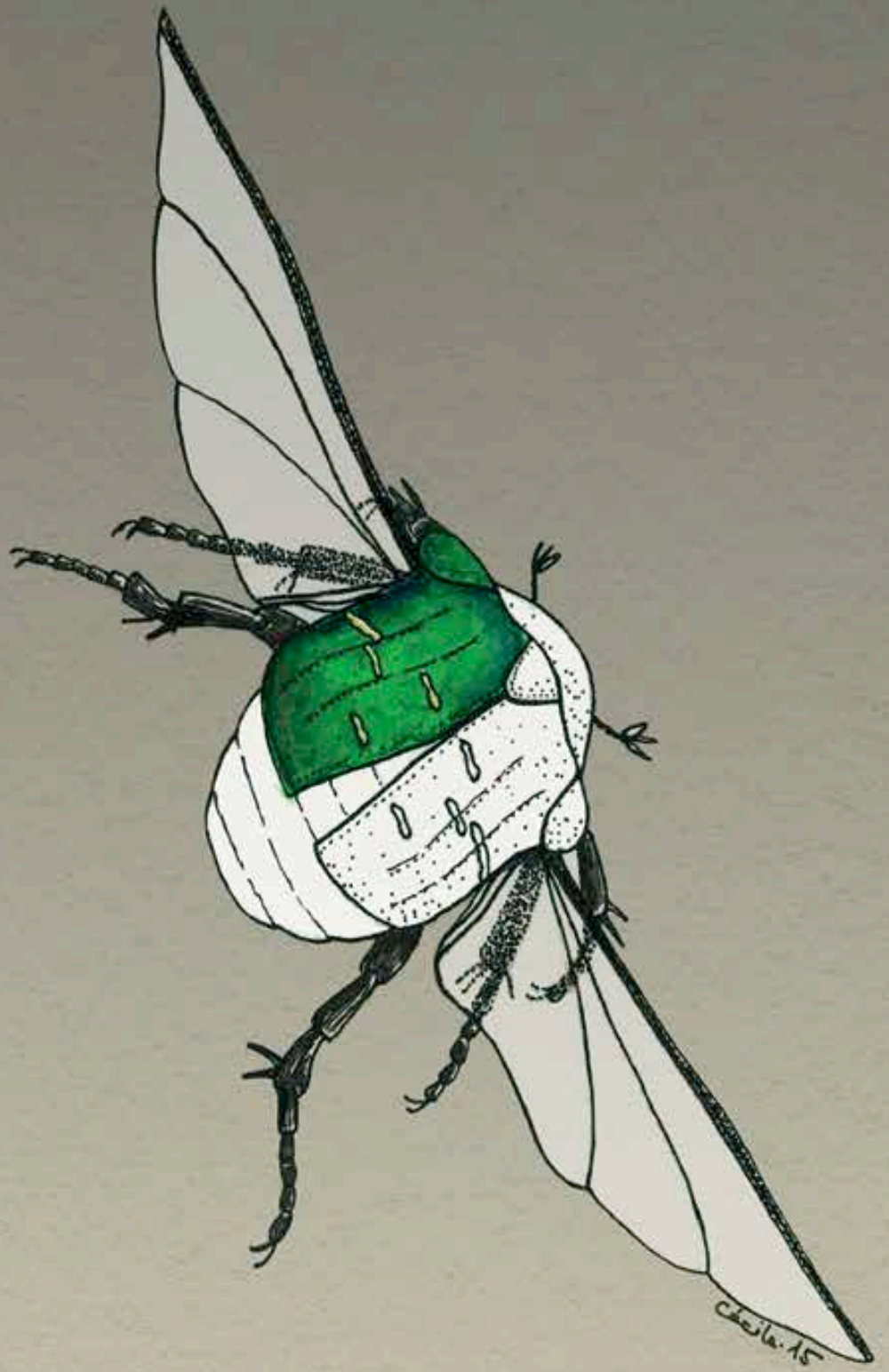
non humains dans l'action. Cette approche prend comme base la connaissance, fondée sur «les codes de conduite éthique et spirituelle dans le rapport à l'environnement». Pour Emmanuel Kant, le fondement de la conduite éthique se trouve dans la raison, qui permet de peser le vouloir en l'universalisant, alors que la philosophie indigène intègre la faculté de connaissance dans la raison qui détermine la volonté. Elle est donc d'abord attachée à l'objet. C'est dans cette ligne de pensée que le philosophe et historien Hans Jonas critique l'impératif catégorique kantien. Selon lui, le sentiment de devoir émanant de la raison ne suffit pas pour que le choix devienne universel: c'est l'objet de respect qui suscite un tel sentiment. Dans le cas des indigènes, c'est justement à partir de la connaissance de leur environnement, humain ou non, que se forge le sentiment de respect. Cette connaissance permet, certes, de développer une certaine compréhension, mais c'est surtout de l'appartenance et de l'identification à cet environnement que découle une compréhension approfondie. Le respect résulte donc de la connaissance ou plutôt d'une «reconnaissance» (connaissance de ce qui m'entoure), d'une même existence ontologique, qui permet, par conséquent, que le respect mutuel s'universalise. Dans ce sens, en accord avec Hans Jonas, l'impératif catégorique est déterminé par une proximité – et l'on pourrait ajouter une identification – avec l'objet. L'universalisation est ainsi la conséquence d'un processus de reconnaissance.

Responsabilité et vision de l'avenir

«Nous n'avons pas hérité la Terre de nos ancêtres, nous l'avons empruntée à nos enfants.» Ce proverbe, dont l'origine n'est pas connue, permet d'entrer dans la discussion sur la temporalité de la responsabilité. La compréhension des actes accomplis au présent est en constant changement. En établissant un certain ordre des faits, on peut considérer que les choix actuels ont un lien intime non seulement avec les événements passés, mais également avec la suite possible des événements. Dans le sens que «les actes futurs sont, relativement à ce que je suis aujourd'hui, dans quelque mesure, contingents» explique Hans Jonas. Dans la philosophie indigène, la responsabilité envers les générations futures est intégrée dans leur cosmologie. Claude Lévi-Strauss, en étudiant la structure des mythes, a souligné quelques aspects temporels des événements exposés dans la mythologie indigène.

En effet, selon lui, même si les mythes reproduisent souvent des épisodes passés, ils comportent également une «structure permanente» qui «se rapporte simultanément au passé, au présent et au futur». En tenant compte du fait que «l'objet du mythe est de fournir un modèle logique pour résoudre une contradiction», l'anthropologue montre qu'il est possible de concevoir que les histoires racontées verbalement trouvent une analogie dans les faits, indépendamment du temps dans lequel elles se déroulent. Il s'agit de former une idée par l'image et de tirer par-là les formes de moralité, qui se constituent en règles et en faits de responsabilité. De cette manière, les mythes, intemporels, représentent les personnages du passé et du futur comme partie intégrante de la famille actuelle, car ils dépendent de la relation établie dans la construction sociale du groupe. Voilà qui explique pourquoi le souci des générations futures n'est pas pertinent dans la philosophie indigène. La temporalité est, en fait, intégrée dans leur conception de responsabilité au quotidien. L'exercice même de leur relation avec la nature représente une proposition d'un modèle de vie en adéquation avec les autres formes d'existence dans l'espace et dans le temps. La préoccupation pour les générations futures provient principalement de la confrontation avec le modèle dit «occidental». C'est la rencontre de ces différentes logiques qui a introduit l'idée de menace de disparition et donc un devoir de transmission pour que leur mode de vie ne disparaisse pas.

Cette relation avec la nature, qui s'est entretenue durant des millénaires, est ainsi liée à une expérience qui fonde des principes éthiques. Cette position de l'humain en tant que partie prenante d'un tout explique son rôle au sein de cet environnement. Elle entraîne, de ce fait, sa responsabilité (spontanée). La philosophie indigène permet ainsi le rapprochement avec les interrogations fondamentales de l'existence, qui passent nécessairement par la capacité humaine de questionner son rapport au monde. ■



Natur oder Kultur? Ansichten zur Sprache

Sprachsysteme werden in der Linguistik erforscht. Die Frage aber, wie die Sprachfähigkeit entstanden ist und wie sie von Kindern erworben wird, beschäftigt die Linguistik, Anthropologie, Psychologie und Biologie gleichermaßen. Regula Schmidlin

L'acquisition du langage chez l'enfant

Dès le début, chaque enfant possède des connaissances grammaticales, ce qui rend possible la compréhension précoce d'une langue. Ce savoir, constitué d'informations concernant la forme et la substance du langage, est valable dans toutes les langues naturelles. Dans les différentes phases du développement de la grammaire générative, d'autres aspects de l'outil d'acquisition inné sont évoqués. Du point de vue nativiste, l'acquisition du langage est congénitale et propre à un domaine du cerveau. Le sens des mots en revanche est représenté dans un réseau neuronal dispersé. Les théories non nativistes, quant à elles, défendent l'idée que des processus relevant de multiples domaines contribuent à l'apprentissage linguistique. Le traitement rapide d'informations séquentielles, constituant une partie importante de l'organisation linguistique, est également mis en pratique dans d'autres domaines, comme l'appréhension de la musique, par exemple. Ceci plaiderait donc plutôt en faveur d'une aptitude au langage intégrée dans les capacités cognitives générales.

Die Entstehung menschlicher Sprachkommunikation ist aus der Sicht der Evolutionstheorie ein einschneidender Vorgang. Da es an Mitteln der Hypothesenüberprüfung fehlt, kann über den genauen Ablauf der Glottogenese freilich nur spekuliert werden. Haben sich die menschlichen Sprachen aus einer gemeinsamen Ursprache heraus entwickelt oder sind sie mehrfach und unabhängig an verschiedenen Orten entstanden? Wie kann man sich die Entwicklung von Lauten, die Zeigegesten begleiteten, hin zu komplexen verbalen Zeichen vorstellen? Wann und wie geht die biologische in eine kulturelle Entwicklung über?

Sprachwandel durch unsichtbare Hand

Nicht nur in Bezug auf die Entstehung der menschlichen Sprachfähigkeit wurde und wird die Natur-Kultur-Debatte geführt, sondern auch bezüglich von Einzelsprachen als Kultursprachen. Entsprechend der teleologisch geprägten Sprachgeschichtsschreibung der Aufklärung entwickeln sich Einzelsprachen bestenfalls von einem Zustand roher Natürlichkeit zu einem Zustand der Kultiviertheit und Vollkommenheit. Eine besondere Verbreitung fand die organische Vorstellung von Einzelsprachen im 19. Jahrhundert. So beschrieb Herder den Aufstieg und Niedergang von Sprachen mit einer Blumenmetapher: Sprache «keimt, trägt Knospen, blüht auf und verblüht.» Nach Wilhelm v. Humboldt durchläuft jede Sprache in ihrer Entwicklung – wie der Mensch – verschiedene Altersstufen. Dem Konzept von Sprache als selbstgesteuertem Organismus stand die Vorstellung gegenüber, dass es einzelne, herausragende Persönlichkeiten sind, die eine Kultursprache erschaffen (vgl. «die Sprache Voltaires» oder «die Sprache Goethes»).

Weder ein Naturphänomen noch ein durch Genies herbeigeführtes Artefakt sieht Rudi Keller in der Sprache, sondern ein Phänomen der dritten Art, geschaffen von der unsichtbaren Hand. Der Begriff *invisible hand*, der ursprünglich von Adam Smith zur Erklärung eines ökonomischen Prinzips verwendet wurde, beschreibt die Kraft hinter Prozessen, deren Resultat nicht intendiert ist und als Nebenprodukt anderer Prozesse entsteht. Wenn Keller diese Theorie auf den Sprachwandel überträgt, ergibt sich dieser aus den Handlungsmaximen der Sprecher, die verstanden werden wollen, die sich möglichst sparsam und gleichzeitig möglichst differenziert ausdrücken wollen, die sich mit Sprache aber auch zu profilieren suchen und diese dem Kontext entsprechend variieren.

Wie das Kind zur Sprache kommt

Die Frage, zu welchen Teilen Natur und Kultur beteiligt sind, stellt sich nicht nur beim Sprachwandel, sondern auch beim kindlichen Erstspracherwerb. Hinter frühen historisch bezeugten Versuchen, dem Spracherwerb auf den Grund zu gehen, verbirgt sich allerdings noch immer das Interesse am Sprachursprung. Der ägyptische König Psammetich wollte vor zweieinhalb Jahrtausenden die Ursprache der Menschheit bestimmen und übergab zu diesem Zweck zwei Neugeborene einem Schafhirten, den er anwies, sich um sie zu kümmern, jedoch ohne mit ihnen zu sprechen. Nach zwei Jahren sagten sie nur «bek bek», woraus Psammetich schloss, dass das Phrygische die Ursprache der Menschheit sei, denn *bekos* bedeutete auf Phrygisch Brot – anstatt dass er den einzig richtigen Schluss gezogen hätte, nämlich dass Kinder für ihren

Spracherwerb auf menschliche Interaktion angewiesen sind und dass Sprache nicht angeboren ist, schon gar nicht in Form einer bestimmten Sprache. Wie kommt es aber, dass es Kindern in einer Zeitspanne von nur etwa dreieinhalb Jahren gelingt, sprechen zu lernen? Dass sie über räumliche Verhältnisse schon recht gut sprechen können, wenn sie sich aber auf dem Weg zum Coop um die Ecke noch verlaufen? Wie kommt es, dass sie täglich neue Sätze bilden können, die sie noch nie gehört haben? Dass sie mit drei Jahren im Stande sind, über die Korrektheit der Sätze anderer zu urteilen? Wieso gelingt es ihnen, aus der manchmal fehlerhaften Inputsprache, die sie hören, die korrekte Grammatik herauszufiltern? Chomsky und seine Schüler gehen davon aus, dass das frühe Sprachverstehen und Sprechenkönnen dadurch ermöglicht wird, dass jedes Kind von Anfang an ein Wissen um Grammatik hat. Dieses Wissen betrifft für alle natürlichen Sprachen geltende Informationen über Form und Substanz von Sprache. Mithilfe des angeborenen Wissens um sprachliche Universalien und aufgrund des Inputs seiner Umgebungssprache bilde sich beim Kind das einzelsprachliche Wissen heraus. Aus einer genetisch vorgegebenen Ausstattung reife die sprachliche Kompetenz im Kind heran: «Language acquisition seems much like the growth of organs generally; it is something that happens to the child, not that the child does», so Chomsky. In verschiedenen Entwicklungsphasen der Generativen Grammatik wurden unterschiedliche Aspekte der angeborenen Ausstattung genannt, z. B. das Wissen um Wortarten, um verschieb- und ersetzbare syntaktische Einheiten oder ganz allgemein das Wissen um die Fähigkeit, aus einem begrenzten Inventar unendliche Anwendungsmöglichkeiten zu schöpfen. Auch die Tatsache, dass in allen Sätzen Subjekte vorkommen, wurde als universales Prinzip vorgeschlagen. Bisher ist es aber nicht gelungen, angeborene grammatische Prinzipien als biologisch real nachzuweisen. Dennoch wurden nativistische Erklärungen des kindlichen Erstspracherwerbs begeistert aufgenommen – vielleicht auch deshalb, weil dadurch die behavioristische Lerntheorie abgelöst wurde, die Spracherwerb lediglich als Prozess der Imitation und Verstärkung sah und die *black box* sich selbst überliess.

Wertvoller Input

Die nativistische Spracherwerbtheorie blieb auch nach der Überwindung behavioristischer Lerntheorien alles andere als kon-

kurrenzlos. Empirische Untersuchungen zeigten, dass der Spracherwerb weniger schnell und mühelos ist als von Chomsky und seinen Schülern postuliert und weniger generativ, d. h., dass Kinder nicht täglich Dutzende neuer Sätze äussern, die sie noch nie gehört haben können, sondern sich selbst und die Sprache der Umgebung ständig wiederholen und Strukturen, die sie oft hören, schneller übernehmen. Der Input, den die Kinder hören, ist zudem alles andere als armselig. Wenn wir mit Kindern sprechen, strukturieren wir das Gesagte so, dass es von Kindern leichter segmentiert werden kann, und wir reagieren durchaus auf fehlerhafte Strukturen in der Kindersprache. Was das angeborene grammatische Wissen anbelangt, so zeigt sich zwar beispielsweise eine frühe Diskriminierungsfähigkeit zwischen Funktions- und Inhaltswörtern; in der frühen eigenen Sprachproduktion kommen aber typischerweise eine Art Einwortsätze vor, die aus mehreren, vom Kind wahrscheinlich unkategorisierten lexikalischen Einheiten bestehen, die eine bestimmte kommunikative Absicht ausdrücken.

Sprachspezifischer Lernmechanismus?

Der Hauptunterschied zwischen nativistischen und nicht-nativistischen Erklärungen des Spracherwerbs liegt heute jenseits der Natur-Kultur-Debatte, sondern in unterschiedlichen Konzeptualisierungen des Lernmechanismus. Aus nativistischer Sicht ist dieser angeboren und domänenspezifisch – also ein Lernmechanismus, der für das Erlernen von Sprachen da ist, das heisst vor allem für die Parametrisierung einer individualsprachlichen Grammatik. Für die Domänenspezifität könnte aber auch die hirnhysiologische Lokalisierbarkeit der Sprachverarbeitungszentren sprechen. Wortbedeutungen sind hingegen in einem verteilten neuronalen Netzwerk repräsentiert. Nicht-nativistische Theorien hingegen betonen, dass am sprachlichen Lernen domänenübergreifende Prozesse wie z. B. assoziatives und statistisches Lernen beteiligt sind. Die schnelle Verarbeitung sequenzieller Informationen, die einen wichtigen Teil sprachlicher Verarbeitung ausmacht, wird auch im nicht-sprachlichen Bereich praktiziert, z. B. beim Erfassen von Musik, die zwar nicht aus Phonemen besteht wie die Sprache, sondern aus anderen akustisch diskreten Einheiten. Dies würde eher dafür sprechen, dass die Sprachfähigkeit in generelle kognitive Fähigkeiten eingebettet ist. ■

Regula Schmidlin ist assoziierte Professorin am Departement für Sprachen und Literaturen. regula.schmidlin@unifr.ch

Travailleurs en crise et droite populiste

Quel est l'impact des changements socio-économiques sur l'émergence des idées prônées par la droite radicale? Si un lien a déjà été constaté, les ressorts des opinions ne sont pas aussi simples que l'on croit. Magali Jenny



Les nouvelles organisations du travail modifient la vision que les salariés ont d'eux-mêmes et de la société. C'est le constat qu'établissent les sociologues Francesca Poglià Mileti et Fabrice Plomb, sur la base d'une enquête menée avec des cadres et des employés, actifs dans les secteurs les plus touchés en Suisse par les grandes restructurations économiques entre la fin des années 90 et le début des années 2000 (régies fédérales privatisées, industrie pharmaceutique, vente, microtechnique). «Rien n'avait encore été publié en français à ce sujet. Nous avons envie d'exploiter les matériaux récoltés et de les analyser dans le contexte suisse», précise Fabrice Plomb, tandis que Francesca Poglià Mileti ajoute: «Au moment où l'UDC commençait à avoir le vent en poupe, nous avons cherché à comprendre l'éventuel lien entre insécurité économique et une certaine affinité pour des propositions de la droite populiste radicale.» La question de départ posée aux travailleurs était simple: «Comment avez-vous vécu les changements au travail pendant ces dix dernières années?» Les sociologues ont rapidement réalisé que les interviewés, bien que ne votant que rarement pour l'UDC, établissaient spontanément des liens entre le travail et les autres sphères de la vie sociale (famille, éducation, rapports de voisinage, etc.) et tenaient des propos pouvant être qualifiés d'anti-immigration, anti-élite, autoritaires ou nationalistes. Lorsque les «conditions d'attachement au travail» (c'est-à-dire ce qu'ils considèrent comme du bon travail) changent, les individus ont besoin de revoir leurs visions du monde. «Parlant de la société actuelle, de ses changements, de ce qu'ils constatent, regrettent ou déplorent,

ils expriment leur «subjectivité politique», autrement dit leur vision du monde et du «vivre-ensemble». Ils établissent ainsi des parallèles entre leur quotidien (pression au rendement, manque de reconnaissance, imposition de nouvelles normes, perte de solidarité) et des observations plus générales. Dans cette nouvelle configuration, les étrangers émergent comme des figures symptomatiques du changement», précise la Professeure Poglià Mileti. Cette relation entre changements sociétaux (macro) et ressentis individuels (micro) éclaire un processus complexe, indiquant l'importance de prendre en compte toutes les sphères sociales pour comprendre et expliquer les phénomènes politiques.

Populisme ou extrême droite?

La «subjectivité politique» donne la possibilité de se situer dans le temps et par rapport aux autres (ceux du dessus, du dessous et d'«à côté»), afin de trouver un sens dans une société qui évolue. Les principes de morale et de justice permettent ensuite de relier le tout. C'est ainsi que les deux chercheurs ont établi comment, à partir de récits du quotidien, les gens glissent vers des schèmes de pensées proches des propositions du «populisme de droite». Le terme populisme renvoie à un style politique spécifique: mise en scène, médiatisation, image du leader charismatique, langage facilement accessible et très émotionnel s'adressant directement au peuple. La droite, l'extrême droite, le radicalisme de droite, en revanche, font référence à un ensemble d'idées basées sur la valorisation de l'Etat-nation, l'identité nationale, ainsi que le rejet de l'autre (élite, étranger, profiteuse, requérant d'asile, etc.) et une

Fabrice Plomb a étudié la sociologie à Neuchâtel avant de se rendre en Argentine, où il s'est penché sur le thème de l'insertion professionnelle des jeunes. En 2003, il rejoint la Recherche européenne sur la transformation du monde du travail et entre à l'Unifr comme chargé de cours. Il accède au poste de MER en 2008. Depuis 2011, il s'intéresse à la thématique des jeunes et de l'argent et, plus particulièrement à la socialisation économique des jeunes (il était requérant principal de l'enquête FNS sur les jeunes et l'argent). Depuis cet automne, il dirige une recherche FNS sur l'endettement des jeunes. En parallèle de son activité académique, il travaille à la Fondation Jobservice qui s'occupe de la réinsertion de jeunes.
fabrice.plomb@unifr.ch

certaines formes d'autoritarisme. «Dans les huit pays européens étudiés, nous avons constaté que la dimension autoritaire de l'orientation vers le populisme de droite était portée plutôt par des gens issus de positions socialement élevées. Contrairement aux idées reçues, ce ne sont donc pas uniquement les couches populaires qui ont des affinités avec la droite radicale. On soutient un peuple du milieu où les valeurs d'honnêteté, de probité, d'efficacité au travail, de précision, etc. sont défendues», précise Fabrice Plomb. Francesca Poglià Mileti complète: «Aucun interviewé ne proposait de discours humanitaire, mais on ressentait assez peu d'animosité ou de haine envers l'étranger, qui n'est pas tenu pour directement responsable, mais incarne le changement, source de souffrances.» Dans l'espace public, le débat autour de l'immigration est pourtant permanent, stigmatisant souvent les étrangers, considérés comme «mieux lotis». «Nous avons voulu montrer que le monde du travail est aussi à l'origine de ce phénomène et que les explications strictement politiques, psychologiques ou généralisantes qui se réfèrent au malaise de la modernité ne suffisent pas», expliquent les sociologues.

Leviers de la droite

Dans des entreprises qui s'adaptent aux changements et aux besoins des clients, lorsque des effets d'externalisation et un ensemble d'outils de pilotage réduisent l'autonomie des employés, il s'instaure une forme de contrôle généralisé, sans identification claire des figures du pouvoir. Il devient ainsi difficile d'émettre une simple critique ou une plainte à l'égard de son supérieur. L'intensification du travail, l'implantation de logiciels de gestion intégrée, l'individualisation des relations avec les collègues ou encore la dépendance des consignes aux exigences financières engendrent une modification des rapports sociaux au sein de l'entreprise. «Ce type de management provoque auprès des employés une sensation d'être petit à petit dépossédés de leur travail. A cette perte de sens, s'ajoutent les craintes pour leur retraite, l'évaluation sur la base d'un chiffre d'affaires à court terme, le manque de reconnaissance des années d'expérience, etc. Cette situation suscite un mécanisme de comparaison avec des gens relativement visibles dans l'espace public, à savoir les migrants», explique Francesca Poglià Mileti. «L'insécurité économique et familiale, les questions intergénérationnelles, la dévaluation des diplômes sont des



L'évolution des conditions de travail marque la vision que les salariés ont d'eux-mêmes et de la société.

thèmes importants qui, paradoxalement, sont très peu traités par la droite, mais qui entrent dans le mode de pensée ordinaire», s'étonne quant à lui Fabrice Plomb.

Un sujet d'actualité

Qu'en est-il aujourd'hui, avec les vagues de migrants qui déferlent sur l'Europe? «On peut essayer de comprendre ce qui se passe sur le plan du macro, on peut analyser en profondeur certains processus, mais quant à indiquer une causalité directe entre des représentations anti-immigration et des phénomènes objectifs, je reste prudente», affirme Francesca Poglià Mileti. «Dans notre ouvrage, nous montrons que le travail est très important dans la définition de soi. En Suisse, le travail bien fait est un facteur d'intégration. Quand cette dimension est touchée, quelles possibilités a-t-on d'exprimer ce que l'on est?», s'interroge Fabrice Plomb. Et dans les autres pays? Francesca Poglià Mileti répond: «Il me semble que les processus psychosociaux sont identiques. Ce sont sur ces mêmes ressorts que les individus s'expriment et lisent leur réalité et qu'ils sont attirés par certains partis ou leaders. En Suisse, il s'agit d'être intégré. On ne sait pas trop bien à quoi, mais on peut dire que cette vision de l'appartenance nationale se fonde sur le principe du *jus sanguinis*: il faut être fils de... pour être reconnu comme Suisse. C'est à l'aune de cette intégration idéale qu'on juge les migrants.» Et de conclure: «Nous avons affaire à des individus qui vivent des particularités et ressentent des émotions, des sentiments très intimes. Notre démarche était de reconstruire ces différentes narrations pour revenir à des processus plus généraux.» ■

Pour aller plus loin

- Fabrice Plomb, Francesca Poglià Mileti, *Les salariés dans la tourmente. Restructurations économiques et montée du populisme de droite*, L'Harmattan, 2015 ISBN 978 2 343 05423 0



Francesca Poglià Mileti a écrit une thèse sur les relations interethniques et la catégorisation des migrants. Après un séjour aux USA, elle est nommée professeure associée en sociologie à la Faculté des sciences économiques en 2005 et rejoint, en 2009, le Domaine des sciences des sociétés, des cultures et des religions de l'Unifr. Elle s'est spécialisée dans le domaine des migrations (elle a récemment dirigé un projet FNS sur les femmes subsahariennes porteuses du VIH), tout en développant d'autres thématiques en lien avec la sociologie économique, la politique ou encore la jeunesse sous différents angles: jeunes et chômage, parler jeune et, dernièrement, jeunes et argent. Elle s'engagera prochainement dans la recherche FNS Jeunes, argent et endettement. francesca.poglià@unifr.ch

Deutsch lernen mit Chunks

Grammatik büffeln oder das Reden trainieren? Das Kompetenzzentrum für Mehrsprachigkeit hat herausgefunden, dass Migrantinnen und Migranten flüssiger sprechen, wenn sie intensiv Alltagsdialoge lernen und üben. Andreas Minder

Integration ist in aller Munde und Integration passiert wesentlich mit dem Mund. Wer sich verständigen kann, hat bessere Chancen auf einen Job, findet leichter eine Wohnung, hat mehr Kontakt zu den Ansässigen. So weit, so unbestritten. Viel weniger klar ist, wie Menschen am besten zur Sprache kommen. «Es gibt wenig empirisch untermauertes Wissen darüber, wie man den Sprachunterricht für schulungsgewohnte Migrantinnen und Migranten am besten gestaltet», sagt Thomas Studer. Der Professor für Deutsch als Fremd- und Zweitsprache ist zusammen mit Projektleiter Peter Lenz für eine Studie des KFM (vgl. Kasten) verantwortlich, die den Einfluss von unterschiedlichen didaktischen Verfahren auf das Sprachenlernen untersucht.

Die Forscherinnen und Forscher konnten vier Deutschschweizer Kursanbieter gewinnen, die insgesamt sieben Klassenpaare zur Verfügung stellten. Die eine Klasse wurde jeweils mit herkömmlichen Lehrmitteln und -konzepten unterrichtet, die andere mit überarbeiteten. Letztere zeichneten sich dadurch aus, dass auf Grammatik und Einzelwortlernen verzichtet wurde. Stattdessen lernten die Kursteilnehmenden ganze Ausdrücke und Redewendungen, so genannte Chunks (engl. für Brocken), die sie oft und auf vielfältige Art und Weise übten. Ein zweites wichtiges Element war das Flüssigkeitstraining. Zu Beginn jedes Kurstages wiederholten die Teilnehmenden eine halbe Stunde lang, was sie bereits kannten, und zwar zunehmend freier und unter Zeitdruck. Dabei spielten sie Alltagsdialoge durch, die sie zuvor an ihre Situation angepasst hatten. Zum Beispiel: Zwei Nachbarn treffen sich im Treppenhaus und erzählen sich, was sie heute machen wollen. Solche

Elemente kämen durchaus auch im konventionellen Unterricht vor, räumt Peter Lenz ein. «Aber wir haben den Chunk-Ansatz und das Flüssigkeitstraining radikaler umgesetzt und dafür auch fertige Materialien angeboten.»

Bunt gemischtes Publikum

Es gehörte zu den Aufgaben der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen Malgorzata Barras und Fabienne Manz, das ganze Unterrichtsmaterial anzupassen. Sie führten auch die Kursleiterinnen in die neue Methode ein und betreuten sie. Weiter halfen sie beim Zusammenstellen der Parallelklassen mit. «Wir wollten, dass sie vor allem bezüglich Bildungsstand und Herkunft ähnlich zusammengesetzt sind», sagt Barras. Keine einfache Aufgabe, war die Teilnehmerschar doch bunt gemischt: Flüchtlinge, Asylsuchende, Ehepartner von Schweizer Männern und Frauen. Darunter solche, die eben erst in der Schweiz angekommen sind und andere, die seit Jahren hier wohnen, die einen mit grossem, die anderen mit kleinem Bildungsrucksack. Wie ungewohnt die Schule für einige ist, illustriert Barras mit einer Anekdote: Als die Unterlagen verteilt wurden, wusste ein Teilnehmer nicht, wie man den Bundesordner öffnet, in dem sie abgelegt waren. Das oft bildungsferne Publikum sei ein Grund gewesen, weshalb man mit Chunks arbeiten wollte. «Viele der Kursteilnehmenden waren froh darüber. Denn sie können auch in Bezug auf ihre Erstsprache nicht über Grammatik reden.»

Die Frage der Methode

Peter Lenz nennt die Studie «quasi-experimentell». Ihr Design gleicht in vielem einem Experiment: Zwei vergleichbare Klassen des

Das Wissenschaftliche Kompetenzzentrum für Mehrsprachigkeit (KFM) forscht im Auftrag des Bundes zur Mehrsprachigkeit und wird dafür auf Basis des Schweizer Sprachengesetzes subventioniert. Themenschwerpunkte sind die individuelle und gesellschaftliche Mehrsprachigkeit, das Lehren und Lernen von Sprachen und das Beurteilen und Evaluieren von Sprachkompetenz. Das KFM hat seine Tätigkeit 2011 aufgenommen. Organisatorisch ist das KFM am Institut für Mehrsprachigkeit angesiedelt, das seinerseits 2008 als gemeinsames Institut der Universität Freiburg und der Pädagogischen Hochschule Freiburg gegründet worden ist.

www.zentrum-mehrsprachigkeit.ch



© Aldo Ellena
Eine Fremdsprache lernt sich leichter im Gespräch als über die Grammatik.

gleichen Kursanbieters werden jeweils unterschiedlichen didaktischen Methoden ausgesetzt, die Sprachkenntnisse werden zu zwei Zeitpunkten gemessen und verglichen. Nur «quasi» experimentell ist die Untersuchung, weil es nicht wie im Labor möglich war, alle Faktoren zu kontrollieren. Eine rein zufällige Klassenzusammensetzung ist höchstens annähernd möglich, und die beiden Gruppen wurden zwar im gleichen Zeitraum, aber von unterschiedlichen Lehrpersonen unterrichtet. Beides kann die Resultate verzerren. «Die empirische Forschung ist in unserer Disziplin etwas undankbar», sagt Thomas Studer. Beim Lernen spiele eine Vielzahl von sozialen, kognitiven und didaktischen Faktoren eine Rolle. «Das macht Untersuchungen methodisch sehr schwierig, und es ist leicht, sie zu kritisieren.» Das sei mit ein Grund, weshalb das Wissen über die Effizienz von fremdsprachendidaktischen Verfahren so bescheiden sei. Gelehrte Dispute darüber gebe es aber schon seit Jahrhunderten. Je nach dem vorherrschenden linguistischen und pädagogischen Diskurs sei jeweils die eine oder andere Methode propagiert worden. «Heute gilt nicht mehr ein Entweder-Oder. Die Verfahren werden gemischt.»

Die 135 Lernenden, die bis zum Schluss dabei waren, wurden nach zwei Blöcken à 60 Lektionen jeweils auf Herz und Nieren getestet, mündlich und schriftlich. Die eher kleine Klassenstichprobe schränke die Aussagekraft der Resultate zwar etwas ein,

sagt Lenz. Trotzdem lasse sich mit einiger Sicherheit sagen: «Die Lernenden in den Chunk-Klassen sprechen flüssiger. Ihre speech rate, also die Anzahl Silben pro Minute war höher». Lenz zieht daraus den Schluss, dass sich gezieltes Flüssigkeitstraining lohnt. «Repetieren von bereits bekannter Sprache ist zentral und keine Zeitverschwendung.» Das gelte längst nicht nur in den untersuchten Kursen: «Das wäre auch in der Schule sinnvoll.»

Ein Lehrstück

Neben statistisch signifikanten Resultaten, lieferte die Studie noch eine Reihe weiterer Erkenntnisse. Die Kursleiterinnen und Kursleiter der Chunk-Klassen waren begeistert von der Gruppendynamik, die vor allem durch die Flüssigkeitstrainings gefördert wurde. Dieser Nebeneffekt könne auf die Dauer den Lernerfolg verbessern, vermutet Lenz. Für die Lehrpersonen ist der Ansatz allerdings mit mehr Aufwand verbunden. Sie haben mehr zu korrigieren, das Flüssigkeitstraining erfordert hohe Konzentration, und das Erklären ohne die Grammatik zu Hilfe zu nehmen, ist anspruchsvoller. «Die Studie war für uns auch ein Lehrstück», sagt Peter Lenz. Man habe viel Erfahrung gesammelt, wie man Fortschritte in den Sprachkenntnissen operationalisieren und messen könne. Dieser methodische Zugewinn werde – neben den Resultaten der Studie – auch in die Lehre einfließen, sagt Thomas Studer. ■



Peter Lenz arbeitet als Projektleiter am Institut für Mehrsprachigkeit und als Lektor am Studienbereich Mehrsprachigkeitsforschung und Fremdsprachendidaktik der Universität Freiburg. Seine Interessen liegen in den Bereichen Vermittlung, Erwerb, Erfassung und Beschreibung von Fremdsprachenkompetenzen, ganz besonders bei den theoretischen und «handwerklichen» Aspekten des Sprachentestens. Er hat sich verschiedentlich bei öffentlichen Aufträgen aus dem Schul- und Migrationsbereich engagiert.
peter.lenz@unifr.ch

Quoi d'neuf, docteur?

Sur Internet, on se noie souvent dans une masse de documents inutiles. Pour parer à ce problème, deux chercheurs de l'Université de Fribourg ont développé un nouveau moteur de recherche à disposition du public. Philippe Morel

Lorsqu'on cherche une information ou un document, Internet est à la fois une caverne d'Ali Baba et une jungle inextricable. Elle regorge en effet de trésors, mais ceux-ci sont souvent perdus au milieu de contenus non pertinents. Alexandre Wenger et Radu Suci, respectivement professeur et post-doctorant au Département de médecine de l'Université de Fribourg, en ont fait l'expérience, alors qu'ils préparaient, dans le cadre des 125 ans de l'Alma Mater, l'exposition virtuelle «Médecine et alimentation» (www.manger.unifr.ch).

Océan d'informations

Si rédiger les textes des divers modules n'a posé aucun problème à ces spécialistes de la littérature médicale, la recherche de l'iconographie s'est avérée plus ardue. «Lorsque, par exemple, je tape «Vénus» dans un moteur de recherche, explique Alexandre Wenger, je tombe sur des contenus très divers: de la mythologie, de l'art, de l'astronomie, des joueuses de tennis, des sites de rencontre, etc. Si je trouve un document intéressant, se pose alors la question de la source: vers qui dois-je me tourner pour obtenir le document dans le format nécessaire et régler la question des droits d'auteur et d'utilisation?» On peut, certes, résoudre ce problème en se limitant à des banques de données thématiques, mais cela implique de multiplier les recherches et souvent en plusieurs langues.

Cibler ses recherches

Dès lors, comment effectuer des recherches aussi précises que possible dans un espace le plus vaste possible? C'est précisément à ce paradoxe que se sont

attaqués les deux chercheurs en s'adjoignant les compétences de l'informaticien Adriano Perlini. Leur solution et le fruit de leur travail s'appelle WUD (www.unifr.ch/mh/wud/), soit «What's up, Doc?», le fameux «Quoi d'neuf, docteur?» que lance Bugs Bunny.

Exploiter des structures existantes

De prime abord, WUD est un moteur de recherche comme les autres. Mais sa particularité réside dans le fait qu'il est capable d'effectuer ses recherches dans plusieurs banques de données simultanément. Même si WUD a été développé pour répondre tout d'abord aux besoins propres d'un travail de Medical Humanities, à savoir la recherche de documents sur les aspects non biomédicaux de la médecine (histoire de la médecine, littérature et médecine, éthique, etc.), le moteur de recherche ne se limite pas à cette seule branche. A l'heure actuelle, il a pour source les deux plus grandes banques de données culturelles, soit la Digital Public Library of America (DPLA) et Europeana. A elles deux, elles regroupent un gigantesque corpus de documents à disposition du public.

Défi technique

D'un point de vue technique, la plus grande difficulté consiste à faire dialoguer des banques de données qui ne «parlent» pas le même code. Une métaphore qui s'applique à l'ensemble du projet: comment un spécialiste des textes médicaux anciens peut-il traduire ses besoins auprès d'un informaticien? C'est Radu Suci, spécialiste des humanités digitales, qui a occupé ce rôle d'interprète.



© Lisa Arnold

Radu Suci, Alexandre Wenger et Adriano Perlini font dialoguer les sciences humaines et l'informatique.

Pour l'utilisateur, WUD se présente sous la forme d'un masque de saisie. Il a le choix entre les quatre principales langues d'Europeana et DPLA: l'anglais, l'allemand, le français et l'espagnol. La recherche peut se faire en mode simple ou par combinaison «et/ou» de mots. Il est également possible de déterminer le type de document (texte, image, vidéo et son) et de définir un intervalle de temps. Les résultats apparaissent sous la forme classique d'une série d'icônes présentant les documents trouvés. Lorsqu'il clique sur un document qui l'intéresse, l'utilisateur obtient, quand elle existe, une description du document. Il peut ensuite se rendre sur la page correspondante de DPLA ou Europeana, ou encore à la source directe. Si le document lui convient, il peut le conserver et l'annoter. Suivre les liens vers les banques de données lui permet également d'identifier le possesseur des droits d'auteur et d'utilisation. WUD fonctionne également sur tablette et smartphone.

Éviter les cadavres numériques

Pour Alexandre Wenger, «WUD est une solution élégante. Elle permet de mettre en valeur et d'exploiter le gigantesque travail de récolte de documents que font

Europeana et DPLA, deux institutions qui encouragent la réutilisation de leurs données». En effet, le chercheur trouve nettement plus logique de procéder ainsi que de multiplier les banques de données thématiques à la survie incertaine. «À l'occasion de nombreuses conférences, les chercheurs rassemblent du matériel sur des sites internet. Faute de moyens, ces banques de données ne sont trop souvent pas entretenues. Leur contenu se périmé et vient polluer Internet. En mettant en avant des banques de données publiques et pérennes, WUD permet d'éviter ce phénomène de cadavre numérique et de minimiser les coûts de maintenance.

Application mobile

Lancée en mai 2015, WUD connaît un joli succès, et ce bien au-delà des frontières helvétiques: en effet, près de la moitié de ses utilisateurs provient du continent nord-américain. Les prochaines étapes du projet prévoient l'intégration d'une troisième banque de données, l'australienne Trove, ainsi que le développement de WUD sous forme d'application mobile téléchargeable. ■

Le Professeur Alexandre Wenger est le premier titulaire de la Chaire « Médecine et société », créée par le Département de médecine en 2011. Après des études de littérature française, suivies d'un doctorat à l'Université de Genève, il a effectué différents séjours de recherche de longue durée, en particulier à Paris et à Stuttgart. Ses travaux portent sur l'évolution des rapports entre la littérature et la médecine du XVII^e siècle à nos jours, la figure du médecin et différentes formes de la communication médicale. alexandre.wenger@unifr.ch

Lieber früh, als gar nie

Sie schrieb als jüngste Schweizer Bundesrätin Geschichte. Und bekleidete damit ein Amt, das Sie lieber später übernommen hätte. Doch Ruth Metzler hat nie gezögert, eine Gelegenheit beim Schopf zu packen. Astrid Tomczak-Plewka

Ruth Metzler, was ist Ihre liebste Erinnerung an Ihre Studienzeit in Freiburg?

Ich habe das Studentenleben sehr genossen. Besonders gerne erinnere ich mich an die Studentenverbindungen. Ich kannte diese Welt von meinem Vater, der auch in Freiburg studiert hatte und in einer Verbindung ist. Als Frau war ich zwar bei den offiziellen Anlässen nicht zugelassen, verbrachte aber zahlreiche Stunden und halbe Nächte mit meinen Studienkollegen am Stammtisch. Freundschaft, Austausch und Unterstützung waren dabei wichtige Faktoren, auch bei der Prüfungsvorbereitung. Ich war zwar weniger als andere an der Uni, aber doch noch häufiger als gewisse Kollegen und konnte ihnen deshalb helfen (*lacht*).

Trägt dieses Netzwerk bis heute?

Netzwerk tönt so nutzenorientiert. Mir waren und sind diese Beziehungen wichtig, der Austausch mit Menschen. Ja, solche Verbindungen können ein Anknüpfungspunkt sein und als Türöffner wirken. Ich hatte mir auch überlegt, einer Studentenverbindung beizutreten, aber die Verbindungen, die damals Frauen offen standen, waren entweder stark regional oder durch Studienrichtungen geprägt. Ich bin aber seit Jahren Mitglied im Schweizerischen Studentenverein. Als ich einen Lehrauftrag an der Universität St. Gallen hatte, wurde ich eingeladen, der Notkeriana beizutreten, und als Bundesrätin trat ich dem Regionalverband Rhodovallensis bei. Dieser Kontakt und Austausch zwischen älteren und jüngeren Kollegen bedeutet mir viel. Zudem haben Mitglieder des Schweizerischen Studentenvereins bei meiner Wahl in den Bundesrat auch eine gewisse Rolle gespielt, als Parlamentarier und ausserhalb des Parlamentes.

Ihr Vater hat in Freiburg Jura studiert, Ihr jüngerer Bruder ebenso: Sind Sie einer Familientradition gefolgt?

Überhaupt nicht. Ausschlaggebend waren drei Faktoren: In Fribourg konnte man ein zweisprachiges Lizentiat ablegen – auch wenn ich es dann doch nur in Deutsch absolviert habe. Zudem wollte ich nicht dort studieren, wo alle meine Kanti-Kollegen aus Sursee hingingen. Und schliesslich hat die Universität Fribourg fürs Jurastudium einen ausgezeichneten Ruf.

Aber Jura war immer schon klar?

Nein, auch das nicht. Ich hatte verschiedenste Interessen – und habe sie bis heute. Ich wollte eigentlich Sprachen und Sport studieren. Aber drei Monate vor der Matura hatte ich einen schweren Skiunfall, womit das Thema Sportstudium für mich erledigt war.

Ist damals ein Traum geplatzt?

Nein. Aber es hat sich schon damals gezeigt, was sich später in meinem Leben wiederholt hat: Ich wollte etwas, strebte ein Ziel an, das dann durch externe Umstände verunmöglicht wurde. Ich hadere deshalb nicht und setze meine Energie für die Zukunft ein – die Vergangenheit kann ich eh nicht mehr ändern.

In Ihrem Leben hat vieles schon früh geklappt: Sie wurden jung Richterin und dann Regierungsrätin im Appenzell, Sie waren die jüngste Bundesrätin...

Tatsächlich hatte ich immer das Gefühl, es komme vieles zu früh. Ich hatte erst ein Jahr Wohnsitz im Appenzell und wurde für das Richterinnenmandat angefragt. Später kam das Amt als Regierungsrätin, dann die

Bundesratskandidatur. Ich wäre gerne länger Regierungsrätin gewesen, später in den Bundesrat gekommen – und länger dort geblieben (*lacht*). Aber ich habe die Chancen stets beim Schopf gepackt und mich als Kandidatin zur Verfügung gestellt. Zudem war ich mehrmals zur richtigen Zeit am richtigen Ort, als Juristin und Wirtschaftsprüferin – und als Frau.

Hat die Uni Sie auf das Leben vorbereitet?

Ja. Mein Rucksack wurde gut gefüllt – mit einer Ausnahme: Man konnte damals sein Jus-Studium abschliessen, ohne grosse Wirtschaftskennntnisse zu haben. Ich habe das als grosses Defizit empfunden und hatte das Bedürfnis, dieses auszugleichen. Deshalb habe ich nach dem Studium nicht wie geplant das Anwaltspatent gemacht, sondern einen anderen Weg eingeschlagen. Während des Studiums in Freiburg habe ich auch gelernt, diszipliniert zu arbeiten und mit der Freiheit in Bezug aufs Lernen umzugehen: Vor den Prüfungen musste ich manchmal Nachtschichten einlegen.

Sie waren früh erfolgreich und sind heute als Unternehmensberaterin und Verwaltungsrätin gut positioniert. Stossen Sie nie an Ihre Grenzen?

Der zeitliche Druck ist bei weitem nicht mehr so gross und meine beruflichen Aktivitäten sind besser planbar als früher. Ausserdem konnte ich schon immer gut abschalten und habe einen gesunden Schlaf. Zudem halte ich mich mit Nordic Walking und Laufen fit. Die frische Luft ist mir schon sehr wichtig.

Hat Ruth Metzler auch Schwächen?

Jede Stärke kann zu einer Schwäche werden. Meine Begeigerungsfähigkeit, Belastbarkeit und Energie können andere Leute unter Druck setzen. Nicht alle Menschen sind gleich belastbar wie ich. Gerade bei der Mitarbeiterführung muss ich mir immer wieder bewusst machen, wer die Leute sind, woher sie kommen, was sie mitbringen und wie ich sie gut mitnehmen kann.

Vielen sind Sie vor allem als Ex-Bundesrätin mit einem unschönen Abgang in Erinnerung. Ärgert Sie das?

Überhaupt nicht, es stimmt ja: Ich bin eine ehemalige Bundesrätin und werde das auch immer bleiben. Ich will jedoch nicht auf diese Rolle reduziert werden – die immerhin schon fast 12 Jahre zurückliegt. Meine Abschiedsrede vor der Vereinigten Bundesversammlung ist übrigens auch noch omni-



Stolzes Verbindungsmitglied: Ruth Metzler in den Farben der Notkeriana St.Gallen.

präsent. Die meisten Menschen wissen von der Zeit danach nur noch, dass ich nach der Bundesratszeit für Novartis nach Paris ging. Die späteren beruflichen Veränderungen und Schritte sind kaum mehr bekannt.

Erachten Sie die Zeit als Bundesrätin als Höhepunkt Ihrer Karriere?

Es war der Höhepunkt meiner politischen Karriere und auch ein Höhepunkt in meinem Leben. Allerdings ist es nicht so, dass alles was danach kam und noch kommen wird, zweitrangig ist. Es ist anders. Die Frage, was nach einer Führungsposition auf oberster Ebene in Wirtschaft und Politik kommt, müssen sich heute viele Menschen stellen. Es gibt zahlreiche junge Führungskräfte in Wirtschaft und Politik, teils in höchsten Positionen. Die lineare Karriere gibt es kaum noch. «Karriereschritte» oder berufliche Veränderungen können auch in neue Aufgaben führen, die hierarchisch nicht höher angesiedelt sind, aber neue Erfahrungen, neues Wissen und dadurch neue Fähigkeiten bringen. Damit spanne ich den Bogen in unsere Gesellschaft: Wir werden immer älter und machen uns Gedanken darüber, wie wir über das offizielle Pensionierungsalter hinaus aktiv bleiben können. Das bedeutet jedoch auch, dass wir uns damit auseinandersetzen müssen, dass wir den höchsten Karrierepunkt und vielleicht auch den höchsten Lohn nicht am Ende einer Berufslaufbahn haben. Da müssen klassische Denkmuster aufgebrochen werden. Meine Botschaft an junge Leute ist deshalb auch: Seid offen, wenn sich unerwartete Gelegenheiten bieten. Gerade junge Leute sollten die Offenheit für nicht geradlinige Karrierewege mitbringen. ■

Ruth Metzler-Arnold (Jg.1964) ist in Willisau aufgewachsen. Von 1984–1989 studierte sie Rechtswissenschaft an der Uni Freiburg. 1990 bis 1999 war Metzler als Wirtschaftsprüferin tätig und erwarb 1994 das Diplom als eidg. diplomierte Wirtschaftsprüferin. Nebenamtlich war Metzler von 1992 bis 1995 als Bezirksrichterin und von 1995 bis 1996 als Kantonsrichterin tätig. 1996 wurde sie in die Standeskommission des Kantons Appenzell Innerrhoden gewählt und zur «Frau Säckelmeister» (Vorsteherin des Finanzdepartements) bestimmt. Als Bundesrätin führte sie von 1999 bis 2003 das Eidgenössische Justiz- und Polizeidepartement. 2005 wurde Metzler Leiterin der Rechtsabteilung und Mitglied der Geschäftsleitung von Novartis Frankreich in Paris. Von 2006 bis 2010 war sie bei der Novartis in Basel Leiterin des Bereichs Investor Relations.

Metzler ist seit 2010 Inhaberin eines Beratungsunternehmens und arbeitet mit ihren Partnern in der Beratungsgemeinschaft KLAUS-METZLER-ECKMANN-SPILLMANN Strategie, Führung, Kommunikation. Seit 2011 ist sie VR-Präsidentin von Switzerland Global Enterprise und seit 2015 VR-Präsidentin von Aquila & Co. AG. Ausserdem ist sie VR-Mitglied der AXA Winterthur, des Technologiekonzerns Bühler und von FehrAdvice AG. Seit 2012 ist sie Mitglied des Universitätsrates der Uni St. Gallen. Ruth Metzler-Arnold ist in zweiter Ehe verheiratet und lebt in Appenzell.



Les secrets du quotidien des femmes sont bien gardés. Longtemps, la maternité et la petite enfance ont constitué une page blanche dans les manuels d'histoire ancienne. Comment redonner vie à des voix discrètes? L'Antiquité ne nous a laissé que des témoignages indirects, dispersés et ténus, qu'il s'agisse des femmes enceintes ou anxieuses de l'être, des jeunes mères, des sages-femmes, des nourrices ou des enfants dans leur dimension prénatale d'être en devenir, de nouveau-nés ou de nourrissons. Une longue enquête a permis de réunir les sources écrites, iconographiques et archéologiques, qui jettent un éclairage nouveau sur le statut de l'enfant à naître et du nouveau-né, ainsi que sur les pouvoirs que les femmes ont su s'aménager dans ce temps suspendu de la vie, moment de tous les possibles et de tous les dangers. Plusieurs idées reçues sont revisitées, sur l'indifférence des adultes face à la mort des tout petits, la passivité et la soumission des femmes. En couverture du livre, le sourire d'Omphale traduit sa force, alliée à une sensualité où sexualité et maternité se mêlent sans antagonisme.

Un corps métaphorique

De nombreuses gemmes ou intailles dites magiques, en vogue à l'époque romaine impériale, se rapportent à la protection de la vie utérine et de la procréation. Un monde minéral sexué, à l'image du corps humain, véhicule des images et des signes qui construisent un système symbolique imaginaire. Certains motifs sont empruntés aux métaphores du langage médical, mais investis d'un sens nouveau, comme l'image de l'utérus-ventouse qui révèle la puissance des forces en jeu dans la génération; d'autres éléments iconographiques sont puisés dans un répertoire religieux, comme l'Horus-Harpocrate transformé en locataire actif d'un ventre nourricier.

Voir l'invisible

De nombreuses sources se rapportent à l'embryon et à sa transformation en un être vivant qui interagit avec la mère qui le porte. Différentes croyances mettent en jeu la distribution des rôles féminins et masculins dans la procréation. Taches de naissance et autres marques témoignent des échanges qui se produisent avec l'enfant à naître. À côté de la mère et du père, d'autres interventions extérieures, astrales ou divines, manifestent leurs pouvoirs ambivalents. La mère endosse la plus lourde responsabilité: celle de produire un bel enfant, en bonne santé, semblable à ses parents, surtout à son père, sans anomalie, ni malformation. Ces savoirs, qui appartiennent à ce que « les femmes se disent entre elles », ont circulé de l'Antiquité à l'époque moderne parallèlement au discours scientifique. Tout en se transformant au fil du temps, ces croyances se sont pérennisées, car elles font partie des stratégies que les femmes ont mises en œuvre pour se réapproprier la procréation dans des sociétés patriarcales.

Entrer dans la vie

L'enquête révèle aussi que ce sont les femmes qui exercent le pouvoir de vie et de mort sur le nouveau-né. Le *pater familias* ne le relève pas de terre pour reconnaître sa légitimité. Le rite est accompli par la sage-femme, qui coupe et lie le cordon ombilical sous le regard des Parques. De nombreuses croyances sont associées aux soins de l'enfant. Sa survie est assurée par le port d'amulettes qui construisent à leur manière un discours sur son identité sociale et genrée. L'allaitement poursuit sa formation jusqu'au sevrage et crée une forme spécifique de parenté.

Quand la mort survient, des rites viennent pacifier le deuil. Les stratégies des mères sont éclairées par l'image du ventre maternel comme un vase qui est tantôt le lieu où se cuit le petit d'homme, tantôt le réceptacle symboliquement nourricier pour le dernier voyage.

Véronique Dasen

Le sourire d'Omphale. Maternité et petite enfance dans l'Antiquité

Presses universitaires de Rennes
ISBN 978 2 7535 4015 6



Extrait « Within the Western economic environment, the French economic model has endured as a particularly distinctive approach to capitalism [...]. This model has generally been characterised by a number of well-established and typical features. »

Description Ce numéro de l'*International Journal of Organizational Analysis* regroupe sept articles sur les pratiques organisationnelles des entreprises françaises: deux, rédigés par des auteurs britanniques et germanophones, portent sur les spécificités nationales des profils de formation et de carrière de l'élite économique française; deux s'intéressent aux spécificités des relations industrielles et des relations hiérarchiques dans l'entreprise française; enfin, trois s'intéressent aux grands auteurs français dans le domaine des sciences de l'organisation.

Pourquoi le lire Les pratiques et le style de management français sont souvent présentés de manière caricaturale et critique dans la presse suisse, allemande, britannique et même française. Des entreprises de l'Hexagone, on retient souvent quelques caractéristiques marquantes: leurs managers hiérarchiques et diplômés de Grandes Ecoles, leurs élites économiques catapultées de la fonction publique, leurs syndicats peu coopératifs et des pratiques organisationnelles souvent décrites comme chaotiques. Les études empiriques de ce numéro spécial présentent l'organisation française avec plus de nuances, rappelant, par exemple, l'importance de la fierté professionnelle et de l'encadrement intermédiaire pour la performance des entreprises françaises. Plusieurs articles rappellent l'originalité et la contribution scientifique de grands auteurs français comme Crozier, Reynaud, Foucault ou Bourdieu pour comprendre et analyser les phénomènes de pouvoir dans l'organisation. L'article de Jean-François Chanlat souligne enfin l'importance de maintenir une diversité linguistique dans la recherche sur les organisations pour continuer à saisir et façonner la diversité des pratiques de management dans des entreprises de plus en plus internationalisées.

Eric Davoine, Ewan Oiry, Peter Stokes

International Journal of Organizational

Special Issue « Organizations and Organizing in a French Context »
Analysis, 2014, vol. 22, issue 4
ISSN 1934-8835



Ce livre explique les origines structurelles des crises économiques et financières. Il présente une critique des analyses et des politiques économiques passées et contemporaines, qui ont été à l'origine des principales crises économiques et financières depuis la fin de la Deuxième guerre mondiale. Les auteurs ont développé une nouvelle approche en macroéconomie monétaire, montrant que seule une analyse correcte de la monnaie, du crédit et des activités bancaires peut empêcher l'éclatement d'autres crises systémiques au plan mondial.

Repenser les modèles

Les réformes proposées dans ce volume font en sorte que les transactions économiques nationales et internationales respectent la nature purement scripturale de la monnaie bancaire, contribuant ainsi à réduire l'instabilité financière, augmenter le niveau d'emploi et renforcer la soutenabilité des activités économiques, afin d'éviter de nouveaux déséquilibres globaux et de nouvelles crises de la dette souveraine.

Confrontés à la crise économique et financière la plus profonde et dramatique jamais vécue depuis les années 1930, les économistes contemporains devraient s'interroger sur leur propre approche des questions d'ordre macroéconomique, ainsi que sur leur toile de fond conceptuelle. Leurs modèles mathématiques, très sophistiqués, ne sont visiblement pas parvenus à éviter, voire même expliquer, la crise virulente qui, en l'état, continue de sévir aux niveaux national et international.

Même si cela peut paraître surprenant, l'inflation, le chômage involontaire, les dettes souveraines, les bulles financières, ainsi que les récessions économiques ont tous la même origine, à savoir une analyse erronée de la monnaie bancaire. Il est incontestable, en effet, que nos systèmes économiques sont bâtis à partir des paiements finals réalisés grâce à l'émission de monnaie par le système bancaire. La monnaie bancaire est, de ce fait, instrumentale pour le fonctionnement, ordonné ou désordonné, de tout système économique, car elle assure la finalité des paiements. Or, l'émission monétaire peut être à l'origine de nombreuses pathologies au sein de l'économie, si elle n'est pas distinguée du revenu et du capital dans la comptabilité des banques, qui doivent, par conséquent, être amenées à perfectionner la structure par laquelle elles enregistrent le résultat des transactions économiques qu'elles mènent pour leur propre compte ou pour celui de leur clientèle.

Le moment d'agir

L'analyse positive et normative présentée dans ce livre montre qu'il n'est pas seulement possible, mais qu'il est urgent de transformer l'analyse économique en un instrument utile à la société dans son ensemble, afin de promouvoir le développement humain au sein d'un contexte de stabilité économique et financière, dans lequel les crises systémiques ne peuvent pas avoir lieu, car l'architecture du système des paiements est stable et son fonctionnement ordonné aux niveaux national et international, contribuant ainsi au bien commun. Cet ouvrage s'adresse aux étudiants, enseignants-chercheurs, politiciens et journalistes qui s'intéressent aux questions d'ordre monétaire et financier à l'échelle nationale ou internationale. Il permet de comprendre que l'analyse macroéconomique implique des connaissances qui doivent aller bien au-delà des techniques de modélisation. Ce livre explique que les controverses qui ont marqué l'histoire de la pensée économique sur le plan théorique peuvent être surmontées avec une approche qui respecte la distinction essentielle entre la monnaie, le revenu et le capital dans la comptabilité à partie double du système bancaire. Cela montre que les sciences économiques peuvent faire partie des sciences exactes, si elles abandonnent toute velléité d'être la physique des sciences sociales, car les comportements humains ne pourront jamais être capturés par des équations soumises au calcul des probabilités.

Alvaro Cencini et Sergio Rossi

Economic and Financial Crises: A New Macroeconomic Analysis

Palgrave Macmillan, Basingstoke, 2015
ISBN 978 1 13746 189 6



Zitat einer Rekrutierungsverantwortlichen des Bundes: «Es geht auch darum, sich positionieren zu können. Sie sind ja umgeben von Deutschsprachigen, also rein auch vom Führungsanspruch. Wenn ich doch etwas durchbringen will, dann muss ich schon einfach auf den ganzen Instrumenten spielen können, wenn die Mehrheit deutsch spricht!»

Inhalt Die vier Landessprachen der Schweiz stellen einen wesentlichen Teil des nationalen Selbstverständnisses dar. Eine angemessene Vertretung der Sprachgemeinschaften und die Förderung der Mehrsprachigkeit in der Bundesverwaltung sind gesetzlich verankert und sorgen regelmässig für sprachpolitische Auseinandersetzungen. Dabei steht insbesondere die Personalrekrutierung im Zentrum, mittels welcher die sprachliche Vielfalt und Verständigung bei Bund gewährleistet werden soll. Diese findet in einem Spannungsfeld zwischen sprachlichen Repräsentativitäts- und Gleichberechtigungsprinzipien und unternehmerischen Effizienz- und Leistungsvorgaben statt. Das Buch zeigt anhand von Dokumenten- und Statistikanalysen sowie einer ethnografischen Forschung in drei Bundesämtern auf, wie sich die Förderung der Mehrsprachigkeit in der Bundesverwaltung entwickelt hat, welche Massnahmen zu diesem Zweck ergriffen worden sind und wo sie angesichts der vielfältigen Anforderungen bei der Personalrekrutierung und -entwicklung an ihre Grenzen stossen.

Lesewert Die umfassende Aufbereitung von historischen, statistischen und empirischen Daten zu einem sprachpolitischen Dauerthema richtet sich an SozialwissenschaftlerInnen, Personalfachleute und Laien mit Interesse an Fragen rund um die Förderung der Mehrsprachigkeit, der angemessene Vertretung der Sprachgemeinschaften und der sprachsensiblen Personalrekrutierung in der Bundesverwaltung.

Renata Coray, Emilienne Kobelt, Roman Zwicky, Daniel Kübler, Alexandre Duchêne

Mehrsprachigkeit verwalten?

**Spannungsfeld
Personalrekrutierung beim Bund**

Seismo Verlag, Zürich 2015
ISBN 978 3 03919 197 0

■ Professorenschaft

Yves Mausen ist neuer ordentlicher Professor für Rechtsgeschichte und Religionsrecht am Departement für Öffentliches Recht. Der luxemburgische Staatsbürger war seit 2004 als Professor am *Institut d'histoire du droit* der Universität Montpellier I tätig und lehrte von 2011 bis 2013 zwischenzeitlich als Gastprofessor an der Universität Wien. Sein Doktorat in Rechtswissenschaften hatte Yves Mausen 2002 an der Université de Paris II erlangt. **Michael Mayer** hat eine Stelle als ordentlicher Professor für Biophysik am Adolphe Merkle Institut (AMI) angetreten. Der aus Deutschland stammende Mayer ist seit 2012 als assoziierter Professor für Biophysik an der University of Michigan tätig. Weitere Stationen in seinem Forscherleben waren u.a. die Technische Universität München, die Harvard University und die ETH Lausanne. **Joachim Negel** ist neuer ordentlicher Professor für Fundamentaltheologie an der Theologischen Fakultät. Davor arbeitete er als Privatdozent an der Katholisch-Theologischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. Die Promotion zum Doktor der Theologie erlangte er an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, die Habilitation an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. Davor war der aus Paderborn stammende Negel u.a. als Kaplan und Pastor in verschiedenen Pfarrgemeinden tätig. **Claudia Leopold** ist neue assoziierte Professorin der Erziehungswissenschaften (Lehrerbildung) am Departement für Erziehungswissenschaften. Davor forschte und lehrte sie am Institut für Psychologie in Bildung und Erziehung der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. Ihr Doktorat erlangte die deutsche Staatsbürgerin an der Universität Duisburg-Essen. **Bernard Ries** ist neuer assoziierter Professor am Departement für Informatik. Der Luxemburger arbeitete seit 2010 als assoziierter Professor für Informatik an der Université Paris Dauphine. Davor war er als Assistenzprofessor an der University of Warwick (UK) sowie als Postdoc-Forscher an der Columbia University (USA) beschäftigt.

■ SZIG findet Partner

Das Schweizer Zentrum für Islam und Gesellschaft (SZIG) der Universität Freiburg wird von der Stiftung Mercator Schweiz über die kommenden sechs Jahre mit 1,4 Millionen Franken gefördert. Konkret soll damit das Doktoratsprogramm des Zentrums finanziert werden. Als künftigen

Co-Leiter konnte das Zentrum den muslimischen Theologen Dr. **Serdar Kurnaz** gewinnen, der im September seine Tätigkeit in Freiburg aufgenommen hat. Kurnaz ist Experte für islamische Theologie. Der türkische Staatsbürger ist in Deutschland aufgewachsen und hat an der Goethe-Universität in Frankfurt/Main Islamische Studien studiert. 2015 hat er als erster Absolvent des Graduiertenkollegs «Islamische Theologie» promoviert. Er wird in diesem Herbstsemester die Vorlesung «Grundthemen islamisch-theologischer Studien» anbieten. Das Schweizer Zentrum für Islam und Gesellschaft hat im Januar 2015 seine Arbeit aufgenommen und befindet sich in der Aufbauphase.

■ Förderung für ADHS-Kinder

Ein neues Forschungsprojekt untersucht, warum die Diagnose ADHS vermehrt gestellt wird und wie Medikamente bei der Behandlung eingesetzt werden. Dabei kooperieren Forschende der Universität Freiburg, der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften und des Collegium Helveticum der ETH/Universität Zürich. Ziel des Forschungsprojektes ist die Abklärung unter welchen Voraussetzungen die Diagnose und Therapie von Kindern mit Aufmerksamkeitsstörungen dem Kindeswohl entspricht. Konkret untersucht das Forschungsprojekt in drei Sprachregionen die individuellen, psychologischen, medizinischen und sozialen Faktoren, die zur ADHS-Diagnose und zu einer Verschreibung von Medikamenten führen. Neben den betroffenen Familien bezieht das Projekt Lehrer, Ärzte und weitere Akteure aus Bildungssystem und Gesundheitswesen mit ein. Dadurch sollen die Entscheidungsprozesse und die aktuelle Praxis besser verstanden werden. Dies könnte in der Folge zu einer Abstimmung der handelnden Personen aufeinander und – falls nötig – zu einer Veränderung der aktuellen Praxis führen. Die interdisziplinäre Studie wird durch die Stiftung Mercator Schweiz unterstützt.

■ Prix et nominations

Björn Rasch, professeur en psychologie, a reçu le Prix Vontobel pour son excellent travail de recherche dans le domaine du sommeil, réalisé en collaboration avec **Maren Cordi** de l'Université de Zurich. **Patrice Nordmann**, professeur en microbiologie, se voit décerner l'un des principaux prix de la Société américaine de microbiologie, rarement attribué à des chercheurs européens, pour ses recherches sur les

bactéries résistantes aux antibiotiques. Le Professeur en histoire de l'art **Victor Stoi-chita** se voit honoré d'une des médailles de vermeil du prix du rayonnement de la langue et littérature française de l'Académie française pour son livre *Oublier Bucarest*. Cette même institution prime l'ouvrage *Relations au travail* de **Philippe Geinoz**, chargé de cours en littérature française. Enfin, le Ministère français des affaires étrangères et du développement international a nommé **Gilbert Casaus**, professeur au Domaine Etudes européennes, au grade de Chevalier de l'ordre national du mérite.

■ Ludix tire son épingle du jeu

Le jeu de dés Ludix, créé par **Ulrich Schädler**, chargé de cours en archéologie classique, l'inventeur de jeux Niek Neuwahl et la maison d'édition de jeux viennoise Piatnik, dans le cadre du projet Agora «Veni, vidi, ludique» a reçu un prix de la Wiener Spielakademie. Ludix associe plaisir, entraînement cérébral et connaissances de la culture romaine du jeu. Il a séduit le jury non seulement par son «incroyable simplicité», mais également par le fait que la logique mathématique y est renforcée. En résumé: «très peu de règles et presque aucun matériel pour un divertissement animé garanti». En effet, outre l'apprentissage du calcul, Ludix enseigne aux joueurs le système numérique romain de façon amusante. La brochure annexée contenant les règles du jeu donne également un aperçu de l'importance des jeux dans la Rome antique.

Magazine scientifique de l'Université de Fribourg
n° 1 – 2015/2016, ISSN 1663 8026

Unicom Communication & Médias
Université de Fribourg

Av. de l'Europe 20, 1700 Fribourg
026 300 70 34

www.unifr.ch/unicom
communication@unifr.ch

Rédactrice en chef

Claudia Brühlhart

Rédactrice en chef adjointe

Farida Khali

Rédacteurs

Elsbeth Flüeler, Magali Jenny, Andreas Minder,
Philippe Morel, Astrid Tomczak-Plewka

Secrétariat

Antonia Rodriguez, Marie-Claude Clément

Graphisme

Daniel Wynistorf

Tirage 9'000 exemplaires, papier FSC certifié

Imprimerie Canisius, Fribourg

Prochaine parution

Décembre 2015

Les opinions exprimées dans les articles d'*universitas* ne reflètent pas forcément celles de la rédaction.

Meinungen, welche in den Artikeln von *universitas* zum Ausdruck kommen, widerspiegeln nicht automatisch die Meinungen der Redaktion.

Pub Canisius