

universitas

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

02 | 2020/2021

Avec lui, le client est roi 8

Mathieu Fleury, responsable de l'Unité Clients des CFF

Faszinierende Flugsaurier 50

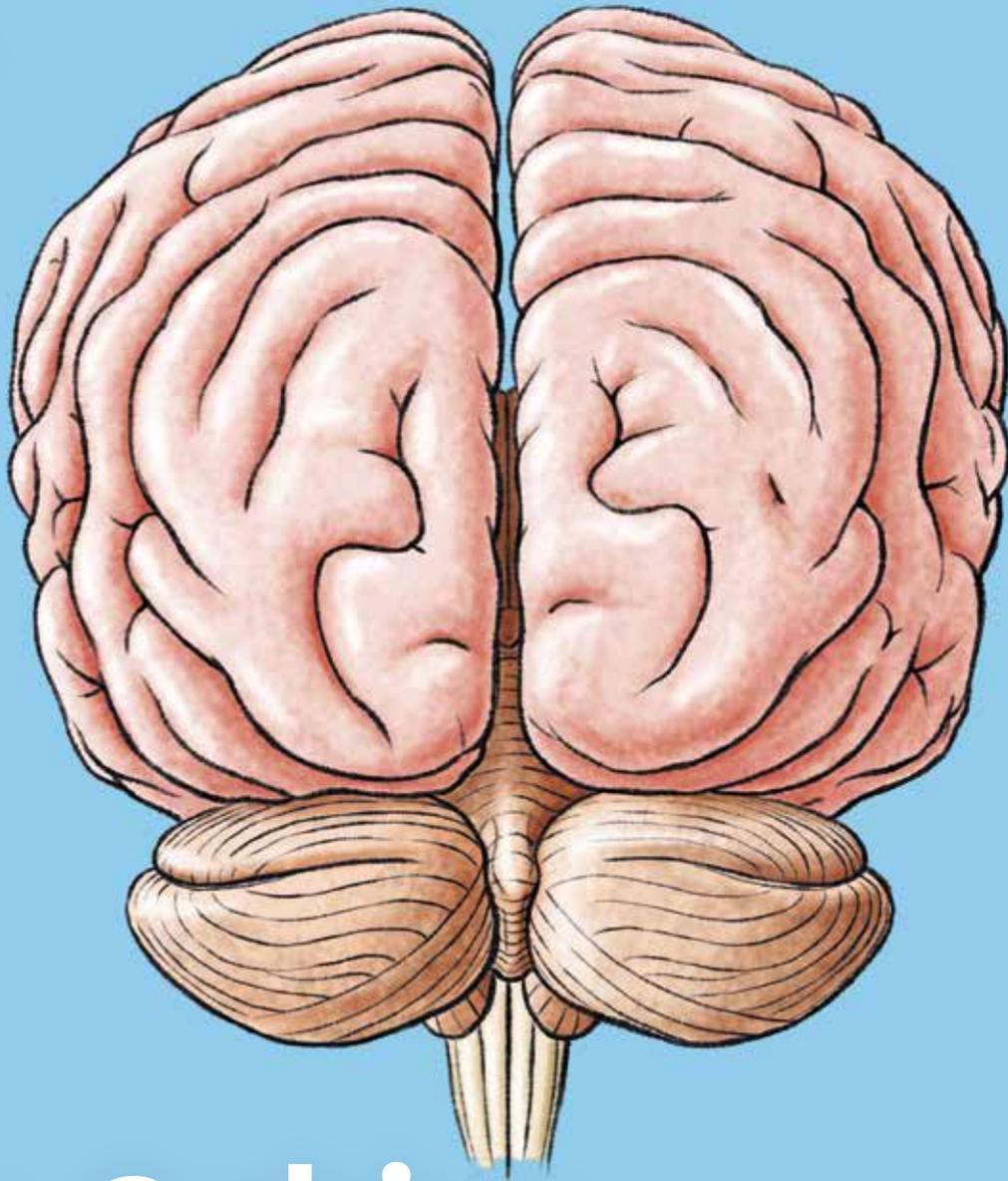
Endlich: Verwandte gefunden!

1971: Frauen an die Urne 57

Sollen wir uns freuen?

**UNI
FR**
■

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG
UNIVERSITÄT FREIBURG



Das Gehirn

Au cœur de notre tête

Impressum

universitas

Das Wissenschaftsmagazin
der Universität Freiburg
Le magazine scientifique
de l'Université de Fribourg

Herausgeberin | Editrice

Universität Freiburg
Unicom Kommunikation & Medien
www.unifr.ch/unicom

Chefredaktion | Rédaction en chef

Claudia Brühlhart | claudia.bruehart@unifr.ch
Farida Khali (Stv./adj.) | farida.khali@unifr.ch

Adresse

Universität Freiburg
Unicom Kommunikation & Medien
Avenue de l'Europe 20, 1700 Freiburg
www.unifr.ch

Online | En ligne

www.unifr.ch/universitas

Autor_innen | Auteur-e-s

Christian Doninelli | christian.doninelli@unifr.ch
Jean-Christophe Emmenegger | jce@thot-redaction.ch
Matthias Fasel | matthiasfasel@hotmail.com
Roland Fischer | wissenschaft@gmx.ch
Angela Hoppmann | angela.hoppmann@unifr.ch
Benedikt Meyer | info@benediktmeier.ch
Andreas Minder | a.minder@bluewin.ch
Patricia Michaud | info@patricia-michaud.ch
Daniel Saraga | danielsaraga@saraga.ch

Konzept & Gestaltung | Concept & graphisme

Stephanie Brügger | stephanie.bruegger@unifr.ch
Daniel Wynistorf | daniel.wynistorf@unifr.ch

Titelbild | Image couverture

Nadja Baltensweiler | nadjabaltensweiler.ch

Bilder Dossier | Images dossier

Nadja Baltensweiler | nadjabaltensweiler.ch

Fotos | Photos

Stéphane Schmutz | info@stemutz.com
Getty Images | www.gettyimages.com

Sekretariat | Secrétariat

Marie-Claude Clément | marie-claude.clement@unifr.ch
Antonia Rodriguez | antonia.rodriguez@unifr.ch

Druck | Impression

Imprimerie MTL SA
Rte du Petit Moncor 12
1752 Villars-sur-Glâne

Auflage | Tirage

9'000 Exemplare | dreimal jährlich
9'000 exemplaires | trois fois par année

ISSN 1663 8026

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck nur mit Genehmigung der Redaktion.

Tous droits réservés.

La réimpression n'est autorisée qu'avec l'accord de la rédaction.

Die nächste Ausgabe erscheint im Juni 2021.

La prochaine édition paraîtra en juin 2021.

Editorial

«Ich weiss, dass ich nicht weiss». Sokrates' Worte sind mir während dieser Ausgabe mehr als einmal durch den Kopf – das Hirn – gegangen.

Ich bin fasziniert, ja. Und gleichzeitig etwas frustriert. Je mehr ich über das Hirn lese, mich damit befasse, desto komplexer erscheint es mir. Keine Aha-Erlebnisse, keine Wissenslücken, die sich schliessen. Nur stets neue Fragen, die auftauchen. Wenig erstaunlich also, dass mein Hirn, angesichts der Aufgabe, dieses Editio zu schreiben, wohl gerade ein Stresshormon losschickt. Aber wohin geht das nochmals? Und überhaupt: Was geht in meinem Hirn gerade ab? An welche Areale muss ich klopfen, um da jetzt etwas Intelligentes, Unterhaltsames und im besten Falle noch Interessantes von mir zu geben?

Ich stelle die Frage Reto Cola, dem Doktoranden in Neurowissenschaften, der zusammen mit Kevin Thomas, ebenfalls PhD *en neurosciences*, für die Erklärungen zu den Illustrationen von Nadja Baltensweiler gesorgt hat.

Natürlich sind mehrere Hirnareale aktiv und beteiligt. So richtig Gas geben müssen die Sprachzentren. Aber auch das visuelle System und das motorische System haben zu tun, damit ich mit den Händen schreibe, was das Hirn diktiert und mit den Augen den Text verfolge – und korrigiere. Wow. Hinzu kommt der Parietallappen, der die verschiedenen Informationen aus den unterschiedlichen sensorischen Systemen miteinander abgleicht und vergleicht, um dann eine Wahrnehmung zu erzeugen. Der präfrontale Kortex als Hauptsitz kognitiver Funktionen muss ebenfalls ran. Ebenso das Gedächtnissystem, der Hippocampus. All diese Hirnregionen müssen sich austauschen und zusammenspielen.

Der Vergleich mit einer Fussballmannschaft drängt sich auf. Buchstäblich. Ich werde den Gedanken nicht mehr los. Sehe schnelle Spielzüge und Tore vor dem geistigen Auge, ziehe Parallelen. Was spielt sich da ab in meinem Hirn?

Claudia Brühlhart
Chefredaktorin

**UNI
FR**

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG
UNIVERSITÄT FREIBURG

Inhalt | Sommaire

News

6 **Was haben Blütenpflanzen und Dinosaurier gemeinsam?**

Entgegen bisheriger Annahmen, entstanden sie um dieselbe Zeit

Portrait

8 **Aucune concession à l'injustice**

Mathieu Fleury met la justice sur les rails



10 **Dossier Das Gehirn**

12 **Pourquoi muscler le cerveau?**

La réalité au-delà du mythe de la performance

16 **(Un)durchschaubare Intelligenzen**

Kann/soll/darf man Mensch und Maschine vergleichen?

20 **Das Hirn im Bauch**

Unterschätzen Sie niemals ihren Darm

24 **Chercher l'essence de la souffrance psychique**

Remettre le patient au centre du processus thérapeutique

28 **Wann verlässt die Seele den Körper?**

Tot, töter, am tötesten

31 **Douleurs chroniques: tout dans la tête?**

La pluridisciplinarité pour cerner les maux invisibles

33 **Taktgeber der inneren Uhren**

Eine Herkulesaufgabe, die immer schwieriger wird

36 **Auf den Kopf gestellt**

Diagnose: Hirntumor

41 **Die grosse Vernetzung**

Was geschieht im Gehirn, wenn wir Sprache hören?

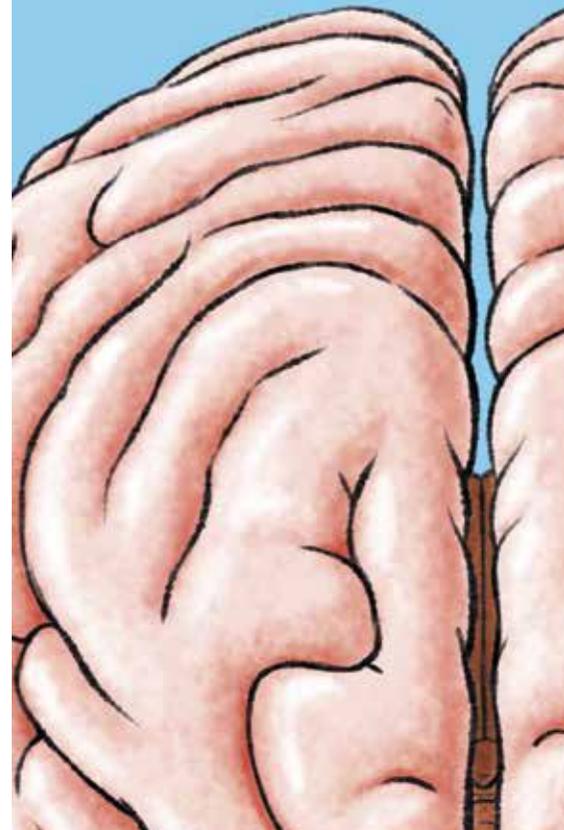
44 **L'optogénétique expliquée à votre grand-mère**

Mettre les neurones en lumière

47 **Man sieht nur mit dem Herzen gut**

Der Herz-Hirn-Atem-Interaktion auf der Spur

10





50 **Forschung & Lehre**
Kurz vor dem Abheben
 Dank neuen Funden und Analysen konnten endlich verwandte Vorgänger der Flugsaurier identifiziert werden

54 **Recherche & Enseignement**
L'avenir radieux des cellules solaires à pérovskites
 Miraculeuses, mais instables. Les scientifiques cherchent le remède

57 **Interview**
50 Jahre Frauenstimm- und Wahlrecht. Yeah?
 Seit 1971 dürfen auch Frauen an die Urne. Ein kleiner Schritt für die Gleichstellung – aber ein gewaltiger Sprung für die Frauenrechte

61 **People & News**
Prix et nominations
 Quoi de neuf à l'Unifr?

62 **Red & Antwort**
Astrid Epiney
 Rektorin der Universität Freiburg, Professorin für Völkerrecht, Europarecht und öffentliches Recht



© nadjabaltensweller.ch

online | en ligne
www.unifr.ch/universitas

Was haben Blütenpflanzen und Dinosaurier gemeinsam?

Beider Ursprung geht auf die erdgeschichtliche Periode des Jura zurück, einer geologischen Ära, die vor rund 251,9 Millionen Jahren begann und vor rund 66 Millionen Jahren endete. Bis anhin ging man davon aus, dass die Gruppe der Blütenpflanzen erst in der letzten Epoche des Zeitalters der Dinosaurier entstand. «Eine vielfältige Gruppe von bedecktsamigen Blütenpflanzen lebte sehr lange im Schatten von Farnen und Nacktsamern wie Nadelhölzern und Ginkgopflanzen, welche die alten Ökosysteme dominierten», so der Hauptautor der Studie und Professor für Biologie an der Unifr, Daniele Silvestro. «Nicht anders als die Säugetiere, welche im Zeitalter der Dinosaurier lange Zeit unscheinbar waren, bevor sie zu einem dominanten Bestandteil der modernen Faunen wurden.»

unifr.ch/news



Aucune concession à l'injustice

Ex-secrétaire général de la Fédération romande des consommateurs, Mathieu Fleury pilote la nouvelle Unité Clients des Chemin de fer fédéraux. Ce diplômé en droit de l'Unifr en est convaincu: l'injustice est inacceptable. **Patricia Michaud**

Il n'a pas encore soufflé ses 50 bougies et pourtant Mathieu Fleury a déjà derrière lui près de trois décennies de combat – acharné – contre l'injustice. Cette lutte est un fil rouge qui guide aussi bien sa vie professionnelle que privée. C'est aussi elle qui a fait de ce diplômé en droit de l'Unifr une personnalité bien connue des Suisses romands. «L'injustice est un déséquilibre, il n'y a aucune concession à lui faire», lâchet-il le plus simplement du monde. Le ton n'est pas celui de la plaidoirie; pour lui, il s'agit d'une évidence.

D'où vient à l'avocat d'origine jurassienne – qui a désormais vécu «plus de la moitié de ma vie à Fribourg» – ce besoin presque viscéral de défendre une palette de personnes allant de la veuve à l'orphelin, en passant par les journalistes, les consommateurs-trices, les musiciens-nes et les usagères et usagers du réseau ferroviaire? «Probablement de mon éducation: mes parents étaient très sensibles à la notion de justice; ma mère, notamment, était engagée dans toutes sortes de combats, d'Amnesty International à la défense des boat people.»

Les enfants pour boussole

L'étude du droit s'est rapidement imposée comme l'arme la plus adaptée pour partir au combat. «Je suis un démocrate, je crois en la justice. Rappelons que de nombreuses règles protègent les faibles.» Le hic? «C'est souvent par ignorance que les gens ne s'en servent pas.» Mathieu Fleury explique avoir «un goût prononcé pour le verbe, pour traduire la réalité en mots». Il est peut-être plus précisément là, le fil rouge de sa carrière professionnelle: «traduire la réalité en mots et en images pour contribuer à l'empowerment.» Il l'admet néanmoins: le système judiciaire reste imparfait. «C'est pour cela que je me suis formé à la médiation, qui permet de combler les lacunes de la justice tout en étant plus créatif.»

Selon ce père de deux garçons et une fille, «les enfants constituent la meilleure des boussoles en matière d'injustice: ils la repèrent extrêmement vite». Mathieu Fleury s'évertue d'ailleurs à «garder ce senseur enfantin, qui m'a toujours guidé». Parallèlement, «j'essaie d'être un papa juste, un modèle, mais conscient de ses failles». De toute façon, «si on les écoute, les enfants sont un rempart contre l'incohérence, ils nous poussent à être meilleurs». Et de citer l'exemple de la cigarette, à laquelle «je n'ai pas eu d'autre choix que de renoncer, quand j'ai réalisé à quel point il était hypocrite, aux yeux de mes enfants, de fumer tout en disant que c'est mauvais».

Sous le feu des projecteurs

Lorsqu'on jette un coup d'œil au CV de Mathieu Fleury, son parcours semble construit de façon logique et systématique, fruit d'une mûre réflexion: directeur de l'Association professionnelle des journalistes Impressum, secrétaire général de la Fédération romande des consommateurs (FRC), directeur administratif de la Haute école de musique (HEMU) et du Conservatoire de Lausanne, puis, depuis juin 2020, responsable Clients auprès des CFF. Il s'en défend: «Ma carrière n'avait rien de prémédité, elle s'est tissée au fil de rencontres et d'annonces.» Il raconte en riant qu'il a décroché son poste à la FRC après avoir répondu *in extremis* à une annonce entrevue du *Temps* qui traînait sur le siège d'un train. «C'était un soir et le délai de postulation échouait le lendemain.»

Hors du sérail journalistique, dans lequel il était déjà bien connu, c'est ce poste qui a placé Mathieu Fleury sous le feu des projecteurs. En automne 2008, alors qu'il effectuait encore sa période d'essai, le jeune homme frappe un grand coup: choqué par l'affaire Lehman Brothers/Crédit Suisse, il incite les personnes lésées à mutualiser leurs efforts pour engager une action en justice,

une première helvétique. Pour mémoire, en raison de la faillite de la banque d'investissement américaine, de nombreux-ses petits épargnants-suisse-s – qui avaient été encouragés par Crédit Suisse à investir chez Lehman Brothers – ont tout perdu. «Quand j'ai appris que des centaines de personnes avaient placé leurs petites économies, celles destinées à leur retraite ou aux études de leurs enfants, dans des produits qu'ils pensaient être sûrs, mon sang n'a fait qu'un tour: je ne pouvais pas ne rien faire.» Il précise que «la meilleure action, c'est celle qui vient du cœur; sur le moment, nous n'avions pas l'impression de marquer l'histoire».

Bien plus court que celui à la FRC, le passage de Mathieu Fleury à la HEMU lui a appris deux choses sur lui-même: «Premièrement, je ne suis pas fait pour les postes trop administratifs et deuxièmement, mélanger passion privée et travail n'est pas forcément une bonne idée.» Grand amateur de musique – il a présidé le club de jazz fribourgeois La Spirale –, il en est convaincu, «les arts peuvent changer le monde».

Reste que sa façon à lui de changer le monde se situe indéniablement sur le front, aux côtés de Monsieur et Madame Tout le Monde. «C'est Vincent Ducrot – aux commandes des CFF depuis avril 2020 – qui a eu l'idée de créer une unité destinée à mieux comprendre les besoins des clients-s.» Etant donné «que j'avais beaucoup critiqué les CFF à l'époque où je travaillais à la FRC, il a pensé à moi», rigole l'avocat. «Ce nouveau défi me fascine, car mon équipe a la possibilité de changer le quotidien de millions de personnes en Suisse!» A l'opposé d'une voie de garage, il s'agit donc pour le Fribourgeois de cœur d'un nouveau tremplin.

Patricia Michaud est journaliste indépendante.



Né le 22 août 1971, **Mathieu Fleury** est le nouveau responsable de l'Unité Clients des CFF. Père de trois enfants, ce Fribourgeois d'adoption depuis ses études de droit à l'Unifr a l'engagement chevillé au cœur.

Das Gehirn

Centre de contrôle moteur, siège de nos émotions, coordinateur de l'information, véhicule de nos pensées, dépositaire de notre mémoire... Qu'est-ce qui est le plus épatant: que des années de recherche scientifique nous aient permis de cartographier ces notions abstraites dans les circonvolutions du cerveau ou que, malgré tous leurs efforts, les scientifiques soient encore aussi démunis devant cette topographie qu'un promeneur du dimanche au pied de l'Everest? N'est-il pas paradoxal que le siège de notre rationalité soit l'un des lieux les plus mystérieux de notre corps? Ou peut-être est-ce justement là le sel de l'histoire: en logeant ce qui nous rend spécifiquement humain, il est logique qu'il nous échappe.

Präfrontale
Kortex
Sitz der
"Persönlichkeit"

Hypophyse
Steuerzentrum
für inneres Gleichgewicht (zusammen
mit Hypothalamus)

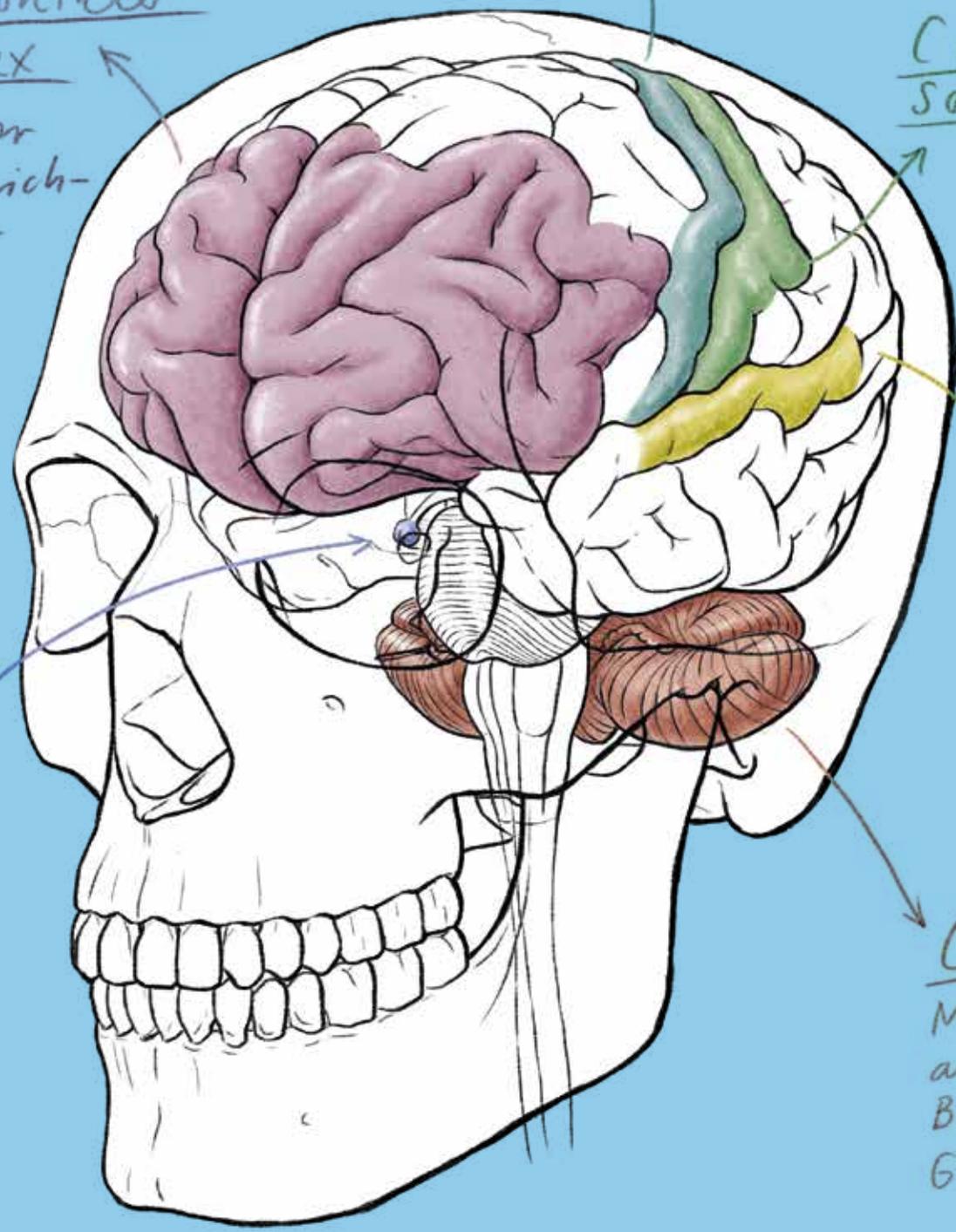
Frontaler
Cortex
für
sich-

Cortex
motor Centre du
mouvement

Cortex
Somatosensoriel
Centre des sensations

Cortex
auditif
Ecouter et
décoder

Cerebellum
Motorik, Koordination,
automatisierte
Bewegungen und
Gleichgewicht



Pourquoi muscler le cerveau?

Mémorisation, méditation, sudokus sont censés nous aider à récupérer après un accident, à prévenir les effets de l'âge ou encore à augmenter nos performances cognitives. Pas si vite, disent nos expert·e·s. **Daniel Saraga**

On parle souvent de se muscler le cerveau. Mais ce n'est même pas un muscle...

Valérie Camos: J'avoue: c'est moi qui ai proposé cette formulation... Je voulais lancer un débat un peu provocant sur cette question – et démolir ce concept de musculation du cerveau, car je n'y crois pas du tout! Mais je suis très curieuse d'entendre si mes collègues seront d'accord...

Lavinia Alberi: Les gens perçoivent souvent le cerveau comme une boîte noire mystérieuse qui nous échappe complètement. Au contraire, le voir comme un organe sur lequel on peut agir me paraît positif.

Lucas Spierer: Oui et non. Certes, cette métaphore intuitive parle à tout le monde: on connaît des gens plus ou moins forts, on sait qu'on peut se muscler, on en perçoit l'avantage. Une situation similaire se manifeste avec nos capacités mentales. Mais cette comparaison induit en erreur, car si exercer un mouvement a un effet assez fort sur le corps, exercer des tâches mentales ne fonctionne pas toujours.

Valérie Camos: Il faut d'ailleurs se poser la question: pourquoi voudrions-nous muscler notre cerveau? Pourquoi nous vend-on l'idée de devenir quelqu'un d'autre?

Lucas Spierer: Attends, il faut distinguer entre le projet d'augmenter la performance de gens en bonne santé et celui de permettre la réhabilitation chez des patient·e·s ayant perdu des capacités mentales après un AVC (accident vasculaire cérébral, ndlr), une maladie ou un accident. Il est entièrement justifié de tout faire pour améliorer leurs capacités, et cela peut marcher. Il existe un lien entre les deux, dans la manière dont nous travaillons: nous faisons l'hypothèse que les mécanismes en cause sont similaires. On entraîne ainsi des participant·e·s sains pour voir ce qui fonctionne et appliquer ces stratégies chez des gens ayant certaines déficiences. Pour rester dans l'analogie avec la musculation, on peut distinguer le cas du bodybuilder de celui du ou de la convalescent·e qui se remuscle le corps après un accident.

Valérie Camos: Même si les tâches qu'on fait exécuter s'avèrent

similaires, les deux choses restent différentes. Car après un AVC le cerveau n'est plus intact – une partie est morte.

Lavinia Alberi: Il ne faut pas oublier la baisse de nos capacités cognitives qui survient souvent dans le grand âge. Elle peut conduire à des handicaps importants, jusqu'à la sénilité et un état de dépendance. Il s'agit d'un immense problème de société sur lequel nous devons absolument travailler.

Peut-on vraiment prévenir le déclin de notre cerveau?

Lavinia Alberi: De nombreuses études scientifiques nous donnent cet espoir. Il s'agit notamment de réduire les risques en augmentant notre réserve cognitive, c'est-à-dire notre capacité à résister au déclin de nos facultés mentales. Cela passe par une augmentation de la plasticité de notre cerveau lorsqu'on est encore adulte. Les études indiquent qu'un mode de vie sain est très important: bien manger, éviter de consommer trop de sucre et réduire les risques de diabète, avoir des activités mentales régulières, un bon sommeil et une vie sociale enrichissante. Avec la pandémie, les contacts ont souffert et, avec eux, la stimulation qu'ils apportent. C'est un problème peu discuté. On a des coachs de fitness, mais pas de cerveau. Ce serait important.

Mener une vie saine n'est pas donné à tout le monde...

Lavinia Alberi: Il existe malheureusement une inégalité par rapport à la vieillesse. Certains métiers éprouvants, qui exigent des gestes très répétitifs, réduisent la résilience cognitive. De plus, ils sont corrélés avec un moins bon sommeil et une plus grande prévalence de dépressions, qui augmentent encore les risques de déclin cognitif. Cela crée des inégalités entre les différents milieux sociaux. D'où l'importance, également sur le plan sanitaire, du droit à une bonne éducation pour toutes et tous.

Valérie Camos: Certains modes de vie permettent d'avoir naturellement des activités mentales protectrices, sans devoir planifier des exercices spécifiques. Cela me rappelle les

problèmes liés à notre mode de vie sédentaire: d'un côté, nos voitures et nos ascenseurs nous facilitent la vie, de l'autre, ils engendrent un manque d'activité physique nuisible. On finit par prendre un abonnement au fitness pour y monter en escalier roulant...

Quelles capacités mentales peut-on exercer? Et comment?

Lucas Spierer: En principe, tout ce que fait le cerveau: mémoire, calcul mental, perception de sons ou d'odeurs, ainsi que des tâches plus abstraites, telles que le langage ou la planification. Il suffit de solliciter ces fonctions de manière répétée et avec des tâches qui demandent un effort. Ce n'est rien d'autre que ça, un entraînement.

Valérie Camos: Mais c'est quelque chose que l'on fait tout le temps de manière naturelle, simplement en vivant.

Lucas Spierer: Je ne suis pas entièrement d'accord. Ce n'est pas simplement en vivant qu'on devient bodybuilder. C'est la répétition d'un effort qui amène des modifications.

Valérie Camos, vous êtes spécialiste de la mémoire de travail. Quelle est son importance?

Valérie Camos: La mémoire de travail joue un rôle central dans nos capacités cognitives. Elle regroupe à la fois la mémorisation temporaire et à court terme des informations et leur traitement plus ou moins inconscient. Elle participe ainsi à pratiquement toutes nos activités mentales. L'idée a émergé dans les années 1970 que l'entraîner pourrait améliorer en cascade tout le système: conceptualiser, parler ou même regarder une série TV. Mais en fait, cela ne marche pas.

Lucas Spierer: Je partage ce constat.

Valérie Camos: Vraiment? Je pensais que tu y croyais encore!

Lucas Spierer: Des centaines d'études arrivent à la conclusion qu'un tel transfert des capacités cognitives – entraîner la mémoire pour améliorer d'autres fonctions qui en dépendent – ne marche pas.

Où se situe le problème?

Lucas Spierer: Un entraînement sera efficace pour la tâche précise que vous répétez, et uniquement elle: si vous travaillez votre mémoire à l'aide du jeu Memory, vous serez meilleur à ce jeu, mais ne retrouverez pas vos souvenirs d'enfance plus facilement. C'est ainsi dans l'immense majorité des cas, même pour des activités qui paraissent très proches de celle qui est entraînée. Ce transfert des capacités cognitives représentait une forme de Graal dans le domaine. Mais toutes les recherches – dont les miennes – indiquent que c'est une illusion, sauf dans certains types de tâches très spécifiques. Et plus la qualité des études augmente, plus petits sont les effets de transfert observés. Cela fait quinze ans que je travaille à entraîner les capacités cognitives des personnes et j'avoue être maintenant assez désillusionné! Mais attention, les entraînements pour retrouver des capacités

perdues fonctionnent, eux, assez bien. C'est donc pour la réhabilitation qu'ils sont intéressants.

En sport, on peut aussi se doper...

Lucas Spierer: Il est possible d'améliorer ponctuellement les fonctions cognitives avec des interventions pharmacologiques. Un café peut aider à se concentrer un peu plus longtemps, surtout si on est fatigué. Mais la consommation régulière de café génère un nouvel équilibre biochimique, qui nous ramène à la performance de départ.

Que disent vos recherches?

Lucas Spierer: Mon équipe travaille sur des substances susceptibles de soutenir la plasticité du cerveau afin d'augmenter les capacités d'apprentissage. Elles modifient la chimie du cerveau en changeant les équilibres de transmission des signaux neuronaux ou l'excitabilité des neurones. L'objectif serait de relâcher ainsi un peu les freins à la plasticité qui existent dans le cerveau. Ils lui sont nécessaires pour éviter qu'il apprenne trop et finisse par diverger dans son organisation, sans pouvoir fonctionner encore correctement.

La méditation est-elle utile? Il s'agit là plus de détendre le cerveau que de le muscler...

Lucas Spierer: Attention, on imagine facilement que le cerveau ne travaille pas durant la méditation, mais c'est l'inverse. Il s'agit en fait d'un contrôle extrême de ce qu'il fait, une forme d'hyper-concentration sur un objectif unique: inhiber ce qui est susceptible de nous distraire. On travaille en fait énormément lorsqu'on médite. Et dans ce sens, il s'agit d'un entraînement mental similaire aux autres. Il peut être bénéfique.

Lavinia Alberi: Je rapproche la *mindfulness*, cet état de pleine conscience, avec ce qu'on appelle la *flow*: des périodes durant lesquelles on se sent extrêmement proche de l'activité que l'on fait sans être dérangé par la moindre distraction. C'est rare de le vivre au quotidien, qui aujourd'hui se voit constamment interrompu par nos outils numériques.

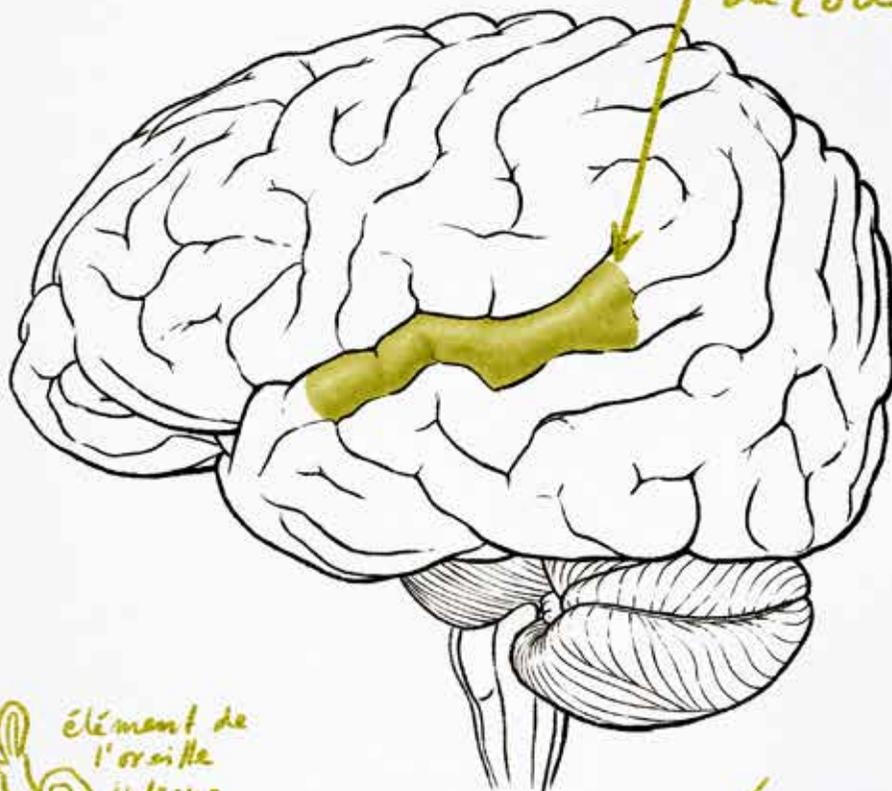
Des athlètes du cerveau mémorisent 20'000 décimales de pi ou calculent de tête la racine treizième d'un nombre à cent chiffres. Que peut-on en apprendre?

Lucas Spierer: Certains d'entre eux possèdent sûrement un câblage neuronal particulier, qui leur prodigue cette capacité exceptionnelle. C'est parfois lié à certaines pathologies. Mais je pense que la plupart des personnes ayant ce genre de talent ont, en fait, trouvé une activité qu'ils aiment bien. Ils y prennent grand plaisir et la font toute la journée – d'une manière qu'on pourrait qualifier d'un peu obsessionnelle. On a l'impression qu'il s'agit d'un talent inné – on parle volontiers de génies – alors qu'il s'agit souvent d'une forme extrême d'entraînement et de répétitions.

Valérie Camos: J'ai travaillé sur le cas des calculateurs prodiges

Cortex auditif

Écouter et
décoder



élément de
l'oreille
interne

convertis en
signal électrique

Les sons qui arrivent à nos oreilles sont transduits dans la cochlée. Ces signaux portent toutes les caractéristiques du son perçu et circulent dans plusieurs aires, comme le thalamus, où leur importance est évaluée avant d'être transmise au cortex auditif. C'est ici que les sons prennent tout leur sens! La partie dite primaire du cortex auditif est organisée de manière à ce que chaque neurone réagisse à une information précise, contenue dans ces signaux. C'est donc ici qu'est réalisé un premier décodage «primaire» des

fréquence, intensité
durée, timbre

informations auditives. Celles-ci sont ensuite transmises au cortex auditif «secondaire», qui nous permet de comprendre ces informations: mots, mélodies, intonations... Les lésions du cortex auditif peuvent provoquer différentes sortes d'agnosies auditives, telles que la phonagnosie, l'amusic, ou encore des formes de surdité spécifiques à certaines fréquences sonores.

incapacité
à reconnaître
des voix connues

incapacité
à reconnaître
des mélodies/
rythmes

et il s'agissait, en effet, souvent de gens qui pratiquent une forme d'hyper-entraînement. Cela peut être lié à des profils autistiques: étant peu à l'aise dans d'autres formes d'activité ou d'interaction, la personne finit par se focaliser sur une tâche unique et précise. L'un des cas les plus connus était un enfant ayant des traits autistiques qui donnait à manger aux poules. Un jour, il s'est posé la question du nombre de graines qu'il leur jetait. A force de se concentrer dessus, il est devenu calculateur prodige. Cela montre qu'on peut entraîner et perfectionner toutes sortes de facultés, pour autant qu'on y consacre le temps et l'énergie nécessaires.

Mais certaines personnes développent un talent exceptionnel soudainement après un accident, sans entraînement.

Lucas Spierer: Il y a des cas d'artistes qui changent totalement de style. Cela indique que l'équilibre entre différentes régions du cerveau peut se voir bouleversé et induire des changements de comportement, notamment si c'est une zone responsable de cet équilibre qui est touchée.

Et le mythe qui veut que l'on n'utiliserait que 15% de son cerveau?

Valérie Camos: C'est n'importe quoi. On utilise tout le temps notre cerveau en entier. Il suffit de voir les gens qui, après un accident, ont perdu la fonctionnalité d'une toute petite partie de leur cerveau. Mais je voudrais revenir sur cet objectif, avoué ou non, d'augmenter les capacités cognitives chez le gens bien portants. Il nous amène à la question des surhommes et à la volonté de devenir plus que ce que nous sommes. Je travaille avec beaucoup de parents d'enfants en difficultés, notamment scolaires, et qui finissent par acheter des programmes d'entraînement cognitif sensés résoudre ces problèmes. Je veux le dire très clairement: non, cela ne marche pas. Ne vous laissez pas voler votre argent pour ça.

Lucas Spierer: En effet. Une bonne prise en charge logopédique sera bien plus utile...

Je fais des puzzles Kenken, une variante du Sudoku, avec ma fille de 10 ans qui n'est pas grande fan des maths. Je perds mon temps?

Lucas Spierer: Non, si vous avez ainsi créé un lien avec elle, dans lequel les maths sont abordées de manière intéressante et ludique, allez-y!

Valérie Camos: Vous auriez pu inventer le jeu tout seul avec un papier et un crayon... Plus que le jeu lui-même, l'important est le fait de jouer ensemble, de créer une image plus positive de la tâche qui agira comme motivation. Le cerveau, c'est l'inverse des piles: plus on s'en sert, mieux il marche.

L'exercice physique fait grossir les fibres musculaires. Que se passe-t-il dans notre cerveau quand on l'entraîne?

Lucas Spierer: Cela dépend de ce qu'on entraîne et comment. On peut observer une augmentation du diamètre des

fibres nerveuses ou du nombre de synapses, des neurones qui répondent de manière plus spécifique, etc.

Valérie Camos: Mais à l'heure actuelle, nos connaissances restent très, très lacunaires. La neuroscience nous vend un peu du rêve, lorsqu'elle met en rapport les niveaux comportementaux et physiologiques. Il est plus facile d'aller sur Mars que de comprendre notre cerveau.

Lavinia Alberi: Le problème est qu'il s'agit d'un organe très difficilement accessible aux investigations scientifiques.

Lucas Spierer: Nos recherches sur le cerveau avec la neuro-imagerie sont comme l'observation d'une ville la nuit depuis un satellite. On perçoit des lumières, on peut identifier des bâtiments ou détecter un embouteillage, mais sans voir les plus petits détails. Pour tenter de comprendre comment la ville s'organise, on ne peut pas faire beaucoup mieux que de lâcher une bombe et regarder ce qui se passe. C'est ainsi qu'on peut établir des relations de causalité.

Pour finir: un conseil pour muscler le cerveau – pardon, pour entretenir nos capacités cognitives?

Lucas Spierer: Des exercices physiques.

Lavinia Alberi: Bien dormir.

Valérie Camos: Une alimentation saine.

Daniel Saraga est rédacteur scientifique indépendant.

Notre experte ► **Lavinia Alberi** est chercheuse en neurosciences auprès de la Faculté des sciences et de médecine. Elle s'intéresse en particulier à la maladie d'Alzheimer.
lavinia.alberi@unifr.ch



Notre experte ► **Valérie Camos** est professeure de psychologie et développement cognitif, ainsi que spécialiste de la mémoire de travail.
valerie.camos@unifr.ch



Notre expert ► **Lucas Spierer** dirige le Laboratoire des sciences de la neuro-réhabilitation, qui se situe entre la Section de médecine de l'Unifr et l'hôpital de Fribourg.
lucas.spierer@unifr.ch



(Un)durchschaubare Intelligenzen

Künstliche Intelligenz kann immer mehr Aufgaben bewältigen, die dem menschlichen Gehirn vorbehalten schienen.

Hilft uns, was da gerade *in silico* entsteht, unsere eigenen Schaltkreise zu verstehen? **Roland Fischer**

Man vergisst angesichts der jüngsten Grosserfolge der Künstlichen Intelligenz und insbesondere des Deep Learning leicht, dass die KI eine lange Vorgeschichte hat. Mit enttäuschten Hoffnungen, Intrigen, heftigen Angriffen und vielen langen und harten Wintern – man google mal «AI Winter». Hat da jemand «Game of Thrones» gesagt? Also, es war einmal: das Perceptron. Einer der Pioniere der KI-Forschung, Frank Rosenblatt, ersinnt 1958 einen neuen Algorithmus, der in der Lage sein sollte, einfache Aufgaben zu lernen. Und er lässt sich dabei ganz direkt von Biologie inspirieren: Im Grunde ist das Perceptron ein abstrahiertes Neuron, eine Nervenzelle, die Information empfängt und je nachdem weiterleitet und weitere Neuronen anregt. Rosenblatt glaubt da schon, sein «perceptron may eventually be able to learn, make decisions, and translate languages.» Übers nächste Jahrzehnt wurde in diversen Labors emsig in der Richtung geforscht, bis ausgerechnet ein ehemaliger Mitstudent von Rosenblatt den Zweihänder hervorholte. Marvin Minsky, inzwischen selber eine Koryphäe der KI-Forschung, publizierte 1969 ein dünnes Buch, das wie ein Referenzwerk klingt, aber eine einzige Abrechnung war: «Perceptrons» zeigte mit mathematischer Stringenz, dass das nie funktionieren würde mit Neuronalen Netzwerken, die sich zu eng an die Funktion von Nervenzellen anlehnen. Die Kritik manövrierte die sogenannten «Konnektionisten» aufs forschungspolitische Abstellgleis, auf dem sie mindestens zwei Jahrzehnte steckenbleiben sollten.

Fast Forward

Seit gut zehn Jahren eilen die zeitgenössischen Varianten von Neuronalen Netzwerken von einem verblüffenden Erfolg zum nächsten – und übertrumpfen dabei regelmässig die Fähigkeiten des biologischen Vorbilds. Und es passiert, was passieren musste: Die Analogie wirkt zurück. Könnte es sein, dass das Gehirn, diese irritierende Komplexität, ein wenig so funktioniert wie diese overachievingen Deep-Learning-Netzwerke? Die KI-Gemeinde glaubt allmählich, nicht nur in ihrem Forschungsfeld eine Herausforderung

nach der anderen meistern zu können – und irgendwann so etwas wie Artificial General Intelligence (AGI) zu erreichen – sondern auch, gewissermassen nebenbei, die grossen Rätsel der Neurologie zu knacken. Ein Beispiel nur, unter vielen: Das Deepmind-Team (verantwortlich unter anderem für den Monstergegner AlphaGo oder in jüngster Zeit für eine KI, die das alte Problem der Proteinfaltung gemeistert hat) berichtete 2018 in einem Artikel in «Nature» über die grundlegenden Funktionsprinzipien ihres Reinforcement-Learning-Algorithmus. Schon im Abstract ging die Analyse weit über klassische KI-Mathematik hinaus: Da war die Rede davon, dass es «notable parallels between [...] signals emitted by dopaminergic neurons and [...] reinforcement learning algorithms» gebe.

Denis Lalanne überrascht weder diese Rhetorik noch ihr philosophischer Unterbau. Der Mensch-Maschinen-Spezialist hat seit langem ein Ohr für die Art und Weise, wie KI-Experten über ihre Tools reden. Wir müssten zwingend auf Metaphern zurückgreifen, um das Funktionieren von Künstlicher Intelligenz zu beschreiben, sagt Lalanne – man denke nur an das omnipräsente «Lernen» oder umgekehrt, ein toller Fachterminus: «katastrophales Vergessen». Und natürlich komme es da zu «Kontaminationen» zwischen Biologie, Kognitionspsychologie und Informatik. Das Faszinierende an dieser sprachphilosophischen Betrachtung von KI ist, dass man sich bald in einem Spiegelkabinett wiederfindet. Die Informatik hat sich immer bei der Psychologie bedient, klar – Speicher heisst im Englischen «memory»: Gedächtnis. Inzwischen geht der metaphorische Austausch aber längst in beide Richtungen. Vom Gehirn wird gern als einer Art Prozessor gesprochen, der ganz unabhängig von unserem Selbst wirkt: «This is what social media does to your brain» zum Beispiel. Wir haben zu wenig Rechenkapazität. Unsere Schaltkreise brennen durch. Und nun eben, ganz grundsätzlich: Das grosse Rätsel Gehirn – ist es am Ende nichts als ein Deep Learning-Netzwerk? Ist die Analogie KI = Hirn also rein metaphorisch zu verstehen oder gehen die Ähnlichkeiten weiter?

Längst nicht ebenbürtig

Simon Sprecher kennt sich aus mit der Evolution von Gehirnen – mithin auch von Intelligenz. In seinem Labor an der Uni Freiburg erforscht er die molekularen und genetischen Grundlagen von Nervensystemen. Das Team wagt sich dabei nicht gleich an das menschliche Gehirn; kleine Modellorganismen sind leichter zu studieren. Auch Lernvorgänge interessieren Sprecher dabei, die Adaption eines einfachen Netzwerks an verschiedene Umstände. Und «einfach» ist sehr wörtlich zu nehmen, in der Natur, zumindest auf struktureller Ebene. «Wir haben das ja auch mal probiert», erinnert er sich: Das sogenannte Konnektom des Gehirns einer Fruchtfliegenlarve im Computer nachzubauen und zu sehen, ob man die in der Biologie beobachtete Funktionalität simulieren kann. Gerade mal um die 50 Neuronen hat ein solches Netzwerk – kein Vergleich zu den Millionen von Knotenpunkten, die sich in einem Neuronalen Netzwerk der aktuellen Mittelklasse stapeln. Rasch war klar, dass der Versuch scheitern musste – zu vieles was ein biologisches Hirn ausmacht, musste unberücksichtigt bleiben. Die Stärke der einzelnen Signale, die individuellen Eigenheiten jeder Zelle, womöglich sogar jedes Axons: all diese biologischen Details bildet ein Neuronales Netzwerk nicht ab. Sprecher nennt, was im Computer passiert, einen «brute force approach», im Gegensatz zu den «eleganten» Ansätzen, wie er sie in der Natur findet. Er anerkennt die Leistungsfähigkeit dieser Neuronalen Netzwerke, aber man hört einen kleinen Seitenhieb heraus, wenn er sagt, dass man auf diese Weise eben gar keine eleganten Lösungen zu suchen braucht. Deep Learning als Methoden-Overkill? Inzwischen hört man auch in der Fachwelt immer öfter die Kritik, dass man all diese tollen KIs daran messen muss, ob sie auch auf so stupend einfache Weise zu lernen vermögen wie ihre biologischen Pendanten.

Black Box Gehirn

Für Analysen sei die KI Gold übrigens wert, sagt Sprecher, die Automatisierung der Bildverarbeitung bietet Möglichkeiten im Forschungsalltag, von denen man früher nicht zu träumen wagte. Er weiss aber auch um die Schwierigkeiten im Zusammenhang mit all der KI-Analysesoftware, das blinde Vertrauen in schwer durchschaubare Mathematik: «Solange es stimmt, was die Maschine liefert, finden wir alles OK.» Ohne wirklich zu verstehen, was da genau passiert ist mit den Daten. Womit wir uns unversehens wieder zurück im Spiegelschrank befinden: Black Box Gehirn – Black Box KI?

Also noch einmal ein Jahrzehnt zurück, als die grosse Deep Learning-Revolution begann. Als sich zeigte, dass Neuronale Netzwerke tatsächlich so viel können, wie die Pioniere wie Rosenblatt immer versprochen hatten und

die Netzwerke noch nicht ganz so komplex waren wie heute. Hat Sprecher das verfolgt, von der anderen Seite des Zauns aus, gewissermassen? «Natürlich, ich fand das zu Beginn schon inspirierend.» Aber inzwischen funktionierten Neuronale Netzwerke in so vielen Dimensionen, dass er kaum mehr von einer Vergleichbarkeit ausgeht. Und sich überhaupt fragt, wie wir die jüngsten Erfolge bewerten sollen: Wenn man ein Neuronales Netzwerk auf eine Aufgabe hintrainiert hat, könne es sehr viel, zweifellos – aber an sich sei es eben nicht besonders intelligent. «Intelligenz ist etwas anderes.» Aber was? Ist ein Gehirn etwa «an sich» intelligent? Der Kognitionspsychologe Gjis Plomp sagt etwas ganz Ähnliches: Das Gehirn sei zu Beginn kein unbeschriebenes Blatt, Gehirne seien «vorverdrahtet», also alles andere als zufällig strukturierte Netzwerke.

Noch mehr grosse Fragen

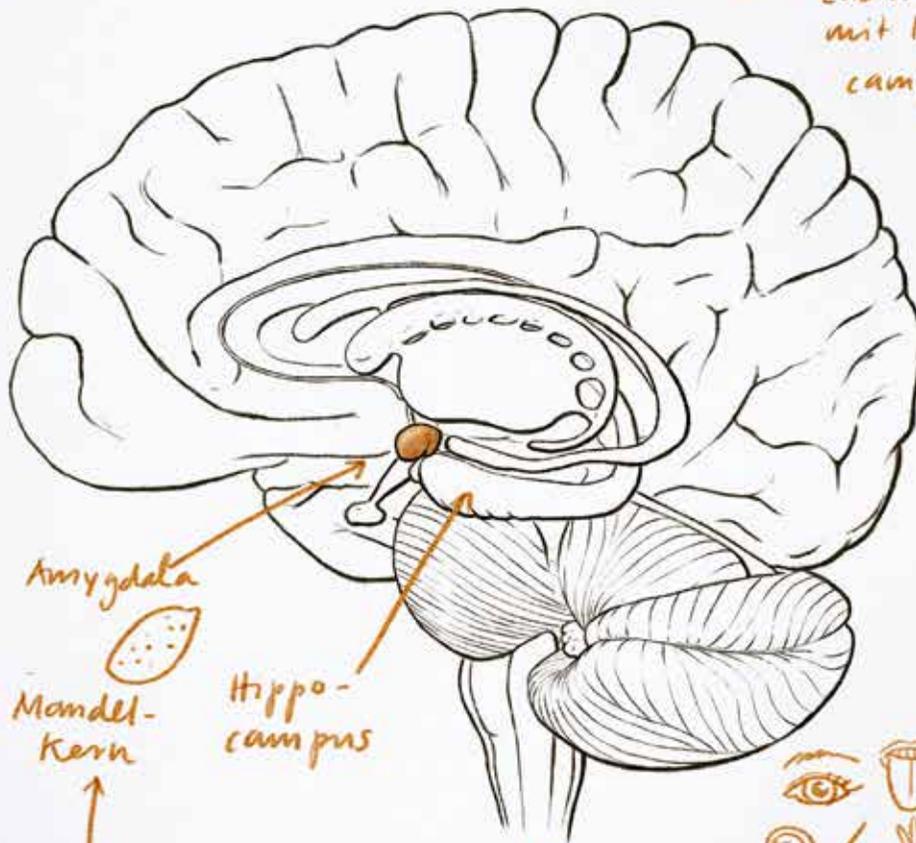
Beim Blick in die Zukunft allerdings ist Sprecher vorsichtig. Als Evolutionsexperte würde er «intuitiv sagen», dass da womöglich ein ähnlicher Prozess wirkt in der Entwicklung biologischer und Künstlicher Intelligenz – die Probleme seien nun einmal fundamental ähnlich. Vielleicht werden die dabei entstehenden Intelligenzen gar nicht so verschieden sein am Ende – inklusive der zugrunde liegenden Organe. Womit wir wieder bei einer ganz grossen Frage sind: Hat die Evolution verschiedene Anläufe genommen, informationsverarbeitende Systeme zu entwickeln? Es könnte durchaus sein, dass das Gehirn mehrere Male passiert ist, unabhängig voneinander. Auf eine gewisse Weise würde das die KI als Konkurrentin ja weniger bedrohlich machen. Könnte doch sein, dass gerade jetzt da draussen im Urwald ein Schleimpilz auch so etwas wie Intelligenz entwickelt. Wie das schon 37 Mal zuvor passiert war in der Geschichte des Lebens. Und nun halt noch einmal mehr, in den Schaltkreisen, die wir gebaut haben.

In diesem grossen Verwirrspiel tut es gut, mit einem Praktiker in Sachen Gehirn zu sprechen. Gjis Plomp findet zunächst einmal, dass es «sehr viel Sinn macht», Neuronale Netzwerke und Gehirnfunktionen zu vergleichen, um letztere besser zu verstehen. Er muss es wissen, schliesslich ist er Spezialist für visuelle Wahrnehmung – eine der Paradedisziplinen von Deep Learning. Er verfolge die entsprechende Forschung intensiv und sehe ein grosses Potential. Auch er verweist auf prinzipielle Ähnlichkeiten in der Funktionsweise. Allerdings, und hier wird die Sache interessant: der Spezialist hätte auch gern eine sehr spezialisierte Art von Analogie. Die spannendsten Erkenntnisse ergäben sich nämlich da, wo Hirnspezialisten ihr aktuelles Wissen in die KI-Struktur einbauen, um dann zu sehen, wie diese spezifischen Neuronalen Netzwerke funktionieren. Die Analyse würde umso wertvoller,

Amygdala

Emotionen (z.B. Angst, Wut)

↳ zusammen mit Hippocampus



Amygdala

Mandelkern

Hippocampus

grundlegender Sinnesorgane

Inselrinde

Die Amygdala als Hirnregion mit sehr basaler Funktion erhält Informationen aus sensorischen Organen, aus Schmerzverarbeitungszentren und ebenfalls aus der Insula, die Ekel und Abscheu signalisiert. Durch diese Inputs ist die Amygdala optimal positioniert, um Furcht und Angstzustände, aber auch Aggressionsverhalten zu signalisieren. Ausgehende Signale der Amygdala stehen hierbei häufig den «rationalen» Signalen aus dem präfrontalen Kortex gegenüber. Bei post-traumatischer Belastungsstörung wird eine Ver-

größerung sowie eine Übererregbarkeit der Amygdala beobachtet. Die Amygdala gewinnt die Überhand über den präfrontalen Kortex und es kommt zu abnormal hohen konditionierten Angstreaktionen.

Langzeit Umarmungen hemmen die Aktivität der Amygdala

je mehr dieser Rahmenbedingungen in Zukunft in die Modelle eingebaut werden können.

Das klingt dann eher ein wenig wie die Konstruktion von Wettermodellen: analysieren, durchrechnen lassen, Prognosen abgleichen, Modell verfeinern. Beim pauschalen Umkehrschluss à la Deepmind sind also ein paar Zweifel angebracht. Er habe ja auch schon ein paarmal aus der KI-Gemeinde die Einschätzung gehört, dass «Vision solved» sei, im schönsten Ingenieur-Sprech, sagt Plomp. Aber so leicht sei die Sache nicht. Grundsätzlich unmöglich sei es wohl nicht, aber so bald rechnet er nicht mit einem grossen Durchbruch: «in 50, 100 Jahren vielleicht.»

«Nur weil eine KI dasselbe macht wie das Gehirn heisst das noch nicht, dass man auf diese Weise etwas über das Gehirn lernen kann» Gjis Plomb

Man dürfe eben nicht vergessen, dass es «wichtige Unterschiede» zwischen biologischen Gehirnen und Neuralen Netzwerken gibt. Wie ist es zum Beispiel mit dem rhythmischen Charakter der Hirnsignale? Und speziell im Bereich des Sehens: «Die Rohdaten für unsere Sensoren waren nie stabile Bilder auf der Retina.» Plomp geht deshalb davon aus, dass man «fundamentale Prinzipien des Sehens» eher findet, wenn man einer Maschine beibringt, mit instabilen, verwackelten, durch das Gesichtsfeld wandernden Bildern umzugehen. Man dürfe sich insofern nicht zu leicht täuschen lassen von ähnlichen Fähigkeiten, zum Beispiel, wenn KI-Systeme Gesichter ebenso zuverlässig zu erkennen vermögen wie Menschen. «Nur weil eine KI dasselbe macht wie das Gehirn, heisst das noch lange nicht, dass man auf diese Weise etwas über das Gehirn lernen kann.»

Vielleicht meint Denis Lalanne etwas Ähnliches, wenn er fragt: «Was meinen wir denn genau mit ‹Intelligenz›?» Er gehe doch sehr davon aus, dass es in uns bereits verschiedene Intelligenzen gebe, zum Beispiel die des Bauchs. Und er meint damit nicht das notorische «Bauchgefühl», sondern die komplexen vegetativen Funktionen des Verdauungsapparates, die auch direkt Einfluss nehmen auf unsere bewusste Vernunftebene. Oder wie wäre es, wenn wir stärker die soziale und emotionale Seite der Intelligenz betonten, den Fakt also, dass wir nur klug werden können im Austausch mit anderen – oder anders gesagt: Dass sich Intelligenz womöglich gar nicht auf ein Individuum, auf ein Neuronenbündel reduzieren lässt?

Wir sind keine Maschinen

Er habe früh in seiner Forschungslaufbahn ja mal versucht, Kreativität in einer Maschine zu reproduzieren. Bis er gemerkt habe, dass es viel interessanter wäre, Maschinen zu entwickeln, um uns in unserer eigenen Kreativität zu helfen. Wir brauchten Geräte die uns ergänzen und verbessern, nicht solche, die uns einfach kopieren. Je mehr man nachhakt, desto unglücklicher scheint Lalanne mit der Fragestellung: Uns verstehen, indem wir die Maschine betrachten? Er hält die Analogie weder philosophisch noch im praktischen Alltag für besonders fruchtbar. Und ohnehin: Was glauben wir zu sehen im Spiegelkabinett? «Wir sind nicht einfach Maschinen, wir sind nicht deterministisch!» Und eigentlich schon genug narzisstisch, findet Lalanne. Die Reproduktion menschlicher Fähigkeiten sei vielleicht ein guter Ansatz für «Low-Level-Aufgaben» bei Wahrnehmung, Kognition oder allgemein überall da, wo man es mit formalisierbaren Regeln zu tun habe. Aber sonst? Das sei ja überhaupt die Ironie der Geschichte: «KIs können die Go-Halbgötter schlagen oder bessere Diagnosen stellen als Top-Zytopathologen, aber sie scheitern an Aufgaben, die jeder 6-Jährige mit gesundem Menschenverstand lösen kann.»

Roland Fischer ist freier Wissenschaftsjournalist und Organisator von Wissenschaftsevents in Bern.

Unser Experte ► **Denis Lalanne** ist Direktor des Human-IST Instituts der Unifr. Er beschäftigt sich seit langem mit den Berührungspunkten von Mensch und Maschine. Seine aktuelle Forschung dreht sich u. a. um die Interaktion von Fussgängern mit selbstfahrenden Autos oder um intelligente Häuser.
denis.lalanne@unifr.ch

Unser Experte ► **Simon Sprecher** leitet das Sprecher Lab am Biologiedepartement der Unifr. Seine Forschung dreht sich um die Grundlagen der Gehirnentwicklung, um neurodegenerative Krankheiten und um die Verbindungen von Genen, Molekülen, Zellen und Verhalten.
simon.sprecher@unifr.ch

Unser Experte ► **Gjis Plomp** forscht am psychologischen Departement der Unifr zu den Grundlagen visueller Wahrnehmung und allgemein neuronalen Dynamiken. Als Post-Doc an der EPFL hat er ein EEG-Labor aufgebaut, um dynamische visuelle Prozesse zu untersuchen.
gjis.plomp@unifr.ch

Das Hirn im Bauch

Er grummelt und knurrt. Manchmal hart wie ein Brett, dann wieder rund wie ein Luftballon. Was will er uns sagen, der Darm? Gespräch mit Gregor Hasler, Professor für Molekulare Psychiatrie. **Claudia Brühlhart**

«Im Anfang war der Darm.» So steht es im ersten Satz Ihres Buches «Die Darm-Hirn-Connection». Eine gewagte Aussage.

Die weit verbreitete Vorstellung, dass unsere Psyche, unser Hirn, so primär ist und der Körper entsprechend sekundär, ist eine Übernahme aus dem christlichen Gedanken-gut. Die Seele steht an erster Stelle, der Körper ist Ausdruck dieses Seelischen. Schaut man es aber aus evolutionsbiologischer Sicht an, dann ist es genau umgekehrt. Dann steht der Darm nämlich zuerst. Nehmen wir einen Polypen: Dieses Lebewesen ist im Prinzip ein Darmstück. Und um diesen Darm hat sich das Nervensystem gebildet. Das erste Hirn hat sich sozusagen um die Lippen des Polypen gebildet. Aus der Informationssammlung zur Nahrungsaufnahme entwickelte sich ein primitives Hirn. Und dieses Hirn hat dann angefangen, den Darm zu steuern. Aber gleichzeitig war und ist der Darm ein wichtiges Sinnesorgan. Diese Polypen haben ja keine Augen. Also muss der Darm sagen, ob er etwas verdauen kann oder nicht. Allgemein wird der Darm als Sinnesorgan unterschätzt.

Wie funktioniert die Kommunikation zwischen Kopf und Darm?

Es gibt mehrere Kanäle. Die Hauptinformationsader ist der Vagusnerv. Der Austausch über diesen weitverzweigten Nerv läuft zu 80 Prozent von unten nach oben – also vom Darm zum Hirn. Auch das Immunsystem befindet sich grösstenteils um den Darm herum angesiedelt. Das Mikrobiom spricht ebenfalls zum Hirn. Und der Darm alleine produziert um die 30 Hormone, die übers Blut mit dem Hirn sprechen. Leptin etwa, das für das Hungergefühl zuständige Hormon. Oder Ghrelin, das anzeigt, wann die Sättigung eintritt. Aber es gibt auch Darmhormone, die eine Wirkung auf die Psyche haben, also etwa Angst auslösen können. Der Darm spricht nicht nur über Kalorien...

Der Vagus gehört zum parasympathischen Nervensystem – unserer entspannteren Seite. Sobald jedoch der vom Hirn aus agierende Sympathikus sich einmischt, ist fertig mit der Ruhe. Klare Hierarchien?

Wir haben ja zwei vegetative Nervensysteme. Und da gibt es tatsächlich eine Hierarchisierung. Die Evolution hat entschieden, dass bei Gefahr die Verdauung lahmgelegt wird. Die ganze Energie muss ins Hirn, nicht in die Muskeln. Auch *selfish-brain-theory* genannt. Das Hirn hat mit dem Stresssystem also ein Vetorecht. Es kann die Kommunikation sozusagen stoppen. Der Sympathikus, ein Stressnerv, geht vor allem von oben nach unten. Stresshormone kommunizieren ebenfalls vom Hirn nach unten zum Darm. Die Kommunikation von unten nach oben ist komplexer als jene von oben nach unten.

Mit wem hat der Vagusnerv die bessere Beziehung: Darm oder Hirn?

Er verbindet ja die beiden. Der Vagus ist ein Hirnnerv, der nicht übers Rückenmark weggeht, sondern direkt aus dem Hirn kommt. Und bereits im Hirn ist er sehr verzweigt. Er kann das Hirn auch beruhigen, deshalb wird der Parasympathikus beispielsweise bei Epilepsie stimuliert.

Und trotzdem: Sie können tagelang den Parasympathikus stimulieren – sobald der Sympathikus sich ins Spiel bringt, stehen wir wieder unter Strom.

Ja, klar. Aber wir wollen ja auch nicht dauernd in einem vegetativen Zustand sein. Wenn wir erholt sind und verdaut haben, sind wir wieder bereit für den Sympathikus. Aber Sie haben auch Recht: Unser Sympathikus hat sehr viel Macht. Und die heutige Zeit mit Internet, sozialen Medien, ständiger Berieselung und Anspornung zu Leistung spielt ihm in die Hände.

Der Darm aber mag lieber Ruhe.

Genau. Wenn wir ruhig sind, dann setzt die Verdauung ein, die Durchblutung des Darms nimmt zu. Die beiden Nervensysteme regulieren ja auch den Blutfluss. Sehr eindrücklich sieht man das bei Marathonläufern, die über eine lange Zeit dem Sympathikus ausgeliefert sind und entsprechend häufig unter Bauchschmerzen und -krämpfen leiden – weil der Bauch nicht mehr genügend durchblutet ist.

Bestimmte Lebenssituationen können zu psychischen Problemen führen, so etwa langanhaltender Stress oder Isolation. Inwiefern spielt da der Darm eine Rolle?

Die Forschung dazu ist noch recht neu. Klar ist beispielsweise, dass Personen mit Entzündungen im Darm auch häufiger Depressionen haben. Die Entzündungen setzen Zytokine frei und dies wiederum führt dazu, dass man sich schlecht fühlt. Neuer sind die Erkenntnisse zu den Darmbakterien im Zusammenhang mit der Psyche. Wenn man beispielsweise einer keimfreien Maus Darmbakterien einer depressiven Maus verabreicht, so wird die gesunde Maus auch depressiv. Warum weiss man nicht so genau. Eine andere Studie zeigt, dass dieser Effekt geringer ist, wenn man den Vagusnerv durchschneidet.

Was aber sicherlich auch andere, negative Konsequenzen hat, oder?

Ja, wahrscheinlich schon. Gleichzeitig ist vieles in unserem Körper sozusagen fünffach vernäht. Früher hat man den Vagus durchtrennt, um Probleme mit Magensäure in den Griff zu kriegen. Oder, soweit ich weiss, auch im Zusammenhang mit Parkinson. Aber dazu könnte ein Neurologe mehr sagen. Sowieso ist die Verbindung zwischen Darm und Hirn natürlich gerade für die Neurologie sehr interessant. Nehmen Sie etwa die Nerven: Die sehen im Hirn wie im Darm fast identisch aus! Es erscheint gewissermassen naheliegend, dass Prozesse im Darm respektive im Hirn beim jeweils anderen etwas auslösen. Etwa über Neurotransmitter wie Serotonin oder Dopamin.

Sie sprechen in Ihrem Buch vom «vegetativen» und vom «sozialen» Vagusnerv. Was ist damit gemeint?

Die Aussage geht auf die Polyvagal-Theorie zurück. Es ist allerdings keine wissenschaftlich erhärtete Theorie. Man weiss, dass der Vagus sehr primitive Reflexe hat. Aber dass dieser Vagusnerv eben auch Gesichtsnerven beeinflusst und gewissermassen soziale Ausdrucksformen erhalten hat. Man sieht auch, dass die Hirnareale, die mit dem Vagus verbunden sind, vielfach unser Sozialverhalten steuern. Bereits Freud sprach vom an der Mutterbrust saugenden Kind. Das Saugen als sehr vegetative Tätigkeit, die zugleich sozial von grosser Bedeutung ist.

Ein wichtiges Thema in der Darm-Hirn-Connection sind die Darmbakterien – unser Mikrobiom. Ein weites Feld.

Dort liegen die erstaunlichsten Befunde: Die Zusammensetzung der Darmbakterien scheint sehr wichtig zu sein in Bezug auf unser Sozialverhalten, die Stimmungsregulierung. Etwas ernüchternd dabei ist die Komplexität des Mikrobioms. Wir wissen, die Darmbakterien und -parasiten haben einen grossen Einfluss – aber wir können aktuell noch nicht wirklich von diesem Wissen profitieren. Dazu müsste man genau wissen, welches Bakterium welche Wirkung erzielt.

Wobei wahrscheinlich jeder Mensch wieder eine individuelle Rezeptur braucht, die ihm guttut.

Genau. Hinzu kommt, dass ein Bakterium sowohl positive wie auch negative Auswirkungen haben kann. Ein Bakterium kann sich verändern. Es kann auch aussterben und durch ein Enzym ersetzt werden. Von genauen Messungen des Darm-Mikrobioms sind wir noch weit entfernt. Obwohl die Leute natürlich am liebsten eine Liste hätten mit jenen Bakterien drauf, die für sie gut sind.

Dafür müssten sie aber erst mal wissen, welche Bakterien bereits in ihrem Darm hausen.

Wir machen im Moment an der Uni hier gerade eine Studie, in der wir Stuhlproben analysieren. Und gleichzeitig die Probanden befragen in Bezug auf deren psychische Verfassung. Die Studie ist auf grossen Anklang gestossen – jedenfalls hatten wir keine Probleme, genügend Teilnehmende zu finden. Das hat mich positiv überrascht.

Über Fäkaltransplantation wurden ängstliche Mäuse mit Stuhl von mutigen Mäusen auch zu mutigen Mäusen...

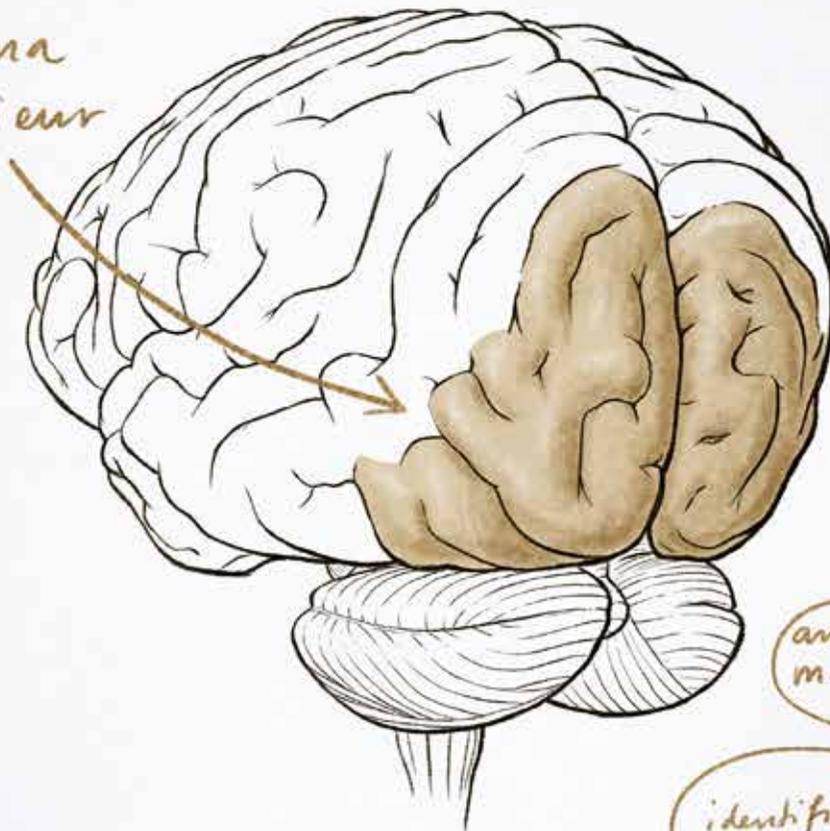
Absolut verblüffend. Aber natürlich kann man dies beim Menschen nicht gleich anwenden wie bei Mäusen. Die Versuche wurden mit keimfreien Mäusen gemacht, deren Darm wurde also zuerst klinisch rein gemacht. Beim Menschen wird die Fäkaltransplantation beispielsweise in der Infektiologie angewendet. Aber der Effekt daraus verpufft sehr schnell. Man muss sich das wie eine Natur mit Bienen aber ohne Pflanzen vorstellen. Die Bienen machen es nicht lange. Das mag Sinn machen bei schwerkranken Patient_innen, wenn man die Behandlung regelmässig machen kann. Als simple Darmgesundheit ist es noch viel zu kompliziert. Da hat man bessere Chancen, eine Veränderung über die Ernährung zu erwirken.

Die gesunde Ernährung.

Natürlich. Wobei: Wer jahrelang nur Hamburger und Pommes gegessen hat, der kann nicht von heute auf morgen einen Haufen Gemüse verdrücken. Da streikt der Darm auch. Am besten wäre es natürlich, ein Leben lang gesund zu essen.

Cortex Visuel

Cinéma
intérieur



anticiper les
mouvements

identifier ce
que je vois

capteurs des photons
de la lumière



Le cortex visuel reçoit les informations en provenance de la rétine. Elle est constituée de photorécepteurs. Toute une série de neurones transduisent la lumière en signal électrique et le transmettent au cerveau. Après un voyage qui passe, comme pour les informations auditives, par le thalamus, ces signaux sont reconstruits par les différentes aires du cortex visuel. Dans l'aire primaire sont reconnues des formes simples, grâce au contraste de l'image perçue par la rétine. Dans les aires secondaires sont assemblées les

formes, la direction d'un mouvement, les couleurs. Plus loin encore, certaines informations liées aux formes et aux couleurs suivent la voie du «quoi», tandis que d'autres, concernant les indices spatiaux, vont suivre la voie du «où». Les conséquences de lésions du cortex visuel sont aussi diverses que celui-ci est complexe. Elles peuvent prendre la forme d'agnosies visuelles associatives, de prosopagnosie, ou d'alexie.

↳ ≠ reconnaître
les lettres / mots

↳ ≠ reconnaître
les visages

≠ reconnaître
un objet

prints /
traits /

Ein Kampf zwischen Kopf und Hirn?

In der Tat. Unser Hirnbelohnungssystem steht auf Zucker. Und die Industrie hat dies auch gemerkt. Und schmuggelt überall, wo irgend möglich, noch etwas mehr Zucker rein.

Kann man sich die Sucht nach Zucker – nach dieser Belohnung – auch abgewöhnen?

Fakt ist: Essen war immer etwas Anstrengendes. Und die Industrie bietet nun Nahrung, die nicht anstrengend ist. Das finden vor allem Kinder super, aber auch Erwachsene greifen gerne zu unkompliziertem Essen. Daraus resultiert dann die Schlussfolgerung: Gutes Essen bedeutet, dass ich meine Verdauung nicht bemerke.

Wie isst man den richtig für Psyche und Darm.

Ausgewogen und regelmässig. Viele Leute pflegen ein sehr chaotisches Essverhalten. Nichts bis um 11 Uhr vormittags und dann vielleicht mal eine Packung Keckse. Da gibt es viel Potential. Das Problem ist, dass jene Personen, die sich damit befassen, häufig eh schon vernünftig essen.

Wie akzeptiert ist das Darmhirn unter Neurolog_innen und Hirnforschenden?

Die Neurolog_innen sind ja die Pionier_innen auf diesem Gebiet. Während meines Medizinstudiums wurde mir schon gesagt, dass Parkinson auch im Darm-Nervensystem auftritt. Unterdessen gibt es Studien, die darauf hinweisen, dass die Krankheit sogar zuerst im Darm auftritt und dann erst im Hirn.

In Ihren psychiatrischen Behandlungen haben Sie häufig auch die Ernährung mit einbezogen. Und damit den Darm.

Ich habe lange mit Essstörungen gearbeitet. Entsprechend schaue ich auch heute noch meist das Essverhalten mit an. Psychische Erkrankungen sind häufig gekoppelt an ein verändertes Essverhalten. Und eine Regulation beispielsweise der Mahlzeiten kann etwa bei einer Depression positive Auswirkungen zeigen. Unser Körper ist ja voller Uhren. Und gewisse dieser Uhren kann man mit dem Essen wieder richten.

Sie erforschten auch den Zusammenhang zwischen Zucker und Depressionen.

Es war eine kleinere Studie, aber ja, in der Tat lässt sich da ein Zusammenhang sehen. Das typische *carbohydrate craving* ist häufig anzutreffen bei depressiven Patient_innen. Andersherum kann ein hoher Zuckerkonsum aber auch zu einer psychischen Verstimmung führen.

Über den Darm können wir gemäss Ihren Aussagen auch unsere Resilienz stärken.

Davon bin ich überzeugt. Regelmässiges und ausgewogenes

Essen macht uns stärker. Widerstandsfähiger in Situation, die uns mehr abverlangen.

Konkret?

Ich kann Ihnen jetzt kein Patentrezept liefern. Aber man hat gesehen, dass etwa Essiggurken eine positive Wirkung haben auf die Darmbakterien. Die Gurken sind ja fermentiert, also mit Bakterien angereichert. Auch Sauerkraut oder fermentierte Getränke haben diese positive Wirkung.

Trotzdem greift der Mensch eher zu Schokolade als zur Essiggurke wenn es schwierig wird.

Zucker gibt ein Gefühl von Sicherheit. Offenbar war Zucker früher ein Zeichen dafür, dass etwas nicht giftig war.

Sind Hirn und Darm ein Team oder zwei gegnerische Mannschaften?

Es ist eher eine Art Chef-Mitarbeiter-Verhältnis. Das Hirn kann nicht ohne Darm. Spielt aber manchmal auch gerne seine Macht über den Darm aus.

Nebst dem Essen scheinen auch gewisse Tätigkeiten einen positiven Einfluss zu haben auf Darm UND Hirn. So etwa Yoga.

Viele Bereiche der heutigen Gesellschaft schliessen den Darm respektive den Parasympathikus aus. Die ganze Digitalisierung, das Streben nach Leistung, nach Schönheit, intensiver Sport... Und von Zeit zu Zeit macht der Darm dem Hirn klar, dass das so nicht geht. Dann besinnt man sich wieder und geht – beispielsweise – ins Yoga. Ich bin kein Experte dafür, aber ich denke der Wechsel zwischen Entspannung und Anspannung macht es aus. Gewissermassen die Rezeptur einer Yogastunde.

Claudia Brühlhart ist Chefredaktorin des Wissenschaftsmagazins, «universitas».

Unser Experte ► **Gregor Hasler** ist Professor für Psychiatrie und Psychotherapie an der Abteilung für Medizin der Universität Freiburg sowie Chefarzt und Leiter der psychiatrischen Forschungsabteilung des Freiburger Netzwerks für Psychische Gesundheit.



Der Neurowissenschaftler befasst sich insbesondere mit der Erforschung von Ursachen und Behandlung depressiver Erkrankungen und Angststörungen mit bildgebenden, psychotherapeutischen und pharmakologischen Methoden.

gregor.hasler@unifr.ch

Chercher l'essence de la souffrance psychique

Des milliards ont été dépensés dans la recherche sur le cerveau et les neurosciences, mais aucune méthode de traitement vraiment nouvelle n'a été trouvée depuis le milieu du XX^e siècle, écrit le psychiatre Ansgar Rougemont-Bücking dans sa thèse d'habilitation.

Pour sortir de cette impasse, il prône un changement de paradigme scientifique. **Jean-Christophe Emmenegger**

Ansgar Rougemont-Bücking est un psychiatre, spécialisé dans les troubles post-traumatiques et les addictions, qui s'intéresse au vécu précis des patient·e·s. Dans sa pratique clinique, il constate que la science empirique peine à sortir des ornières qu'elle creuse en multipliant la complexité des méthodes d'investigation. Préceptes cartésiens et critères quantitatifs se heurtent au développement des connaissances neuroscientifiques: «J'ai l'impression qu'on est arrivé dans un cul-de-sac. On ne parvient pas à trouver des solutions satisfaisantes aux problèmes psychiques évidents, parce qu'on s'acharne à traiter les symptômes, sans s'intéresser à l'essence de la souffrance psychique sous-jacente. Une meilleure compréhension de cette souffrance passe par la prise en compte du vécu de la patiente ou du patient et ainsi de sa participation à la guérison.» Elargir le champ de la compréhension, remettre la patiente ou le patient au centre du processus thérapeutique, cela implique de faire

évoluer le paradigme scientifique et cela n'est largement pas acquis. «Pour donner un exemple, je suis frappé de constater qu'au niveau de la planification du système de santé suisse (Conférence des directrices et directeurs cantonaux de la santé, ndlr), on ne trouve aucune représentation des patient·e·s, mais seulement de l'Etat, des médecins, des assurances et de Swissmedic... Cela signifie l'absence de prise en compte de la perspective des patient·e·s.»

Similitudes de l'âme humaine et animale

Dans son cabinet privé, Ansgar Rougemont-Bücking procède notamment à la thérapie assistée par des substances psychédéliques, comme le LSD (diéthyllysergamide) ou la MDMA (3,4-méthylènedioxy-N-méthylamphétamine). Il encourage ses patient·e·s à chercher le contact avec la nature dans un but de faciliter le rétablissement des liens – souvent rompus – entre l'individu et son entourage, dans

la triade corps-esprit-nature. Un allumé de première? Pas du tout! Dans sa thèse d'habilitation présentée l'année dernière devant la Faculté des sciences et de médecine, il développe scrupuleusement l'idée que la souffrance psychique, ainsi que les pathologies et les addictions qui en découlent, sont essentiellement provoquées par une rupture de lien affectif. Plus précisément: une rupture de lien avec soi-même et avec le monde. Il s'agirait donc de soigner une souffrance liée aux mécanismes profonds de l'attachement, enfouie au cœur de la conscience, plutôt que de poser seulement des emplâtres (pharmacopée) sur des jambes de bois (symptômes apparents).

Les pathologies et les addictions qui en découlent, sont essentiellement provoquées par une rupture de lien affectif

Pour ce faire, il s'appuie sur les travaux précurseurs du neuroscientifique estonien-américain Jaak Panksepp, qui a introduit l'expression «neuroscience affective» en s'intéressant aux mécanismes neuronaux de l'émotion. «Panksepp a trouvé des similitudes fondamentales entre les mécanismes de l'émotion chez l'humain et l'animal. Quand un nouveau-né mammifère est séparé de sa mère, cela provoque une détresse aiguë maximale chez l'animal: cet état est appelé *separation distress*. Panksepp a découvert que ce sont exactement les mêmes zones du cerveau qui s'activent chez l'être humain dépressif, que celles chez l'animal en état de *separation distress*. Ce ne sont donc pas, en premier lieu, des idées ou des pensées qui provoquent la dépression, mais avant tout la perte d'un lien affectif hautement significatif, un lien crucial pour la survie physique. Cela explique pourquoi, à l'image du nouveau-né abandonné, la perte de ce lien fait si mal: cette douleur sert à nous signaler qu'un danger réel pour notre survie existe.» Cette compréhension entre en conflit avec l'idée cartésienne d'une conscience humaine qui serait d'abord liée à un fonctionnement cognitif et une expérience exécutive maîtresse de soi. Encore prédominante dans les neurosciences comportementales et cognitives, la doctrine du matérialisme cartésien présuppose que l'animal n'est qu'une machine, l'environnement n'est qu'une représentation et la conscience humaine domine l'ensemble de ces «choses» par des processus d'ordre supérieur. Or, il n'en serait rien. Plus précisément, la conscience humaine serait la conscience animale sur laquelle se greffent les capacités

cognitives d'ordre supérieur. «La différence est que l'animal n'a pas de néocortex générant les idées et les croyances humaines, mais la base de l'expérience affective est similaire: elle est générée par les mêmes processus primaires dans les zones sous-corticales profondes du cerveau humain et animal, qui déterminent la conscience de soi. Panksepp appelle cela le noyau du Soi (*core SELF* en anglais) de l'expérience vécue, et ce noyau de l'expérience humaine serait l'équivalent de l'âme animale.»

Réduction phénoménologique

Transposées dans la pratique, ces découvertes neuroscientifiques impliquent un changement de paradigme et le recours surprenant, à notre époque obnubilée par les chiffres et les résultats quantitatifs, à une méthode philosophique susceptible de remettre la science sur les rails de la réalité humaine. Car, à l'opposé de la doctrine cartésienne, il y a la phénoménologie qui permet de développer une nouvelle base épistémologique. La phénoménologie telle que développée notamment par Edmund Husserl a pour but de chercher l'essence de la réalité observable par une méthode nommée *epoché* en grec ou «réduction phénoménologique». Cela consiste à examiner le monde tel qu'il est, en se libérant de toute présupposition dogmatique. «En psychiatrie, l'approche consiste à cesser de multiplier les prises de vue de la souffrance psychique sous forme de scans, de prises de sang, ou encore de questionnaires, puisqu'on ne captera pas l'essence de la maladie de cette façon», explique Rougemont-Bücking.

Maurice Merleau-Ponty, un autre fondateur de la phénoménologie, disait: «Si ma conscience a un corps, pourquoi les autres corps n'auraient-ils pas de conscience?» (*Phénoménologie de la perception*, 1945) Un aspect de cette pensée concerne la manière dont nous traitons les animaux, éclaire Rougemont-Bücking: «Nous utilisons la doctrine cartésienne pour justifier la maltraitance des animaux dans la production industrielle. Un regard phénoménologique comme celui proposé par Merleau-Ponty et par Panksepp nous oblige à repenser en profondeur ces pratiques.» Et en ce qui concerne la psychiatrie? «Cette méthode implique de prendre en considération la subjectivité des patient-e-s y compris leur vécu corporel dans lequel se trouve l'ancrage d'une expérience traumatique non-intégrée. Je m'intéresse donc au vécu détaillé des patient-e-s qui souffrent d'une dépression ou d'une addiction et j'essaie d'élaborer avec eux une compréhension et une intégration d'une empreinte traumatique qui se trouve régulièrement à la base de leur problème. L'intégration d'un trauma signifie que la personne réalise progressivement ce qui lui est arrivé, qu'elle parvient à y mettre des mots et qu'elle arrive à insérer cette expérience dans une compréhension et une acceptation globale de son parcours.» Ce travail thérapeutique s'inscrit aussi, bien sûr, dans un cadre

empirique qui implique des mesures et des médicaments, mais la différence avec une prise en charge classique saute aux yeux. «L'empirisme thérapeutique mène souvent à prescrire un traitement qui ne résout pas la problématique sous-jacente. On s'aperçoit que ce sont souvent des préjugés qui sont à l'origine de nombreux concepts au sujet des maladies psychiatriques et, par conséquent, ces concepts façonnent les traitements instaurés. Par exemple, si le travail à tout prix est une valeur importante pour la société, on appelle une personne qui ne peut plus travailler «malade» et on prescrit des médicaments qui lui permettent de retourner au travail. Mais une maladie qui se définit par l'incapacité de travail ne dit rien sur le vrai problème de la personne et le traitement proposé dans cette logique n'apporte généralement pas une solution à cette problématique.»

Levée d'un tabou?

L'attitude de la société à l'égard des personnes qui souffrent psychiquement est donc un facteur aggravant. Ces personnes sont souvent dépendantes de substances pour des raisons qui peuvent s'expliquer grâce à l'approche phénoménologique. A l'origine des addictions, il y

«Si le travail à tout prix est une valeur importante pour la société, on appelle une personne qui ne peut plus travailler «malade»»

a très souvent un traumatisme profond. Il faut savoir que le cerveau sécrète naturellement des substances telles que les opiacés pour produire du bien-être. Mais après avoir subi un traumatisme, cette disposition naturelle peut avoir été interrompue ou dérégulée. Les personnes traumatisées sont donc à la recherche de substituts extérieurs. «Il serait bien d'arrêter de porter un regard stigmatisant sur les personnes dépendantes. Les réactions morales de la société ne font qu'aggraver les problèmes. Il est donc important de porter un regard non dogmatique et pragmatique sur ce problème qui réside, je le répète, dans une rupture du lien chez le sujet.» Mais alors, comment peut-on guérir de cette rupture? «La première piste que nous devrions essayer est celle d'aider la personne simplement à survivre sans aggraver encore davantage ses problèmes par les jugements moraux que nous lui imposons. Puis on traitera la souffrance à son origine.» En conséquence, dans certains cas de crises psychiatriques, Rougemont-Bücking ira jusqu'à prescrire un traitement opiacé, autorisé et contrôlé médicalement.

L'état de crise suicidaire, par exemple, correspond à un état douloureux maximal duquel une personne souhaite se libérer en se donnant la mort. Souvent, une rupture aiguë de lien est à l'origine de cet état douloureux maximal: une déception amoureuse, le décès d'un être cher, la perte du statut social à la suite d'un licenciement, etc. Les opiacés qui ont pour effet d'atténuer la douleur, permettraient de survivre à la crise. Toutefois, c'est une méthode thérapeutique qui est encore loin d'être acquise, car il y a malheureusement peu d'études sur le sujet et les tabous demeurent autour de la prescription médicale de «drogues». Une fois la crise passée, la prise en charge devrait s'intéresser à la cassure qui s'est produite dans le psychisme du patient. Pour ce travail d'intégration d'un vécu traumatique, les substances psychédéliques semblent avoir un potentiel thérapeutique prometteur. En effet, le terme «psychédélique» ne signifie rien d'autre que «ce qui révèle l'âme»: ces substances seraient donc des agents qui agissent au cœur de l'approche phénoménologique en permettant au patient d'accéder à l'essence de sa blessure tout en faisant émerger l'évidence de son potentiel de guérison.

Jean-Christophe Emmenegger est rédacteur indépendant.

Café scientifique

Ansgar Rougemont-Bücking s'exprimera à ce sujet lors du Café scientifique du 26 mai prochain, ayant pour thème la «Médecine psychédélique – Le LSD au service de la psychiatrie».

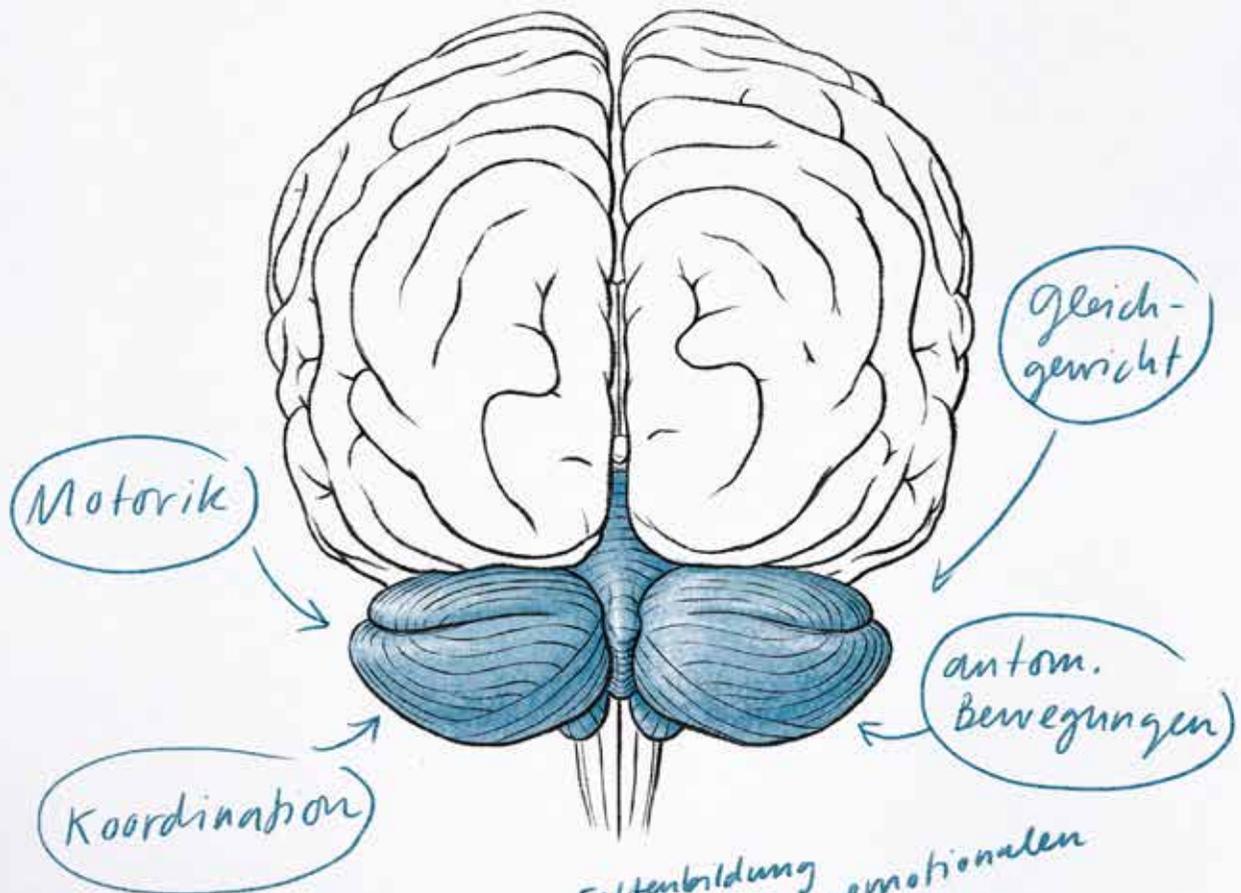
► Infos: events.unifr.ch/cafes-scientifiques

Notre expert ► **Ansgar Rougemont-Bücking** est privat-docent au Département de médecine, spécialiste FMH en psychiatrie et psychothérapie. Il est chef de clinique scientifique au Réseau fribourgeois de santé mentale. A l'Université de Fribourg, il mène un projet de recherche sur le stress au travail. Dans son cabinet à Vevey, il pratique des thérapies psychédéliques pour certain-e-s de ses patient-e-s, avec une autorisation de l'Office fédéral de la santé publique. Sa thèse d'habilitation s'intitule: «From the hook to the cage. Phenomenological accounts of psychological pain and substance-related effects in humans, 2020».

ansgar.rougemont-buecking@unifr.ch

Cerebellum

↳ Kleinhirn



Das Cerebellum sticht beim äusseren Betrachten des Gehirns durch den hohen Grad der Gyrifizierung sofort ins Auge. Ein solcher Gyrifizierungsgrad erhöht die effektive Organoberfläche und ermöglicht es dem Kleinhirn, trotz seiner kleinen Grösse, rund 80 Prozent aller Nervenzellen des zentralen Nervensystems zu beherbergen. Die Funktionen des Cerebellums werden grösstenteils der Koordination und Modulation von Bewegungen zugewiesen, wobei neuere Forschungsergebnisse auch auf wichtige Funktionen

in affektiven und kognitiven Prozessen verweisen. Durch Einblutungen, Durchblutungsstörungen oder entzündliche Prozesse im Cerebellum kann sich eine zerebelläre Ataxie entwickeln, die durch erhebliche Störungen in der Bewegungskoordination gekennzeichnet wird.

→ Schlaganfall

gr. Ataxia = Unordnung

Faltenbildung → emotionalen

Wann verlässt die Seele den Körper?

Ist das Gehirn tot, gehen die Lichter aus. Ist das so? Ein Gespräch über den Hirntod, das Organspenden und die vielen Schattierungen zwischen Leben und Tod. **Benedikt Meyer**

«Wie funktioniert sterben? Was ist das für ein Prozess? Wann ist es möglich, zu sagen ‹jetzt ist er oder sie tot?› Oder etwas blumiger formuliert: Wann verlässt die Seele den Körper?» Markus Zimmermann macht sich seit einem Vierteljahrhundert Gedanken über das Lebensende. Er ist Professor für Moralthologie und Ethik, Vizepräsident der Nationalen Ethikkommission und war Präsident der Leitungsgruppe des Nationalen Forschungsprogramms ‹Lebensende› – aber auch er kennt die Antworten auf die allerletzten Fragen nicht.

«Im Prinzip ist es vergleichbar mit dem Lebensanfang», erklärt Zimmermann. «Dort stellt sich die Frage, wann der Mensch Mensch wird, wann die Seele sozusagen in die Zellen kommt, und auch dort müssen wir die Grenze soziokulturell bestimmen.» Beim Sterben besteht dasselbe Problem. Lange behalf man sich mit dem Herz-Kreislauf-Tod. Dieser ist auch für Laien feststellbar. «Wenn der Puls weg ist, die Atmung aussetzt, der Körper kalt wird – dann sagte man, jetzt ist's vorbei. Nur: Man kann von dort unter Umständen auch wieder zurückkommen. Es kommt vor, dass das Herz plötzlich spontan wieder einsetzt.»

Besonders relevant wird die Frage bei der Organspende. Schliesslich wollen Ärzte auf keinen Fall noch lebendige Menschen aufschneiden. Sie dürfen es übrigens auch nicht. Dass das Sterben ein Prozess sein soll, stellte die Transplantationsmedizin bereits in ihren Anfangszeiten vor 50 Jahren vor erhebliche Probleme. Glücklicherweise kam allerdings zeitgleich mit der Transplantationsmedizin im Kontext der Intensivmedizin eine neue Todesdefinition auf: der Hirntod. «Der Hirntod hat den Nachteil, dass seine Feststellung nur indirekt möglich ist. Der Ausfall sämtlicher Hirnfunktionen hat aber den Vorteil, dass von hier garantiert niemand mehr zurückkommt. Das Licht ist aus.» Ob, oder besser, zu welchem Grad man damit allerdings tot ist, ist eine andere Frage. «Mit maschineller Beatmung und Kreislaufunterstützung können Hirntote sozusagen am Leben gehalten werden. ‹Tote am Leben erhalten›: Sie sehen bereits an meiner Formulierung, in

welch einem verzwickten Zwischenraum wir uns da bewegen.» Dabei ermöglichte die Spitzenmedizin bereits aufsehenerregende Fälle. So wurde eine hirntote Schwangere so lange am Leben (oder nur ihr Körper am Funktionieren?) gehalten, bis das Kind per Kaiserschnitt geboren werden konnte. «Kann eine tote Frau gebären? Sie sehen, wie komplex die Sache ist! Deshalb mag ich persönlich die Definition des Philosophen Ralf Stoecker: ‹Hirntote sind nicht mehr am Leben, aber noch nicht tot.›»

Wer soll bestimmen?

Zimmermann bewegt sich in den Schattierungen zwischen Dies- und Jenseits. Ein Gast auf Charons Fähr. Vielen von uns ist in diesem Dazwischen unwohl. Uns ist lieber, wenn die Dinge klar sind. Schwarz-Weiss, Ja-Nein, Pro-Contra. Aber Präzision ist dem Ethiker wichtig. Insbesondere bei der Organspende. «Ich bin für Organspenden», sagt er. «Ich habe einen Spenderausweis. Trotzdem hoffe ich, dass die Schweizer Stimmbevölkerung die Widerspruchslösung ablehnt.» Dass die Transplantationsmedizin zum Politikum wird, liegt am Mangel an Spenderorganen. Kranke warten heute bisweilen Jahre auf ein passendes Herz, eine Lunge, Niere oder Leber. Für manche ist es dann zu spät. Deshalb wurde die Volksinitiative ‹Organe spenden – Leben retten› gestartet. Diese fordert eine enge Widerspruchslösung. Wobei ‹eng› bedeutet, dass nur der Spender selbst entscheidet, nicht dessen Angehörige. Und ‹Widerspruchslösung›, dass dieser nicht Ja sagen muss, um Spender zu werden, sondern aktiv Nein sagen müsste, um als Nichtspender zu gelten.

Der Bundesrat hat als Gegenvorschlag die ‹erweiterte Widerspruchslösung› ins Parlament gebracht: Ohne Widerspruch gilt jede Person als Spenderin, aber die Angehörigen haben das letzte Wort. «Nach diesem Modell verfährt beispielsweise Österreich praktisch gesehen heute, obgleich dort gesetzlich die enge Lösung gilt. Wenn Sie zu unseren Nachbarn zum Skifahren gehen, sind Sie Organspender, ob Sie das wollen oder nicht. Zwar könnten Sie

sich in ein spezielles Register eintragen, das werden Sie aber kaum tun. Sogar unter Österreicherinnen und Österreichern haben das bloss 4000 Personen getan – also mehr oder weniger niemand.» Eigentlich müsste man annehmen, dass es in Österreich nun sehr viel mehr verfügbare Organe gibt, aber das ist nicht der Fall. «Die Angehörigen lehnen die Spende oft ab.»

Herz retten – oder Herz brechen?

Es ist ein Punkt, der vor lauter medizinischen und juristischen Erörterungen gerne vergessen geht: Sterben ist eine soziale Angelegenheit. «Auf der einen Seite gibt es Regeln, Richtlinien und Protokolle, und die werden auch professionell befolgt. Zugleich ist da aber eine Familie, die einen Angehörigen verliert, die einen Trauerprozess durchläuft. Und die benötigt ebenfalls ihren Platz, Zeit um loszulassen und um zu verstehen, was gerade geschehen ist.» Diesen Raum, diese Zeit kann die Medizin aber kaum bieten. Hier sind schnelle, effiziente, sterile Abläufe entscheidend. «Stoppen Herz und Kreislauf, werden die Organe nicht mehr mit Blut versorgt. Von dem Moment an gehen die Organe kaputt. Bei einer Spende infolge eines Herz-Kreislauf-Todes, die in der Schweiz auch praktiziert wird, kommt es auf Minuten an. In manchen Ländern wartet man 20 Minuten nach der Todesfeststellung, um auf Nummer sicher zu gehen. In der Schweiz wartete man bis vor kurzem noch 10 Minuten, heute sind es noch fünf. Dann wird damit begonnen, Organe zu entnehmen.»

Aus Sicht der Medizin bedeutet das, dass der Verstorbene wieder in den Operationssaal muss. Idealerweise stirbt er bereits ganz in der Nähe, damit keine Zeit verloren wird. Für die Angehörigen bedeutet es, dass sie ihren Toten erst nach der Explantation bei sich haben können. «Gerade Pflegende, welche die Sterbenden oft lange begleiten, sie auch noch nach dem Eintreten des Hirntods waschen und rasieren, haben oft keinen Spenderausweis. Die Tätigkeit der Explantationsteams erinnert eher an die von Metzgern als von Ärzten. Das ist für diejenigen, die das unmittelbar mitbekommen, manchmal schwer erträglich.»

Bitte ankreuzen

Der Umgang mit der Organspende ist kulturell unterschiedlich. In Japan wird wenig gespendet. Im französischen Sprachraum besteht ein eher nutzenorientierter Umgang, im deutschen Sprachraum wird die Selbstbestimmung betont. Ob eine Person spenden möchte, entscheidet sie selbst. «Überhaupt wird die Selbstbestimmung am Lebensende immer wichtiger. Ein Stück weit ist das zwar auch eine Illusion, da niemand weiss, wie er oder sie letztlich stirbt.»

Trotz allem: Ethiker Zimmermann ist für die Organspende. «Womit ich ein Problem habe, ist, dass der Staat hingehet und sagt, wer sich nicht äussert, gilt als spendebe-

reit. Das geht mir zu weit.» Was wäre für ihn denn eine geeignete Methode? «Ich bin für eine Erklärungslösung. Jede Person soll regelmässig zur Organspende befragt werden, beispielsweise bei der Erneuerung der ID. Ein simples Kreuzchen würde genügen: Ja / Nein / Ich will mich dazu nicht äussern. Die Leute der ersten Gruppe gelten dann als spendebereit. Die der beiden anderen nicht.»

Benedikt Meyer ist freischaffender Wissenschaftsredaktor und Buchautor.

Hirn tot

Der Hirntod bezeichnet den irreversiblen Ausfall aller Hirnfunktionen sowohl des Grosshirns, wie auch des Hirnstamms. Häufigste Ursachen sind Hirnblutungen, Sauerstoffmangel oder ein schweres Schädel-Hirn-Trauma. In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts konnten Mediziner erstmals bewusstlose Patienten ohne Atemantrieb dank maschineller und medikamentöser Unterstützung am Leben erhalten. Sie hätten im Prinzip weiter behandeln können – oder gar müssen – obschon aufgrund der irreversiblen Hirnschäden keine Perspektive auf Heilung oder auch nur das Wiedererlangen des Bewusstseins bestand. Das Konzept des Hirntods löste dieses Dilemma.

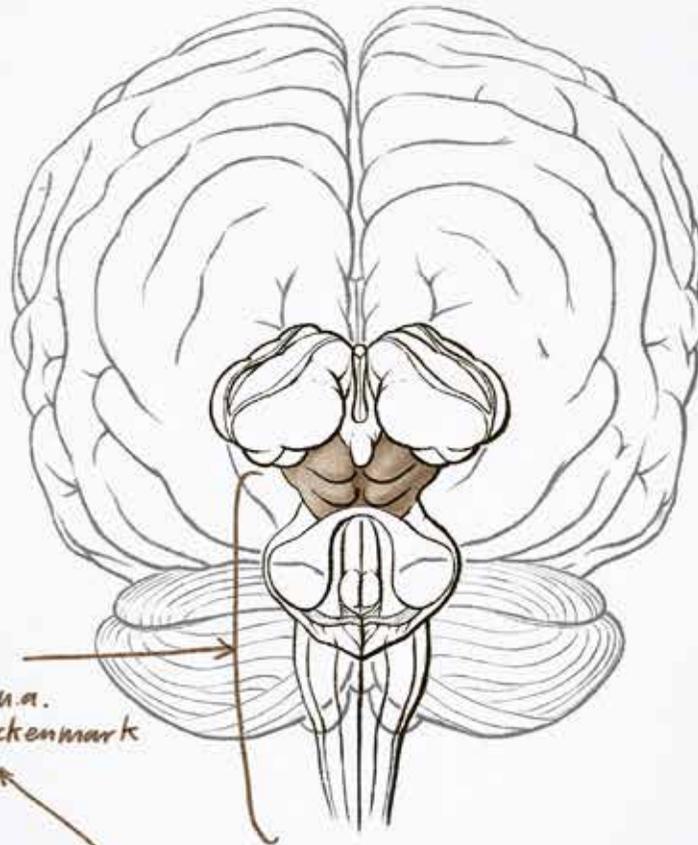
Einige übers Rückenmark laufende Reflexe funktionieren bei Hirntoten weiterhin. Ausserdem können sie noch immer schwitzen, zucken oder urinieren. Sie haben einen Puls und einen messbaren Blutdruck. Das alles vermittelt Angehörigen den Eindruck, die Patienten seien weiterhin am Leben. Reflexe, die über den Hirnstamm laufen, fallen bei Hirntoten aber aus. So der Würgereflex, der Hustreflex, aber auch Reaktionen auf Schmerz. Am wichtigsten aber ist, dass Hirntote nicht selbständig atmen können. Ohne maschinelle Unterstützung träte deshalb sofort auch der Herz-Kreislauf-Tod ein.

Unser Experte ► **Markus Zimmermann** ist Theologe und Ethiker. Er hat in Frankfurt und Freiburg studiert, in Freiburg promoviert und habilitiert. Er ist Lehr- und Forschungsrat und seit 2014 Titularprofessor am Departement für Moralthologie und Ethik unserer Universität. Er lehrt und forscht zu Fragen der Sozialethik, der Verteilungsgerechtigkeit im Gesundheitswesen und der Bioethik. Er ist Vizepräsident der Nationalen Ethikkommission (NEK), die sich zuletzt 2019 zur Organspende geäussert hat (www.nek-cne.admin.ch). markus.zimmermann@unifr.ch

Mesencephalon

Weiterleitung von Seh + Hörimpulsen ↴

schnelles
Hinschauen
bei lautem
Knall



Hirnstamm
kommuniziert n.a.
zw. Gehirn + Rückenmark

Mittelhirn

Eine der ältesten Hirnregionen – das Mesencephalon – befindet sich im Hirnstamm und beinhaltet verschiedenste Kerngebiete mit vielfältigen Funktionen. So ist das periaquäduktale Grau (PAG) beispielsweise involviert in der Schmerzverarbeitung oder im Defensiv-Verhalten, die Vierhügelplatte (Lamina quadrigemina) erhält und verarbeitet auditive und visuelle Informationen aus dem Metathalamus, das ventrale Tegmentum ist essenzieller Bestandteil des Belohnungssystems und die Kerngebiete der

dritten und vierten Hirnnerven sind verantwortlich für die motorische Steuerung des Augapfels. Das wohl bekannteste Kerngebiet im Mesencephalon – die Substantia nigra – erlangte ihren Bekanntheitsgrad durch den ihr zugrundeliegenden Niedergang der Dopamin produzierenden Zellen, was zum Krankheitsbild des Morbus Parkinson führt.

Neurotransmitter

graue Substanz
umgibt den Zentralkanal
des Mittelhirns

Douleurs chroniques: tout dans la tête?

La fibromyalgie, une des formes les plus fréquentes de douleur chronique reste un mystère. Quel rôle joue le cerveau dans les douleurs chroniques? Une approche transdisciplinaire pourrait éclairer cette question. **Maya Burckhardt, Katharina Ledermann & Chantal Martin-Soelch**

On parle de douleur chronique lorsque la douleur persiste plus de 3 mois. C'est le symptôme principal du syndrome de fibromyalgie, caractérisé par une douleur diffuse dans tout le corps, qui s'accompagne d'autres symptômes, tels que fatigue chronique, troubles du sommeil, dépression, troubles gastriques, etc.. Il touche plus fréquemment les femmes. La Ligue suisse contre le rhumatisme estime que sa fréquence en Suisse oscille entre 0,5% et 5%. Cette maladie représente une souffrance physique et mentale. En effet, les personnes concernées n'ont longtemps pas été prises au sérieux, entre autres parce que ses causes restent encore largement méconnues.

Comme beaucoup de patient·e·s ayant une maladie chronique invisible, les malades entendent souvent que «c'est dans leur tête». Et même si cette affirmation sous-entend qu'il s'agirait d'un mal imaginaire, elle n'est pas complètement fautive, puisque des recherches récentes indiquent que les causes de la fibromyalgie auraient un lien avec l'activité neuronale dans le cerveau.

Ainsi, bien qu'il n'y ait pas encore de consensus définitif, de plus en plus d'études suggèrent que plusieurs facteurs en seraient à l'origine, dont un dysfonctionnement du système nerveux central, en particulier en lien avec l'activité de neurotransmetteurs spécifiques. Mais ce syndrome serait également lié à des facteurs tels que le stress, le système hormonal, le système immunitaire, etc.

Les défis majeurs de la recherche sur la fibromyalgie sont, d'une part, de mieux comprendre les mécanismes impliqués et, d'autre part, de développer des traitements pour permettre de soulager les patient·e·s. En effet, il

n'existe actuellement pas ou peu de traitements vraiment efficaces et les médicaments autorisés ont souvent de nombreux effets secondaires.

Quel lien avec le cerveau?

De plus en plus d'études montrent que des changements dans l'activité neuronale seraient impliqués dans la douleur chronique en général et dans la fibromyalgie en particulier. Au sein de ces mécanismes, on a notamment observé une altération du système lié à la dopamine, un des neurotransmetteurs du cerveau. L'activité de la dopamine est aussi connue pour son implication dans le traitement des informations de récompense, que traite de manière spécifique un réseau de régions du cerveau. Ce système joue un rôle important dans la motivation, les apprentissages et dans les comportements d'approche en général.

La neuro-imagerie, quand la science devient art

Dans ce contexte, des études ont montré, par exemple, que le cerveau de personnes souffrant de fibromyalgie libérait moins de dopamine en réponse à une stimulation douloureuse que celui de personnes en bonne santé. De précédentes études de notre groupe de recherche indiquent que la dopamine module différemment la perception de la douleur chez les personnes souffrant de fibromyalgie que chez des personnes contrôles. De plus, les réponses du cerveau à la récompense (comme, par exemple, gagner de l'argent dans un jeu proposé sur ordinateur) sont impactées chez les personnes souffrant de fibromyalgie. Ces résultats soutiennent l'hypothèse qu'il y aurait un lien entre

la douleur et le système de récompense. Il pourrait s'agir de processus différents, voire opposés, mais qui s'influenceraient mutuellement. Par exemple, l'expérience de la récompense pourrait être diminuée lorsqu'on ressent de la douleur.

Ces résultats ont pu être obtenus avec des techniques actuelles de neuro-imagerie, qui permettent d'identifier les zones du cerveau impliquées dans certains processus et d'explorer des différences entre des personnes en bonne santé et des personnes souffrant de douleur chronique par exemple. Les méthodes de neuro-imagerie passent par l'utilisation de scanners. Ces outils permettent d'obtenir des images du cerveau de manière non invasive. Pour en citer deux: la tomographie par émission de positrons (TEP) permet d'observer l'activité chimique du cerveau, en mesurant, par exemple, la dopamine grâce à une substance injectée dans le sang. Tandis que l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), permet d'observer indirectement l'activité neuronale lorsqu'une tâche est exécutée par une personne dans le scanner. Ces techniques ont permis de grandes avancées dans notre compréhension du fonctionnement du cerveau humain, ainsi que dans l'investigation des mécanismes de maladies dont l'origine se trouve dans le cerveau.

Pleine conscience

Les techniques de neuro-imagerie ont permis de mieux cibler les mécanismes impliqués dans la fibromyalgie, même s'il reste encore beaucoup à apprendre sur leur fonctionnement. Sur la base des résultats précédemment cités, notre groupe de recherche s'intéresse à des formes d'interventions psychologiques qui pourraient restaurer l'activité de la dopamine. Les interventions liées à la pleine conscience y jouent un rôle intéressant, car elles semblent avoir un effet sur la douleur tout en agissant sur le cerveau. Certaines études suggèrent même qu'elles pourraient rétablir les réponses du cerveau à la récompense. La pleine conscience se base, entre autres, sur la tradition bouddhiste et la méditation. Elle a gagné en popularité grâce à l'élaboration de programmes structurés de gestion du stress par Jon Kabat-Zin. Dans ce cadre, le projet FIBRODOPA, financé par le Fonds national suisse pour la promotion de la recherche, est actuellement conduit au niveau national sur 3 sites – le Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV), l'Université de Fribourg et l'Hôpital universitaire de Zurich – pour tester les effets d'une intervention combinant des méthodes de pleine conscience et des méthodes d'approche cognitivo-comportementale.

Trouver un traitement, un vrai challenge

Ce projet se confronte aux aspects complexes de la recherche sur le cerveau à plusieurs niveaux. D'abord intrinsèquement, comment interpréter les résultats d'une

recherche sans tomber dans la spéculation? Une altération du système dopaminergique chez les personnes atteintes de fibromyalgie étant l'une des hypothèses de base, il est, par exemple, difficile de comprendre les mécanismes impliqués au niveau cellulaire avec les méthodes actuelles, qui ont leurs limites en termes de résolution spatiale et temporelle. Il est donc judicieux de combiner plusieurs mesures et approches afin d'exploiter leur complémentarité.

Il est également complexe de comprendre les interactions entre les processus psychologiques et neurobiologiques. Une approche combinant ces deux aspects est cependant prometteuse pour la fibromyalgie, dont les causes sont plurifactorielles et pour laquelle il est difficile de développer des traitements n'agissant que sur un seul système. L'intérêt de notre projet réside donc dans la compréhension des mécanismes neurobiologiques impliqués et des effets d'un potentiel traitement ciblant ces mécanismes.

Les personnes impliquées dans le domaine de la recherche sur le cerveau doivent faire face à un subtil jeu d'équilibriste entre la multitude de possibilités qu'offrent les outils actuels de neuro-imagerie et les limites de ces derniers. Ces chercheurs-euses sont donc poussé-e-s à la réflexion dans leurs choix. La recherche sur le cerveau mise toujours plus sur la pluridisciplinarité, impliquant à la fois des connaissances techniques sur la méthode d'investigation, neurobiologiques, physiologiques, ainsi que des troubles et des processus cognitifs.

Notre experte ► **Maya Burckhart** est doctorante FNS au Département de psychologie dans le cadre du projet FIBRODOPA. Si vous êtes concerné-e par la fibromyalgie ou intéressé-e à participer au projet FIBRODOPA, n'hésitez pas à la contacter.
maya.burckhardt@unifr.ch

Notre experte ► **Katharina Ledermann** est maître-assistante au Département de psychologie.
katharina.ledermann@unifr.ch

Notre experte ► **Chantal Martin-Soelch** est professeure au Département de psychologie.
chantal.martinsoelch@unifr.ch

Taktgeber der inneren Uhren

Jede einzelne Zelle in unserem Körper hat eine innere Uhr. Für die Synchronisation sorgt die Hauptuhr im Gehirn. Das Wissen über die genauen Abläufe soll nun auch bei der Behandlung von Depressionen helfen, erklärt Biochemiker Urs Albrecht. **Matthias Fasel**

Wenn der Mittag naht, kriegen wir Hunger, am Abend werden wir müde. «Dass es so etwas wie eine innere Uhr gibt, wussten die Menschen schon vor hundert Jahren», sagt Urs Albrecht. Er ist Professor am Departement für Biologie der Universität Freiburg und forscht seit 23 Jahren auf dem Gebiet. Albrecht hat sich der Aufgabe verschrieben, durch Experimente wissenschaftlich zu fundieren, was uns unser Bauchgefühl oft bereits vermuten lässt. Es «molekular und mechanistisch zu fassen», wie er sagt.

Alles hat seine Zeit

Um zu verstehen, wie die innere Uhr genau funktioniert, experimentierten Forschende in den 1970er Jahren zunächst mit Fliegen, ehe sie in den Neunzigern bei Mäusen und Menschen begannen, Uhren-Gene zu entdecken. «Mittlerweile wissen wir, dass es in jeder einzelnen Zelle unseres Körpers eine solche innere Uhr hat. Sie besteht aus Genen und Proteinen, die miteinander interagieren.» Alles hat seine Zeit, jeden Tag beginnt alles neu. Der Kreislauf der Expression – der Produktion und des Abbaus der Proteine – dauert ungefähr 24 Stunden. «Wir sind ein grosser Uhrenladen», sagt Albrecht und weist darauf hin, dass das zu Problemen führen kann. «Wenn ich um 9 Uhr mit einem Freund abmache, treffe ich ihn nur pünktlich, wenn unsere Uhren die gleiche Zeit anzeigen.» Deshalb gibt es Atomuhren, die dazu dienen, die Uhren zu synchronisieren.

Auch der Körper hat eine Schaltzentrale, die für die Synchronisation der inneren Uhren zuständig ist: das Gehirn. Die Hauptuhr sitzt ganz im Zentrum, im suprachiasmatischen Nucleus (SCN), unter dem Hypothalamus, gleich über dem optischen Chiasma. «Diese Hauptuhr taktet alle anderen Uhren. Das Gehirn sagt zum Beispiel: Jetzt ist es in der Leber Zeit für Metabolismus, wir brauchen Energie.»

Das Gehirn korrigiert ständig

Nun ist es für uns Menschen nicht sinnvoll, als isolierte Zeitsysteme herumzulaufen. «Wir müssen uns ja auch unserer Umwelt anpassen. Um die Prozesse im Innern des Körpers zu koordinieren, muss die Hauptuhr im Gehirn deshalb immer auch wissen, wie es zeitlich um uns herum aussieht.» Darum ist der SCN empfindlich auf Licht. Konkret projizieren spezielle Nervenzellen – *Intrinsically photosensitive retinal ganglion cells* genannt – vom Auge direkt in den SCN die Information, ob wir Licht oder Dunkelheit sehen. Damit kann unser Gehirn die zahlreichen Uhren im Körper mit der Umgebung synchronisieren. Weil der Zyklus der inneren Uhr beim Menschen einen Tick länger dauert als 24 Stunden, korrigiert die Hauptuhr im Gehirn dank der Lichtinformationen die Uhr jeden Tag um eine bis zwei Minuten. Sie ermöglicht aber auch grössere Korrekturen. «Fliegen wir in die USA, passt sich unser Körper via Zentraluhr über die Lichtsignale Schritt für Schritt an. Insgesamt dauert das aber etwa eine Woche. Bis dahin haben wir einen Jetlag.»

Gefahren des modernen Lebensstils

Der Jetlag ist das gängigste Beispiel, bei dem wir erleben, was passiert, wenn unsere innere Uhr durcheinandergerät. Wir sind müde, gereizt und unkonzentriert. Entsprechend wichtig für Gesundheit und Wohlbefinden sei ein getaktetes Leben, sagt Urs Albrecht. «Da sagt zum Beispiel der Körper: 'Es ist Abend, wir müssen die Zellen reparieren oder eliminieren.' Das ist wichtig, weil sie sonst entarten und dadurch zum Beispiel Krebszellen entstehen können. Wird nun das Zeitsystem durcheinandergebracht, wird die Reparatur verschoben, im schlechtesten Fall auf den Sankt Nimmerleinstag. Dadurch steigt das Risiko, Krankheiten

zu entwickeln.» Ein konkretes Beispiel: Die innere Uhr reguliert die Zellerneuerung der Haut. Reise ich nun nach Australien und lege mich dort gleich an die Sonne, ist das UV-Licht besonders gefährlich, weil sich die Haut im Nachtmodus befindet und die Zellschädigung um diese Zeit wesentlich grösser ist.

Es muss aber nicht immer eine Reise in eine andere Zeitzone sein, um unsere Uhr durcheinanderzubringen. Der moderne Lebensstil birgt zahlreiche Gefahren. Das blaue Licht der Bildschirme etwa, nicht zuletzt durch Handys omnipräsent, unterdrückt das Schlafhormon Melatonin. «Am Abend lange auf einen Bildschirm zu starren ist deshalb alles andere als ideal.» Erst recht, wenn es mit «verstreutem Snacken», wie Albrecht es nennt, verbunden wird. «Wir kommen nach Hause, setzen uns vor den TV, wo in der Werbung mit Pizza, Chips und Schokolade unser Belohnungssystem im Gehirn getriggert wird. Wir essen, ohne wirklich Hunger zu haben. Wo soll der Körper in der Nacht mit dieser Energie hin? Es bleibt ihm nichts anderes übrig, als sie zu speichern.» Auch für Nahrungsaufnahme und Verdauung gibt es eine vorgesehene Zeit, Volkskrankheiten wie Übergewicht und Diabetes haben deshalb auch mit dem Durcheinanderbringen der inneren Uhr zu tun.

«Es muss nicht immer eine Reise in eine andere Zeitzone sein, um unsere Uhr durcheinanderzubringen»

Urs Albrecht will nicht alarmistisch sein, ab und zu seien solche Störungen kein Problem. «Aber wenn die Uhr chronisch durcheinandergerät eben schon, dann wird der Prozess zerstückelt, der innere Zusammenhalt schwindet, die Koordination wird schwieriger.» Er vergleicht es mit einem Kind in der Schule, das ständig abgelenkt wird. «Es versucht dann trotzdem, alles irgendwie zu machen, aber womöglich alles gleichzeitig und nichts richtig.»

Uhren-Gene gegen Depressionen

Mit ihrer Forschung versuchen Albrecht und sein Team nicht nur das Bewusstsein für die Vorgänge zu stärken, sondern auch Wege zu finden, die durcheinandergeratenen Prozesse wiederherzustellen oder sogar zu optimieren. Derzeit untersuchen sie die Zusammenhänge zwischen der inneren Uhr und dem Wohlbefinden. «Leute, die oft zwischen den Zeitzonen hin- und herreisen, tragen am Morgen eine Sonnenbrille. Sie wissen, dass Licht zum falschen Zeitpunkt den Jetlag verstärken und zu Sehstörungen und

Verwirrtheit im Kopf führen kann.» Der SCN ist nicht die einzige Region im Gehirn, die lichtsensitiv ist, auch Regionen, die das Wohlbefinden und das Belohnungssystem regulieren, sind es. «Licht zum falschen Zeitpunkt kann leichte Depressionen auslösen, zum richtigen Zeitpunkt diese aber auch unterdrücken. Wir sind zurzeit daran, bei Mäusen mit Lichtbehandlungen depressive Effekte aufzuheben.» Und zwar, indem ihre innere Uhr nach vorne geschoben wird. Einmal pro Woche werden sie um vier Uhr morgens 30 bis 60 Minuten lang starkem Licht ausgesetzt. Dadurch wird nicht nur das Uhren-Gen im SCN induziert, sondern auch ein Uhren-Gen in einer anderen Hirnregion, der Habenula, angestellt. Das Spezielle an diesem Gen: Es reagiert nur spät in der Nacht, beziehungsweise früh am Morgen. «Wird es aber angestellt, sorgt es dafür, dass sich das Wohlbefinden verbessert.»

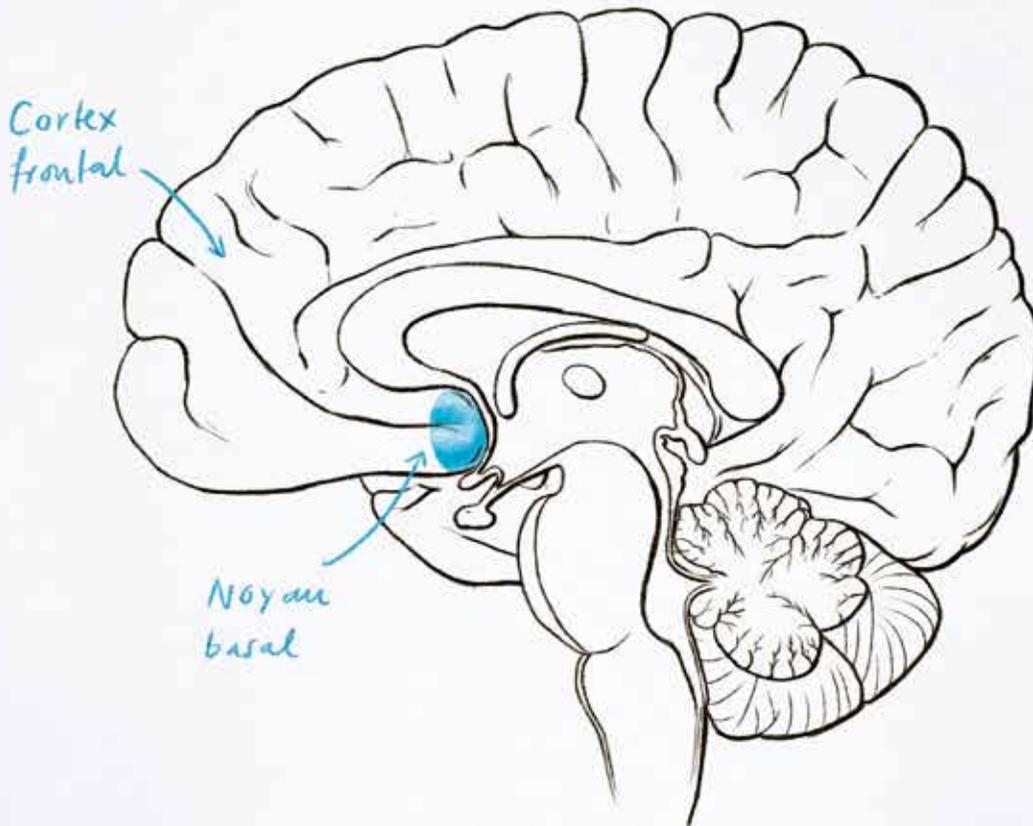
Depressionen können auch im Zusammenhang mit den Uhren-Genen stehen, davon ist Albrecht überzeugt. «Je nachdem, welches Gen wir bei den Mäusen herausnehmen, reagieren sie nicht mehr auf Licht und werden stark depressiv.» Eine Erkenntnis, die auch für Therapien bei Menschen wertvoll sein könnte. «Sie kann dabei helfen, gewisse Formen von Depressionen abzuschwächen.» Er denkt da vor allem an den *seasonal affective disorder*, der im Winter entstehen kann, wenn die Tage kurz sind. Das Belohnungssystem im Gehirn schüttet unter anderem den Neurotransmitter Dopamin aus, im Volksmund auch bekannt als Glückshormon. Die Menge variiert je nach Tageszeit. Leute, die depressiv sind, weisen aus biochemischen Gründen oft ein niedriges Level davon auf. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Ausschüttung zu erhöhen: etwa durch Psychopharmaka, Alkohol, Drogen oder körperliche Aktivität. Die meisten sind jedoch nicht nachhaltig und haben Nebenwirkungen. «Licht ist eine billige und gesunde Alternative. Zur ungewöhnlichen Zeit präzise eingesetzt, kann es die Amplitude der Neurotransmitter verbessern – das System also boosten und dafür sorgen, dass wir uns besser fühlen.»

Matthias Fasel ist Gesellschaftswissenschaftler und Journalist.

Unser Experte ► **Urs Albrecht** ist Professor am Department für Biologie der Universität Freiburg. Die Forschung an der inneren Uhr gehört seit 23 Jahren zu den Kerngebieten des Biochemikers.
urs.albrecht@unifr.ch

Noyau basal

Service de communication
du cerveau



↳ H. prosencéphale basal,
bien moins digeste

Le noyau basal, mauvaise traduction de *basal forebrain* en anglais, est une structure complexe du cerveau, cachée derrière le cortex frontal. Nous savons qu'il est l'un des principaux producteurs d'acétylcholine (ACh). Dans les maladies d'Alzheimer ou de Parkinson, les neurones fabriquant l'ACh sont très durement touchés – le cerveau ne fabrique alors plus assez de ce neurotransmetteur, pourtant essentiel et provoque des troubles de la mémoire, de l'apprentissage ou de l'attention, entre autres. Le noyau basal

peut aussi influencer le fonctionnement du thalamus et des cortex sensoriels, avec lesquels il communique directement. Il joue donc un rôle important dans la manière dont nous percevons le monde qui nous entoure. L'organisation du noyau basal, ainsi que les mécanismes précis de ses communications avec le reste du cerveau sont en cours d'étude dans le laboratoire du Professeur Gregor Rainer.

↳ MOLÉCULES → NEURONES → COMMUNICATION
ENTRE EUX

↳ 1 des principaux neurotransmetteurs
du cerveau

Auf den Kopf gestellt

Diagnose: Hirntumor. Das Leben steht still, nichts ist mehr wie vorher. Ein Betroffener, ein Krebsforscher und ein Neurologe sprechen über Schock, Angst und Unsicherheit. **Claudia Brühlhart**

Stellen Sie sich doch bitte kurz vor.

Sebastian Schief: Ich bin Soziologe, 52 Jahre alt. Arbeite hier am Departement für Sozialarbeit, Sozialpolitik und globale Entwicklung. Im Juni 2020 wurde bei mir im Rahmen von Untersuchungen aufgrund eines epileptischen Anfalls ein Hirntumor festgestellt.

Jean-Marie Annoni: Ich bin Neurologe, arbeite hier an der Uni und am Kantonsspital.

Curzio Rüegg: Ich habe in Basel Medizin studiert. Über die Immunologie bin ich schliesslich am CHUV in Lausanne zur Brustkrebsforschung gekommen. Seit 2010 bin ich wie Jean-Marie Annoni an der Medizinischen und Naturwissenschaftlichen Fakultät tätig.

Wenn wir schon beim Vorstellen sind: Welche Arten von Hirntumoren gibt es?

Curzio Rüegg: Die häufigsten Hirntumore entstehen nicht im Hirn selber, sondern woanders im Körper und wandern dann ins Hirn, wo sie Metastasen bilden. Dann gibt es jene, die innerhalb des Schädels entstehen, wie etwa die Meningiome. Die häufigste Art unter den Primärtumoren sind die Gliome.

Man unterscheidet also in erster Line zwischen Primär- und Sekundärtumoren.

Jean-Marie Annoni: Genau. Primärtumore sind die Extraduraltumore und die Intraduraltumore. Wandern Metastasen ins Gehirn, spricht man von Sekundärtumoren. Das Problem ist, dass man Hirntumore häufig ziemlich spät findet. Manchmal verändert sich die Persönlichkeit von jemandem, man denkt zuerst, die Person sei betrübt oder depressiv – dabei ist es ein Tumor, der auf ein Hirnareal drückt. Als Kliniker bin ich zufrieden, wenn sich ein Hirntumor mit einem epileptischen Anfall ankündigt, das heisst, in einem frühen Stadium. Wenn sich Persönlichkeitsveränderungen zeigen,

hat das Hirn manchmal schon über eine lange Zeit kompensiert und der Tumor ist vielfach schon weiter fortgeschritten.

Sebastian Schief, Sie erlitten im Juni letzten Jahres einen epileptischen Anfall.

Sebastian Schief: Das war verrückt. Ich sitze um die Mittagszeit auf meinem Sofa und schaue fern. Eine Diskussionssendung. Ich höre zu und habe plötzlich das Gefühl, einen brillanten Gedanken dazu zu haben. Dann sagt die nächste Person etwas, ich habe wieder das Gefühl, einen aussergewöhnlich brillanten Gedanken dazu zu haben. Das hat sich noch ein drittes Mal wiederholt – dann bin ich weg. 20 bis 30 Minuten später wache ich auf, die Ambulanz ist da, meine Frau neben mir. Freunde von uns sind da. Das Verrückte daran ist, dass ich mit den Leuten gesprochen habe. Aber ich kann mich nicht daran erinnern. Mein Körper war offenbar komplett starr, ich habe mich gegen Hilfe gewehrt. Dann bin ich mit der Ambulanz ins Kantonsspital gebracht worden, wurde durchgetestet. Anschliessend durfte ich mit dem Taxi wieder nach Hause.

Und dann?

Sebastian Schief: Ich sagte mir: «Shit happens.» Ich mache jetzt noch dieses EEG, das MRI und die Ärztin sagt mir am Freitag: «Alles halb so wild.» So kam es aber nicht. Aber so denkt der Mensch halt. Die Soziologen nennen das Normalitätserwartung. Wir erwarten, dass morgen alles so ist, wie es heute ist. So leben wir. Dass so etwas passieren kann, damit rechnen wir nicht.

Wie lange hat es denn gedauert, bis Sie die Diagnose erfahren haben?

Sebastian Schief: Den epileptischen Anfall hatte ich an einem Sonntag. Die Woche darauf wurden Tests gemacht und am Freitag habe ich erfahren, dass auf dem MRI etwas

ist, das da nicht hingehört. Die Ärztin zeigte mir auf dem MRI einen kleinen grauen Punkt. Es war klar: Das verheisst nichts Gutes. Ich dachte, ich falle vom Stuhl. Buchstäblich. Dieses absolut lähmende Gefühl, dieser komplette Ausnahmezustand, hat vier Monate angehalten.

Jean-Marie Annoni: Sie haben den Moment angesprochen, als die Ärztin Ihnen sagte: «Da ist etwas.» Als Arzt habe ich immer den Eindruck, dass alles, was danach kommt, nicht mehr aufgenommen wird. Der Schock ist so gross. Wäre es besser gewesen, mit der Diagnose noch zu warten?

Sebastian Schief: Auf keinen Fall. Wenn mir jemand erzählt hätte, dass man bei mir vor drei Wochen einen Hirntumor gefunden hat... dann wäre ich, freundlich gesagt, sehr unzufrieden gewesen. Meine Ärztin am Kantonsspital, Dr. Andrea Humm, hat das absolut richtig gemacht.

Curzio Rüegg: Wir sind gar nicht in der Lage, eine solche Diagnose von einem Moment zum andern aufzunehmen und zu verarbeiten. Konnten Sie in dieser Zeit mit jemandem sprechen – zusätzlich natürlich zur Familie?

Sebastian Schief: Ich konnte gar nicht anders, als es mitzuteilen. Es war mir völlig unmöglich so zu tun, als sei alles in Ordnung. Aber was das Annehmen angeht: Ich weiss nicht, wie man eine solche Diagnose annehmen kann. Ich habe es erlebt, ich weiss, was das für mich bedeutet, habe mein Testament geschrieben, eine Patientenverfügung verfasst, meine Konten überschrieben – aber ich weiss nicht, wie man das annimmt. Ich bin Atheist. Ich glaube nicht daran, dass das irgendwie einen Sinn hat. Ich kann versuchen, damit umzugehen. Aber ich habe keine Ahnung, wie man das annimmt.

Jean-Marie Annoni: Sie erlebten einen wahren Kataklysmus Ihres Ichs. *Ça touche le self.* Man kämpft nicht nur gegen den Tumor, sondern auch, um seine Persönlichkeit zu bewahren. Haben Sie den Tumor jetzt als Teil von sich selber angenommen – oder ist es ein Fremdkörper geblieben?

Sebastian Schief: Es ist nicht Teil von mir geworden. Absolut nicht. Das meine ich: Ich kann das nicht annehmen. Für mich ist das jetzt wieder weg. Und es kommt hoffentlich nicht wieder. Ich will nicht lernen «damit zu leben». Und trotzdem ist mein Konzept, mein Leben, absolut nichts mehr wie vorher.

Was hat sich verändert?

Sebastian Schief: Na ja, man hat so Ideen. Pläne. Meine Frau ist Amerikanerin und wir haben vor, früher oder später in die USA zu ziehen. Und dann sitzt du plötzlich da und denkst, dass du das jetzt vielleicht nicht mehr machen kannst. Das hat mich am stärksten getroffen.

Wieviel Zeit verging zwischen der Diagnose und der operativen Entfernung des Tumors?

Sebastian Schief: Am 7. Juni 2020 hatte ich den epileptischen Anfall, am 17. August wurde ich operiert.

Haben Sie diese Zeit vor der OP gebraucht?

Sebastian Schief: Gute Frage. Ich habe mich das selber gefragt. Wäre ich besser dran gewesen, wenn ich eine Woche nach der Diagnose operiert worden wäre? Gleichzeitig ist es so, wie wenn man mit dem Flugzeug 14 Stunden rund um die halbe Welt fliegt. Man braucht eine gewisse Zeit, bis man angekommen ist. Ich habe Zeit gebraucht, um mit meinem Bewusstsein auch nur in die Nähe dieser neuen Erkenntnis zu kommen. Habe viel Zeit verbracht in Gesprächen am Inselspital – auch mit meinem Arzt Dr. Claudio Pollo. Die haben alle hervorragende Arbeit geleistet.

Was haben Sie gemacht in diesen zwei Monaten? Lange Spaziergänge? Informationssuche auf Google?

Sebastian Schief: Es war total absurd. Weil ich ja seit März schon im Homeoffice war. Ich war also eh daheim, in der Unterstadt von Freiburg. In diesen zwei Monaten habe ich mich noch stärker zurückgezogen. Was das Googeln angeht: Als ich die Diagnose schriftlich erhalten habe, besuchte ich auf der Website des Inselspitals eine Seite zu Gliomen und deren Behandlung. Und da fand ich dann auch diese Überlebensrate. Das war für mich absolut verheerend. Hat mich weggehauen. Danach habe ich das nie mehr gemacht.

Wie wurden Sie auf die OP vorbereitet? Gab es ein Worst-Case-Szenario?

Sebastian Schief: Das Worst-Case-Szenario war natürlich, dass ich sterbe. Mir wurde auch gesagt, dass es nicht sicher ist, ob sie das gesamte Ding erwischen, weil es eben nahtlos ins Gehirn übergeht. Das wurde mir am Freitag erklärt, vor der OP am Montag. Vier Ärzte waren anwesend. Es war schrecklich. Ich war völlig am Ende.

Curzio Rüegg: Ein Ereignis im Ereignis.

Sebastian Schief: Ganz genau. Ein Tiefpunkt.

Sie hatten Angst zu erblinden. Bestand diese Gefahr?

Sebastian Schief: Nein... Ich habe mir das eingebildet. Der Sehnerv befand sich ziemlich nahe am Tumor, wenn ich nicht irre. Aber die Ärzte waren sich relativ sicher, dass, wenn irgendwas zerstört würde, dann wäre es die Peripherie des linken oberen Bereiches im Auge. Und das ist dann tatsächlich auch eingetroffen. Es ist eine Sache, was passieren kann und eine völlig andere Sache, welche Form von Angst man entwickelt. Ich hatte natürlich Angst zu sterben. Aber hinzu kam eben auch die Angst, aufzuwachen und nichts mehr sehen zu können.

Können Sie sich an den Moment erinnern, als Sie nach der OP aufgewacht sind?

Sebastian Schief: Ich kann mich nicht an den Moment erinnern, als ich das erste Mal aufgewacht bin. Meine Frau hat mir aber erzählt, dass die Pflegenden im Inselspital mich

angesprochen und ich auf Englisch geantwortet habe. Da wussten sie natürlich erst nicht, ob etwas nicht stimmt. Bis sie dann gemerkt haben, dass ich wohl mit meiner Frau sprechen will – die ist ja englischer Muttersprache.

Sie konnten sehen.

Sebastian Schief: Ja, ich konnte sehen! Mir ging es recht gut. Natürlich habe ich Medikamente gekriegt, weil ich sehr starke Schmerzen hatte auf der Seite, wo der Tumor entfernt worden war. Emotional war ich ein Wrack. Bin ich teilweise immer noch.

Die Operation ist aber sehr gut verlaufen.

Sebastian Schief: Ja, zum Glück. Aber die Unsicherheit war noch da. Noch wusste man nicht, was das genau für ein Tumor ist. Dazu musste er erst noch analysiert werden. Um entscheiden zu können, ob ich weitere Therapien brauche, wie Chemo oder Bestrahlung. Es gibt ja vier Grade, in die man diese Tumoren unterteilt. Meiner war dann ein Grad II Oligodendrogliom. Das heisst, es wächst nicht aggressiv.

Hat es Ihnen geholfen, dass der Feind einen Namen hatte?

Sebastian Schief: Oh ja, das war eine grosse Erleichterung für mich. Zu wissen: okay, wenn dieses oder jenes passiert, dann geht es so und so weiter. Wenn das nächste MRI etwas zeigt, dann wären die nächsten Schritte klar. Ich weiss jetzt auch, dass der Tumor kein schnellwachsender ist, er ist also nicht unmittelbar lebensgefährlich. Das fand ich sehr beruhigend. Ich konnte zum ersten Mal wieder durchatmen.

Jean-Marie Annoni: Wichtig ist, dass es ein Typ II ist. Und dass die Symptome sehr früh aufgetreten sind. Die Tatsache, dass Herr Schief einen geringfügigen Sehverlust in der linken Peripherie zurückbehalten hat, zeigt, dass wahrscheinlich auch eine Marge um den Tumor herum herausgeschnitten wurde. Das ist gut. Damit verringert sich das Risiko einer Infiltration.

Haben Sie das Gefühl, die OP hätte ihre Persönlichkeit verändert?

Sebastian Schief: Ich denke, meine Persönlichkeit hat sich nicht verändert, weil ich eine Hirnoperation hatte, sondern weil ich mich verändert habe. Es wäre naiv zu glauben, dass ich einfach so weitermachen kann wie vorher. Ich muss mir einiges überlegen – an diesem Punkt stehe ich jetzt und insofern ist das eine Veränderung meiner Persönlichkeit. Ein Arzt hat mir gesagt: «Du hast eine zweite Chance bekommen, achte auf dich und halte den Ball flach.»

Was heisst das für Sie?

Sebastian Schief: Ich muss mir Grenzen setzen, eben auf mich achten. Bislang habe ich immer sehr viel gearbeitet. Auch sehr, sehr gerne. Aber ich kann nicht so weitermachen. Das habe ich gemerkt, als ich im Oktober, sechs

Wochen nach der Operation, einen Probenvortrag gehalten habe vor 30 Leuten. Das war ein extremes Erlebnis, das ich niemandem wünsche. Ich hätte das nicht machen sollen.

Jean-Marie Annoni: Der Arzt hätten Ihnen abraten müssen!

Sebastian Schief: Das hat er auch. Auf ihn lasse ich nichts kommen! Mein Arzt und Chirurg, Claudio Pollo war und ist immer sehr transparent. Ich hatte ihn um seine Meinung gebeten. Ich wollte wissen, ob es denkbar ist, dass ich nach der OP am 17. August schon am 9. Oktober einen wichtigen Vortrag halten kann. Er hat gesagt, es sei möglich, aber es gebe auch Grenzen des Machbaren.

Wieso haben Sie den Vortrag schliesslich gehalten?

Sebastian Schief: Ich hatte mich schon lange vor dem epileptischen Anfall für die Stelle beworben, war mittlerweile unter den letzten fünf. Sollte ich das jetzt sausen lassen? Man hat mir auch zu verstehen gegeben, dass die Sache gelaufen ist, wenn ich nicht antrete. Da musste ich entscheiden. Die Belastung war extrem, der Stress hat mich sehr mitgenommen. Dem war ich nicht gewachsen.

Jean-Marie Annoni: Nach einer Hirnoperation fühlen sich die Patientinnen und Patienten häufig schneller wieder zu 100 Prozent fit, als sie es tatsächlich sind. Wenn man mit ihnen beispielsweise Tests macht, dann zeigt sich vielfach, dass das Hirn zwar gut funktioniert, aber halt doch noch nicht ganz so wie vorher.

Sebastian Schief: Absolut. Ich musste mich auch einem neuropsychologischen Test unterziehen. Die gute Nachricht: Mein Hirn funktionierte gut. Die schlechtere Nachricht: Figuratives Sehen war schwierig. Ich musste Kärtchen anschauen mit Dreiecken, Kreisen und ähnlichen Figuren. Etwa 15 Kärtchen. Die Bilder verschwammen buchstäblich vor meinen Augen. Irgendwann habe ich versucht, mir nur noch vier Bilder zu merken. Keine Chance. Beim vierten Bild war das zweite schon wieder weg. Das war erschütternd.

Das Hirn muss sich nach einer Operation zuerst erholen.

Jean-Marie Annoni: Wenn sie beispielsweise sprechen, kommen verschiedene Hirnareale zum Einsatz. Wenn nun ein Areal weniger gut funktioniert, dann braucht das Hirn mehr Energie, um diese temporäre Reduktion zu kompensieren. Es braucht für sehr viele Aktivitäten einfach mehr Energie.

Sebastian Schief: Das ist eindeutig. Ich habe gelegentlich Wortfindungsprobleme. Die Mehrsprachigkeit hilft da auch nicht. Ich bin auch vergesslicher geworden. Rein technisch ist es ja so, dass der operierte Teil des Gehirns vernarbt ist und da auch noch Blut drin ist. Das muss sich erholen und hat entsprechend Einfluss auf die Gehirntätigkeit. Deshalb muss ich mich schonen. Alles kostet viel mehr Kraft.

Auch wenn ein Gehirntumor grosszügig entfernt wird: Es bleibt das Risiko, dass sich ein paar Zellen davon bereits abgesetzt haben könnten.

Jean-Marie Annoni: Die Ärzte sagen nie: *C'est fini*. Man spricht nach zwei Jahren von einer Remission, nach fünf Jahre von einer Heilung. Aber das ist mehr ein Konsensus, als die volle Wahrheit.

Curzio Rüegg: Es gibt gutartige Tumore, die bleiben begrenzt. Gewisse darunter werden nie bösartig. Unter den bösartigen Tumoren bleiben gewisse anfänglich auch begrenzt – und plötzlich werden sie invasiv. Dieser Übergang ist in der Forschung noch nicht klar. Wann und warum tritt er ein? Im Falle von Darm- oder Brustkrebs beispielsweise bleiben die bösartigen Tumorzellen anfänglich noch innerhalb des Epithelgewebes. Verlassen sie diese Umgebung, steigt das Risiko, dass es auch nach einer operativen Entfernung einen Rückfall gibt und zu neuen Tumoren kommt. Nur: Im Hirn gibt es kein Epithelgewebe, die Tumore sind nicht deutlich abgekapselt. Der Übergang vom Tumor zum Gehirn ist fließend. Deshalb versuchen Chirurginnen und Chirurgen häufig, zusätzlich zum Tumor noch etwas Marge herauszuschneiden.

Wie belastend ist es für Sie, Herr Schief, dass Sie sich über die nächsten Jahre regelmässig untersuchen lassen müssen?

Sebastian Schief: Ich bin froh, dass man mir nicht vormacht, es sei jetzt alles vorbei und ausgestanden. Noch bin ich weit davon entfernt, meiner Heilung sicher zu sein. Ich bin besorgt, manchmal sogar sehr. Aber ich bin nicht mehr paralyisiert vor Angst. Allerdings versuche ich häufig zu interpretieren, was meinem Gegenüber gerade durch den Kopf gehen könnte. Ich frage mich, ob die Leute denken: «Der Tumor kommt eh zurück.» Auch nach der OP, als das Resultat noch ausstehend war, habe ich ständig versucht, zwischen den Zeilen meiner Medizinerinnen und Mediziner zu lesen.

Sebastian Schief hat eine Diagnose erhalten, die sein Leben verändert – ja buchstäblich auf den Kopf gestellt – hat. Was raten Sie ihm?

Jean-Marie Annoni: Sie machen das sehr gut. Das Bewusstwerden, dass Sie auf dem Weg der Besserung sind, ist wichtig. Auch der Vorsatz, sich zu schonen, auf sich zu achten, ist gut. Ich denke es ist wichtig, auch eine Art persönliche Arbeit zu machen. Mit Hilfe von aussen, psychologischer Arbeit, sogar einer Wanderung nach Saint-Jacques-de-Compostelle... Es ist eine chronische Krankheit und die braucht medizinische Betreuung. Aber daneben gibt es eben auch die «Selbstbetreuung». Die Leute haben häufig Angst, einen anderen Weg dazu zu nehmen.

Curzio Rüegg: Zuerst einmal möchte ich meinen Respekt ausdrücken: Es braucht Mut, hier darüber zu sprechen. Eine Krankheit stellt uns und unser Leben in Frage. Machen Sie in Ihrem Leben, was Ihnen guttut. Ich glaube fest daran, dass das hilft. Gönnen Sie sich den Luxus, die Dinge, die Ihnen gut tun von jenen zu trennen, die Sie belasten.

Eigentlich sollte das Leben ja grundsätzlich so sein. So eine Situation ist vielleicht auch eine Chance, das Beste zu erleben. Sich auf das Wesentliche zu konzentrieren. *Se faire du bien*. Ein Spaziergang, schöne Worte, Familie und Freunde. *Sebastian Schief:* Das ist die Lehre, die ich daraus ziehe. Was kann ich, was will ich? Das muss ich für mich definieren. Das konnte ich noch nie gut. Jetzt denke ich jeden Tag darüber nach, was ich machen kann und worauf ich verzichten sollte. Damit jeder Tag ein guter Tag wird.

Claudia Brühlhart ist Chefredaktorin des Wissenschaftsmagazins «universitas».

Unser Experte ► **Sebastian Schief**

hat in München Soziologie, Ökonomie und Psychologie studiert. Seit 2005 ist er an der Unifr tätig, zuerst als Oberassistent, seit 2008 als Lehr- und Forschungsrat am Departement für Sozialarbeit, Sozialpolitik und globale Entwicklung. Er forscht in den Bereichen Arbeitsmarkt, Arbeitszeit, industrielle Beziehungen, Arbeitsorganisation, Organisations- und Wirtschaftssoziologie, Prekarisierung, Sozialpolitik und Globalisierung.
sebastian.schief@unifr.ch



Unser Experte ► **Curzio Rüegg**

studierte Medizin, Immunologie, Zell- und Molekularbiologie in Basel, Zürich und San Francisco. Seit 2010 ist Curzio Rüegg Professor am Lehrstuhl für Pathologie der Unifr und forscht in den Bereichen Metastasierung, Therapieresistenz und Biomarker bei Brustkrebs.
curzio.ruegg@unifr.ch



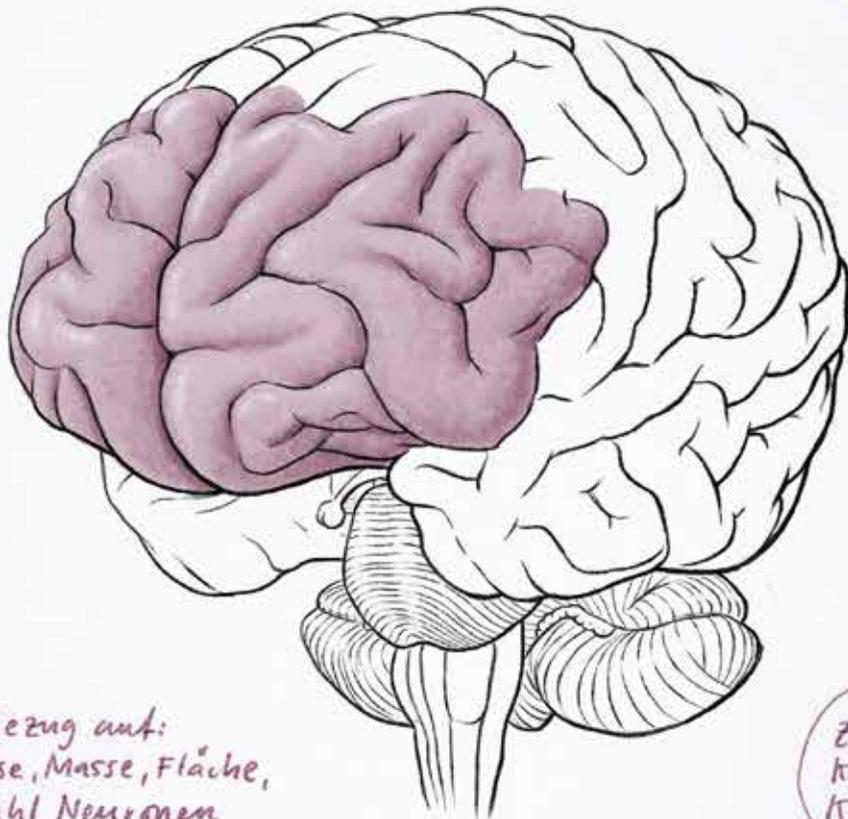
Unser Experte ► **Jean-Marie Annoni**

hat sich nach dem Medizinstudium in Genf auf Neurologie, Verhaltensneurologie und Neurowissenschaften spezialisiert. Seit 2010 ist er als Professor für Neurologie an der Unifr und als Neurologe am HFR tätig. Seit 2018 ist er Co-Leiter der Abteilung für Neurologie am HFR. Seine Forschung befasst sich mit Gedächtnis- und Sprachstörungen, degenerativen Erkrankungen und Kopfschmerzen.
jeanmarie.annoni@unifr.ch



Präfrontaler Kortex

Sitz der Persönlichkeit



in Bezug auf:
Grösse, Masse, Fläche,
Anzahl Neuronen

Z.B. Nagel-
kauen od.
Kautsucht

Der Präfrontalkortex unterscheidet das menschliche Gehirn im Wesentlichen von dem jeder anderen Spezies und bildet die Hirnregion, die sowohl stammesgeschichtlich als auch in der Individualentwicklung erst als letzte Struktur komplett ausreift (im Menschen erst mit ca. 25 Jahren). Die Funktion des Präfrontalkortex ist es, weitestgehend Entscheidungen zwischen sich gegenüberstehenden Optionen zu treffen, die oft entweder kognitions- oder emotionsgetrieben sind. Indem der Präfrontalkortex eine hemmende Wirkung

auf verschiedenste niedrigere Hirnregionen ausübt, ist er beispielsweise unerlässlich für die Impulskontrolle, sowie für moralisches und prosoziales Handeln. Läsionen in dieser Hirnregion können somit mit schwersten Persönlichkeitsveränderungen und eingeschränkter Entscheidungsfähigkeit einhergehen.

rational instinktiv

Z.B.
Enthemmung
Rüpelhaftigkeit

etwas teilen
anderen helfen
(muss nicht selbst-
los sein)

Die grosse Vernetzung

Das Hirn ist keine Maschine mit klar getrennten Funktionseinheiten.

Das zeigt sich auch anhand eines laufenden Experiments zum Sprachverständnis, das eine Masterstudentin der Uni Freiburg zusammen mit Neurolinguisten der Universität Zürich durchführt. **Roland Fischer**

Jessica Jacobs Hand zuckt leicht, während die seltsame schwarze Sonde, eine Magnetpule, nah über ihrem Kopf verharrt. Noch einmal drückt Basil Preisig einen Knopf, dem Klicken folgt prompt wieder ein Zucken in der Hand. Jacobs Gehirnrinde wurde gerade «nichtinvasiv» stimuliert, mit einem Magnetfeld, das ziemlich punktgenau das motorische Zentrum der Hand getroffen hat. Die Handmuskulatur reagiert unwillkürlich, sonst spürt Jacobs kaum etwas von dem «Eingriff». Die junge Psychologin, die an der Universität Freiburg ihren Master macht, hat sich als Versuchsperson zur Verfügung gestellt, um vorzuzeigen, welchen Effekt Magnetfelder auf das Gehirn haben können. Allzusehr wundern sollte einen die Wirkung ja nicht – man weiss schliesslich, dass das Gehirn im Wesentlichen ein elektrisch funktionierendes Organ ist. Bloss wie genau dieses Organ funktioniert, verstehen wir auch bald zweihundert Jahre nach der Entdeckung der «tierischen Elektrizität» noch nicht im Detail. Unser Alltags-Zugriff auf das Wesen und Wirken des Gehirns folgt ganz dem simplen Descartschen «Ich denke also bin ich»: Wir wissen unmittelbar, dass unser hochentwickeltes Gehirn uns befähigt, diesen Text zu lesen, zu interpretieren und bedeutungsvoll darauf zu reagieren. Jacobs interessiert sich aber für die konkreteren Fragen dahinter: «Wie entsteht aus dieser Ansammlung von Nervenzellen ein Kommunikationssystem? Was genau geschieht im Gehirn wenn wir Sprache hören?»

Multitasking im Gehirn

Lange hatten sich die Neurologen und die Neurolinguisten mit ihnen darauf kapriziert, genau voneinander separierte Hirnregionen mit entsprechend klar zugeteilten Aufgabenstellungen zu bestimmen – ein wenig als wäre das Gehirn eine grosse, komplex zusammengebaute Maschine. Jacobs erinnert das an die Phrenologie, diese seltsame Wissenschaft der Schädelformen aus dem 19. Jahrhundert, von der eigentlich bloss noch die hübschen, mit geistigen Fähigkeiten beschrifteten Kopfkeraiken übrig sind. Die Hirnchirurgie hat dieses Denken in Arealen dann weiter gepflegt, aus nachvollziehbaren Gründen: Weil es natürlich

einfacher ist, im Gehirn zu operieren, wenn man davon ausgeht, dass man nur klar begrenzten Schaden anrichtet. Die zeitgenössische Hirnforschung hat sich von solch simplen Schemen allerdings längst verabschiedet, heute versteht man Hirnfunktionen eher als komplexe Netzwerke. Jacobs sagt gar, für sie sei das Gehirn das komplizierteste System, das es im Universum gibt. Es klingt nicht nach Ohnmacht und Überforderung, wie sie das so sagt, sondern nach grosser Faszination. Denn wenn da oben sehr vieles mit sehr vielem anderen zusammenhängt, dann sorgt das natürlich einerseits für Schwierigkeiten, in der Hirnchirurgie zum Beispiel, offenbart aber andererseits auch grosse Potentiale. Was also, wenn Hirnareale, die eigentlich fürs Sprechen genutzt werden, auch für das Verstehen nützlich sind? Das Ziel des Forschungsprojekts, das Jacobs zusammen mit Alexis Hervais-Adelman und Basil Preisig von der Universität Zürich durchführt, ist es herauszufinden, ob wir auf diesem Weg zusätzliche Kapazitäten für das Verstehen von Sprache freischalten können.

«Ein kleines Treatment vor der nächsten Lohnverhandlung vielleicht?»

Tatsächlich stehen Geräte, wie sie Basil Preisig eben bedient hat, auch in manchen Labors, in denen man sie nicht unbedingt erwarten würde, so zum Beispiel bei Ökonomen, die herausfinden möchten, ob man Menschen mit Hirnstimulation altruistischer oder egoistischer machen kann. Ein kleines Treatment vor der nächsten Lohnverhandlung vielleicht? Alles noch Zukunftsmusik – und wohl auch ein wenig schemenhafter gedacht als es in der seriösen neurolinguistischen Forschung der Fall ist. In der Forschungsarbeit von Jacobs und Preisig geht es um etwas Anderes: Sie wollen verstehen, wie verschiedene Hirnareale zusammenwirken wenn wir sprechen beziehungsweise wenn wir Sprache verstehen. Man stutzt: da gibt es doch einen klaren Unterschied? Hier kognitives Vermögen, dort motorische

Fähigkeit. Aber die beiden Areale sind wohl viel enger verknüpft als es den Anschein macht – das haben schon eine Reihe von neurologischen Studien aufgezeigt.

Wie untersucht man aber so einen Netzwerk-Zusammenhang, ohne dass man sich im grossen korrelierenden Ungefähr verliert? Dazu behelfen sich Jacobs und Preisig mit einem ganzen Arsenal an Geräten, um Hirnströme zu messen und zu verändern. Was zunächst kompliziert klingt, fusst im Grunde auf einem ganz einfachen Gedanken: Sprache ist eine vielschichtige Sache – auch im Gehirn. Eine Stimulation in einem Bereich kann für überraschende Wirkungen in einem anderen Bereich sorgen. Die Herausforderung ist allerdings, einen Versuchsaufbau zu konzipieren, mit dem man diese Wirkungen nachvollziehen und im besten Fall eine Kausalität herauschälen kann.

Quot est demonstrandum

Für die Stimulation beim am Inselspital in Bern durchgeführten Experiment sorgt die sogenannte transkranielle elektrische Hirnstimulation (TES). Im Hauptteil des Experiments wird der artikulatorische Motorkortex, der für die Sprechbewegung zuständig ist, während zehn Minuten mittels elektrischer Ströme angeregt. Wichtiger Teil des Experiments ist es, die Wirkung dieser Stimulation auch tatsächlich «sehen» zu können, also sicherzugehen, dass im Motorkortex etwas passiert ist. Das passiert mit dem eingangs geschilderten Gerät, das ebenfalls nichtinvasiv ins Hirn «eingreift», allerdings mit Magnetfeldern statt direkt mit Strom. Die TMS-Spule sorgt, falls richtig auf dem Schädel platziert, für ein leichtes Zucken im Lippenmuskel, ganz so wie Jacobs und Preisig das vorher am Beispiel der Hand vorgeführt hatten. Je stärker das Zucken, desto grösser die Erregbarkeit des Hirnareals. Hat man also richtig stimuliert, dann hat man den artikulatorischen Motorkortex gewissermassen wachgeküsst. Und das sieht man bei der nachfolgenden Magnetstimulation: Check.

Schritt für Schritt

Der spannende Teil folgt nun: Welche Auswirkungen hat das auf das Sprachverständnis? Früher hätte man gesagt: Keine. Heute sagt die Forschung oder in diesem Falle Basil Preisig: «Wenn man weiss, wie stark Verständnis und Produktion von Sprache interagieren, darf man erwarten, dass dies einen Effekt hat.» Fällt es den Probandinnen und Probanden – im Experiment allesamt gesund – leichter, ähnlich klingende Silben auseinanderzuhalten, nachdem ihre Lippenmotorik «geboostet» worden ist? Noch ist die Studie ganz am Anfang, belegen lässt sich noch nichts. Es lohnt sich aber unbedingt, den Zusammenhang zu studieren, denn die Verknüpfung böte spannende therapeutische Möglichkeiten. Sollte sich bewahrheiten – und davon gehen Preisig und Jacobs aus –, dass Motorik und Verständnis eng zusammenhängen, könnte die Aktivie-

rung des Sprachmotorkortex womöglich hörgeschädigten Menschen das Sprachverständnis erleichtern. Und überhaupt, Jacobs wird philosophisch, wenn man sie zu solchen Zusammenhängen befragt: Ist vielleicht sogar das Gedankensystem an das Sprachsystem gekoppelt? Preisig ist eher vorsichtig, jedenfalls was die konkrete Anwendung betrifft: «Man ist schon sehr weit, was das Verständnis von Motorik und Sensorik angeht.» So sei es möglich, Maschinen durch die Rückkoppelung von Hirnsignalen und Computersystemen – sogenannten Brain-Computer Interfaces – zu steuern. Und man habe auch schon gezeigt, dass man ein Sprachsignal aus reiner Hirnaktivität rekonstruieren kann. Aber Gedanken lesen? Das ist dann doch noch eine andere Herausforderung. Zunächst ein-

«Sollte sich bewahrheiten, dass Motorik und Verständnis eng zusammenhängen, könnte die Aktivierung des Sprachmotorkortex womöglich hörgeschädigten Menschen das Sprachverständnis erleichtern»

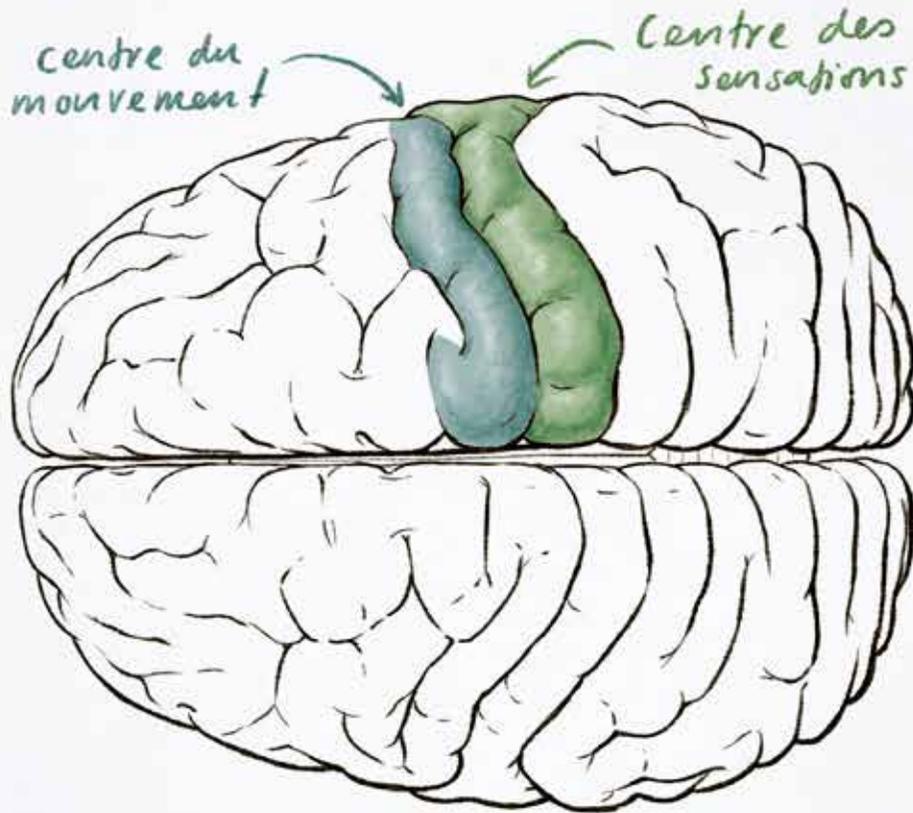
mal haben die Neurowissenschaftler genug damit zu tun, alte Schemen zu überwinden und zu zeigen, dass man auch etwas vom Kompliziertesten was es gibt nach und nach besser verstehen kann.

Roland Fischer ist freier Wissenschaftsjournalist und Organisator von Wissenschaftsevents in Bern.

Unsere Expertin ► **Jessica Jacobs** macht derzeit ihren Master in kognitiven Neurowissenschaften an der Uni Freiburg. Das im Labor für Perzeption und Okulomotorik Inselspital Bern durchgeführte und vom Nationalfonds unterstützte Forschungsprojekt ist eine Teamarbeit mit Alexis Hervais-Adelman und Basil Preisig vom Neurolinguistik-Team der Universität Zürich. Die ersten Tests mit (gesunden) Probandinnen und Probanden sind eben angelaufen.
jessica.jacobs@unifr.ch

Cortex moteur

Cortex somatosensoriel



Soma = le corps

Peut-être avez-vous déjà compris le rôle du cortex somatosensoriel? Notre peau est constituée d'un grand nombre de capteurs, sensibles à la pression, à la chaleur, aux caresses... C'est au niveau du cortex somatosensoriel que sont intégrées ces informations et que nous déchiffrons les informations perçues par notre peau. Le cortex moteur, lui, produit les efférences motrices. Lorsque nous effectuons un mouvement, nous ne pensons pas à chaque muscle qui doit être activé pour le réaliser: le cortex mo-

→ ordres de mouvements

chaque neurone =
une partie précise du corps

teur s'en charge tout seul. Enfin presque, puisque d'autres aires du cerveau, telles que le cervelet, lui viennent en aide pour les mouvements les plus fins. Les cortex somatosensoriel et moteur ont une organisation dite somatotopique. Les zones du corps les plus proches dans la réalité vont donc être représentées par des neurones très proches dans notre cerveau - ainsi, la zone représentant notre bras va être proche de la zone représentant notre épaule.



Curiosité: La zone représentant nos parties génitales a pour seul voisin la zone qui représente... nos pieds!

L'optogénétique expliquée à votre grand-mère

Ces vingt dernières années, les neurosciences ont fait des pas de géant vers la compréhension des fonctionnalités du cerveau, notamment grâce à des outils révolutionnaires, tels que l'optogénétique. Pour les non-initié·e·s, cette discipline demeure très obscure. Petit exercice de vulgarisation. **Patricia Michaud**

«Supposons que je sois votre grand-mère et que vous m'expliquiez le but de vos recherches respectives...» Lorsque je leur ai proposé ce jeu de rôles, les doctorants en neurosciences Reto Cola et Kevin Thomas ont échangé un sourire complice. «L'éternel problème lorsque l'on fait de la recherche fondamentale, a soupiré Kevin Thomas, chercheur au sein du Visual Cognition Laboratory de l'Unifr, est qu'il est aussi difficile de la vulgariser que d'en faire comprendre les potentielles applications concrètes» à des non-spécialistes. «C'est justement ce qui fait son intérêt!», a protesté Reto Cola, qui a effectué son travail de master à l'Unifr au sein du laboratoire du Professeur Marco Celio, avant de rejoindre celui du Professeur Tommaso Patriarchi à l'Université de Zurich. Titulaire d'un CFC de menuisier et d'un Bachelor en physiothérapie, le jeune homme a décidé, il y a quelques années, de reprendre des études pour les beaux yeux de la recherche fondamentale.

Au bout d'une heure d'entretien, grâce à l'enthousiasme et surtout à la patience de mes deux interlocuteurs, j'ai commencé à entrevoir la *big picture*, à savoir les avancées que permettront potentiellement leurs travaux. Simultanément, j'ai réalisé à quel point les neurosciences, pourtant omniprésentes dans les médias depuis une vingtaine d'années, sont encore obscures pour les non-initié·e·s. Mais revenons en arrière et – puisqu'il n'existe pas de question bête – commençons par le commencement: les neurosciences, quésaco? Comme leur nom l'indique, il s'agit de l'ensemble des sciences qui étudient le système nerveux. Interdisciplinaire par excellence, ce champ de recherches englobe aussi bien la biologie que la chimie, les mathématiques, la bio-informatique ou encore la neuropsychologie. L'objectif commun des

chercheur·euse·s: connaître le cerveau, son fonctionnement et les phénomènes qui découlent de ce fonctionnement.

Une technique révolutionnaire

Alors que l'étude du cerveau est ancienne, le concept de neurosciences remonte à moins d'un demi-siècle. Ces vingt dernières années, cette discipline n'a cessé de faire des pas de géant vers la compréhension des fonctionnalités du cerveau. Plusieurs Nobels de médecine sont d'ailleurs des neuroscientifiques. A l'image de la discipline elle-même, les outils sur lesquels elle s'appuie font l'objet d'incessants progrès. Il en est un qui marque particulièrement les neurosciences depuis quinze ans: l'optogénétique. Cette technique consiste à modifier génétiquement des neurones afin de les rendre sensibles à la lumière grâce à l'expression de protéines appelées opsines.

Si elle a bouleversé la recherche, c'est que l'optogénétique offre la possibilité de contrôler les différentes sortes de cellules qui forment les réseaux de neurones. Dès lors, elle permet de comprendre comment l'information est transmise dans ces réseaux. Et, par ricochet, elle ouvre la voie à une meilleure connaissance du cerveau. «Le perfectionnement de l'optogénétique constitue probablement la plus grande avancée dans notre domaine ces dernières années», souligne Reto Cola. «On peut d'ores et déjà observer que, grâce à cette technique, les résultats publiés par les neuroscientifiques sont beaucoup plus précis», confirme Kevin Thomas. Les deux jeunes chercheurs utilisent d'ailleurs tous deux cet outil dans le cadre de leurs recherches. Mais comment, au juste? C'est ce qu'aimeraient bien savoir leurs grand-mères... et la journaliste d'*universitas*.

Kevin Thomas accepte de se jeter à l'eau en premier. «Le prosencéphale basal est une structure complexe de notre cerveau, située derrière le cortex frontal. Il s'agit, en fait, d'une multitude de noyaux – des groupes de neurones – qui communiquent chacun avec différentes régions du cerveau et sont composés de trois grandes familles de neurones. Même si ces trois familles sont bien connues des neuroscientifiques, nous ne savons pas ce qu'elles fabriquent précisément au sein de cette région. Et comme ces différentes familles sont bien mélangées, il a été difficile jusqu'ici d'en isoler une pour pouvoir l'étudier correctement.»

«Les choses ont pris une autre tournure récemment, avec l'arrivée de l'optogénétique, précise encore le docteur. Grâce à cette technique, il est maintenant possible de cibler spécifiquement les neurones appartenant à une seule famille, même s'ils se cachent parmi les autres. Cela nous donne le pouvoir de les activer ou de les désactiver à notre guise, en utilisant de la lumière. Le contrôle précis des neurones que nous avons ciblés nous permet d'étudier ce qu'il se passe dans le cerveau lorsqu'ils sont actifs ou inactifs et d'en apprendre plus sur leur rôle dans ce système.» Dans le cadre de ses recherches, l'équipe du Visual Cognition Laboratory, sous la conduite du Professeur Gregor Rainer, étudie, notamment, comment l'une des familles de neurones présente au sein du prosencéphale basal peut influencer la manière de percevoir le monde.

«Nous avons, par exemple, découvert que cette famille communiquait avec le thalamus, la porte d'entrée de nos sens. Nous avons également montré qu'elle aimait jouer avec une autre famille de neurones, qui à son tour communique avec le cortex sensoriel. Ces communications influencent la manière dont sont traitées les informations provenant de nos sens, et donc ce que nous percevons du monde qui nous entoure, en fonction de notre attention, de notre état d'éveil, ou des événements autour de nous.»

Enzyme et fibre de verre

C'est à une autre région du cerveau, l'hypothalamus, que s'est consacré Reto Cola dans le cadre de son travail de master à l'Unifr. «Le noyau Parvafox est un cluster de neurones situé dans l'hypothalamus latéral des rongeurs. Il est constitué de deux sortes de neurones, qu'on pourrait appeler les populations A et B. Même si ces deux populations sont séparées dans l'espace, la taille minuscule du Parvafox rend presque impossible l'activation électrique distincte du groupe A et du groupe B. Or, étant donné que ces deux populations de neurones ont des caractéristiques moléculaires différentes, on peut les cibler grâce à des composants viraux qui vont eux-mêmes cibler des enzymes propres à chaque population. Pour atteindre la population A, nous avons utilisé des souris génétiquement modifiées. Toutes les cellules porteuses de la signature moléculaire de la population A produisent une enzyme étrangère particulière.

Ensuite, nous avons injecté dans l'hypothalamus latéral un virus qui infecte la majorité des cellules dans la zone concernée. Mais l'information contenue dans ce virus est uniquement transmise aux cellules (et à leurs fibres nerveuses) qui contiennent l'enzyme étrangère et donc, dans notre cas, à la population A. Puisque le noyau Parvafox envoie des fibres à de nombreuses parties du cerveau, mais que nous ne souhaitons activer que celles ciblant une structure bien spécifique, nous avons placé des implants en fibre de verre juste au-dessus de cette structure-cible. Lorsqu'on pointe un laser ou une LED d'une certaine couleur sur les fibres nerveuses de la population A dans la zone de la structure visée, il est possible d'activer ou de désactiver les fibres nerveuses de la population A sans affecter les autres neurones du Parvafox. Nous avons alors été en mesure d'enregistrer la réaction comportementale de ces souris et de la comparer avec des souris de contrôle.»

Tout reste à faire

Grâce à leurs recherches, dont les résultats sont prometteurs, Kevin Thomas et Reto Cola apportent leur contribution à un champ de recherche en pleine ébullition. «Mais le cerveau est tellement complexe que tout reste encore à faire», avertit Kevin Thomas. Les grand-mères des deux doctorants ne vivront peut-être pas suffisamment longtemps pour observer les retombées concrètes de leurs recherches. Mais elles comprennent désormais mieux ce qui occupe les journées de leurs petits-fils dans leurs laboratoires respectifs. Et cela aussi, c'est un grand pas en avant.

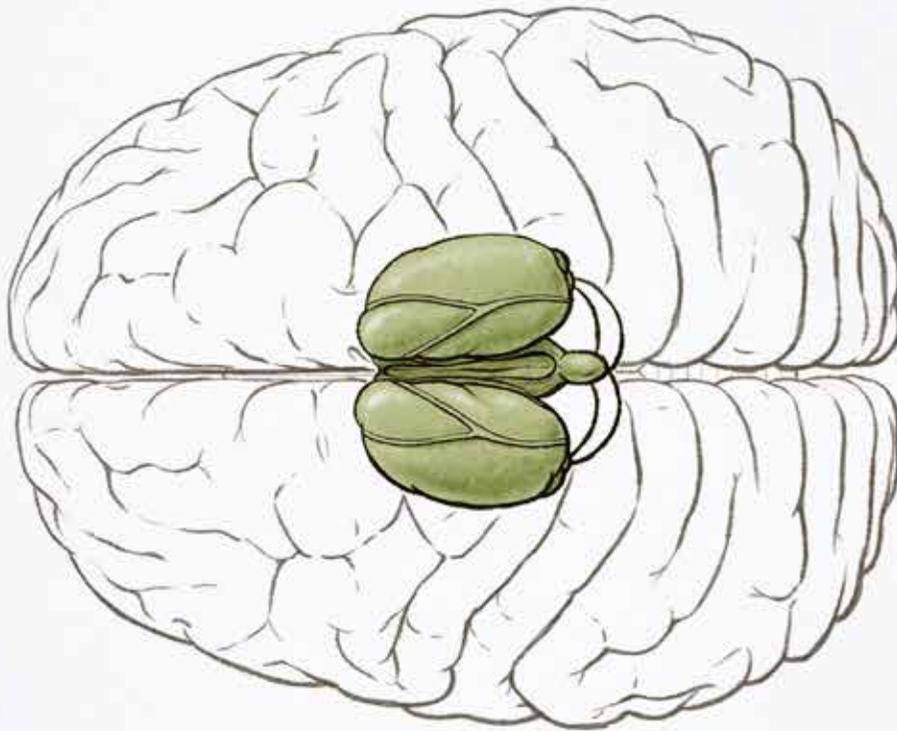
Patricia Michaud est journaliste indépendante.

Notre expert ► **Kevin Thomas** est doctorant au sein du Visual Cognition Laboratory de l'Unifr, sous la direction du Professeur Gregor Rainer. Il est titulaire d'un Bachelor et d'un Master en neurosciences, délivrés respectivement par l'Université d'Aix-Marseille et l'École normale supérieure de Paris.
kevin.thomas@unifr.ch

Notre expert ► **Reto Cola** est doctorant au sein du Groupe de recherche en neuropharmacologie chimique de l'Université de Zurich, sous la direction du Professeur Tommaso Patriarchi. Il a effectué son travail de master en recherche biomédicale expérimentale, option neurosciences, à l'Unifr, au sein du laboratoire du Professeur Marco Celio.
reto.col@unifr.ch

Thalamus

Centre de tri de l'information



ensemble de structures
au milieu du cerveau

Zone qui gère
aussi l'état de
veille ou de
sommeil

Le thalamus fait partie du diencéphale. C'est un «relai» par lequel passent toutes les afférences sensorielles (infos issues de nos sens). Notre cerveau ne pouvant pas tout analyser, le thalamus trie les diverses informations qui lui parviennent. Il est constitué de différents noyaux qui, chacun, projette vers une région précise du cerveau. Par exemple, en lisant ce paragraphe, votre thalamus donne la priorité aux informations venant des yeux pour qu'elles soient traitées par votre cortex

visuel, et diminue la quantité d'informations transmises au cortex somatosensoriel. Le thalamus communique également avec la formation réticulaire ainsi, quand nous dormons, c'est le thalamus qui donne le signal de réveil lorsqu'un de nos sens est très stimulé, afin que nous puissions y réagir. Il régule aussi nos mouvements, en utilisant les informations sensorielles et celles liées à la proprioception, afin d'aiguiller le cortex moteur qui commande nos muscles.

groupes
de neu-
rones

communiquent

par ex:
par un bruit fort

perception des
différentes parties
de notre corps

Man sieht nur mit dem Herzen gut

Ob wir etwas bewusst wahrnehmen oder nicht, hängt mit den Sinnesorganen und dem Gehirn zusammen. Aber nicht nur. Auch körperliche Vorgänge wie der Herzschlag und die Atmung spielen eine Rolle. Welche genau, untersucht Juliane Britz mit ihrem Team. **Andreas Minder**

Die Versuchsperson trägt eine Art Badekappe mit 128 Elektroden. Zwei weitere sind aufs rechte Schlüsselbein und den linken unteren Rippenbogen geklebt. Unterhalb der Rippen ist der Atemgürtel befestigt, ein Gummiband, in dem einiges an teurer Elektronik steckt. Diese Geräte zeichnen auf, was Hirn, Herz und Atmungsorgane tun. Damit die Signale nicht verfälscht werden, sitzt der verkabelte Mensch in einer elektromagnetisch abgeschirmten Kabine ohne Tageslicht im Keller des Psychologiegebäudes. Vor sich hat er einen Bildschirm, auf dem jeweils für wenige Millisekunden graue Quadrate eingeblendet werden. Sie sind mehr oder weniger deutlich schraffiert, wobei die Linien entweder nach rechts oder links oben zeigen. Die Versuchsperson gibt auf einer Tastatur zuerst links oder rechts ein und danach, ob sie die Ausrichtung wirklich gesehen oder nur geraten hat. Die visuellen Reize sind so gesetzt, dass sie an der Wahrnehmungsschwelle liegen. Das heisst, die Versuchsperson kann die Orientierung der Schraffur nur in der Hälfte der gezeigten Quadrate überhaupt erkennen.

Faszinierende Phänomene

Dieses Experiment ist Teil des vom Schweizerischen Nationalfonds geförderten Projekts «Brain, Body and Consciousness», das von der Psychologin und Neurowissenschaftlerin Juliane Britz geleitet wird. Sie möchte herausfinden, welche Rollen Gehirn und Körper bei der bewussten Wahrnehmung der Umwelt spielen. Dass bei-

de eine Rolle spielen, ist bekannt, offen ist die Frage, ob und wie sie sich gegenseitig beeinflussen. «Für dieses Zusammenspiel interessieren wir uns», sagt Britz. Um zu verstehen, wie die Forscherin vorgeht, hier eine kurze Nachhilfelektion in Wahrnehmungsphysiologie: Sinnesorgane registrieren einen Reiz visueller, akustischer, taktiler oder olfaktorischer Art und wandeln ihn in elektrische Signale um. Diese werden vom Hirn verarbeitet und – meist – bewusst wahrgenommen.

Der gleiche Stimulus führt dabei oft zur gleichen Wahrnehmung. Es gibt aber ein paar Beispiele, in denen dies nicht der Fall ist. Sie sind für die Forschung besonders interessant. Bekannt ist etwa die Rubin'sche Vase. Wir sehen entweder eine Vase oder zwei sich zugewandte Gesichter im Profil. Es ist unmöglich beides gleichzeitig wahrzunehmen und so wechseln die Bilder in unserem Kopf von Zeit zu Zeit. Der Wechsel kann nur bedingt gesteuert und nicht willentlich unterdrückt werden. Dieses Phänomen wird als multistabile Wahrnehmung bezeichnet. Ein zweites Beispiel ist die sogenannte binokulare Rivalität: Wenn einem Auge ein ganz anderes Bild präsentiert wird als dem anderen, sehen wir immer nur eines.

Sehen oder nicht sehen

Die Schwellenstimuli im eingangs beschriebenen Experiment sind ein dritter, verwandter Fall. Hier springt unsere Wahrnehmung nicht zwischen zwei Bildern hin und her, sondern zwischen Sehen und Nicht-Sehen. Die Elektroden

in der Badekappe zeichnen auf, was dabei im Gehirn passiert. Vereinfacht lässt sich sagen, dass das Elektroenzephalogramm (EEG) etwas stärker ausschlägt bei Stimuli, die es in unser Bewusstsein schaffen. Einen Ausschlag gibt es aber auch bei jenen, die wir nicht bewusst wahrnehmen.

Juliane Britz ist in früheren Experimenten der Frage nachgegangen, woran es liegen könnte, dass wir bei multi-stabiler Wahrnehmung einmal das eine und dann wieder das andere Bild sehen und wann wir einen Schwellenstimulus erkennen und wann nicht. «Ich konnte zeigen, dass es vom Zustand des Gehirns kurz vor dem visuellen Stimulus abhängt.» Eine Erkenntnis, die nicht zu den gängigen Vorstellungen in der kognitiven Neurowissenschaft passen will. «Traditionell wird die Hintergrundaktivität des Gehirns, die nicht durch die Stimulusverarbeitung entsteht, als 'Rauschen' rausgemittelt», erklärt Britz. Die herkömmliche Frage laute: Was macht ein Stimulus mit dem Hirn? «Wir fragen: Was macht das Hirn mit dem Stimulus.» Das Hirn reagiert nicht nur, sondern agiert auch aus sich heraus.

Auf den ersten Blick mag das überraschen. Sieht man sich jedoch an, was in unserem Oberstübchen so alles abgeht, erscheint es plausibler. Die Aktivität, die es entwickelt, um etwa einen bestimmten visuellen Reiz zu verarbeiten, macht lediglich zwischen einem und fünf Prozent der gesamten Hirnaktivität aus. Da liegt die Frage nahe, welche Bedeutung der grosse Rest hat. Ist das wirklich bloss diffuses Rauschen im Hintergrund oder ist es für das Bearbeiten einer Aufgabe relevant? Britz vermutete Letzteres und konnte das experimentell auch zeigen: «Das Gehirn bestimmt die unterschiedliche Wahrnehmung des gleichen Stimulus.» Es liegt also am Gehirn, ob wir eine Vase sehen oder ein Gesicht und ob wir erkennen, in welche Richtung eine Schraffur zeigt.

Die Herz-Hirn-Connection

Daran schliesst sich die nächste Frage an: Wer oder was bestimmt, in welchem Grundzustand sich ein Gehirn befindet? Der «Hauptverdächtige» liegt nahe: «Das Gehirn ist unentwirrbar mit dem Rest des Körpers verbunden», sagt Britz. Körperliche Funktionen könnten demnach auch die visuelle Wahrnehmung beeinflussen. Auf den Konjunktiv kann man inzwischen verzichten. In verschiedenen Studien hat man die Messwerte von Hirn und Herz übereinandergelegt und interessante Zusammenhänge gefunden. Zum Beispiel, dass Versuchspersonen Schwellenreize häufiger erkennen, wenn sich das Herz entspannt (Diastole) als wenn es sich zusammenzieht (Systole). Mit anderen Worten: Das Herz bestimmt mit, ob wir etwas sehen. Was physiologisch hinter diesen Vorgängen steckt, ist bekannt. Druckrezeptoren im Aortabogen und der Halsschlagader sind in der systolischen Phase aktiv und behindern die Verarbeitung visueller Reize. Viviana Leupin, die Doktorandin von Juliane Britz, arbeitete in ihrer preisgekrönten Master-

arbeit ebenfalls mit dem Herzzyklus, wählte aber einen anderen Ansatz: Sie untersuchte die Reaktion des Hirns auf den Herzschlag und konnte aufgrund dessen vorhersagen, ob ein darauffolgender Stimulus wahrgenommen wurde oder nicht.

Mit Hirn, Herz und Atem

Ähnliche Zusammenhänge wurden zwischen Atem und Wahrnehmung gefunden. Menschen nehmen visuelle Stimuli, die ihnen kurz präsentiert werden, beim Ausatmen besser wahr. Bilder von verängstigten Gesichtern hingegen werden beim Einatmen schneller erkannt. Allerdings nur, wenn durch die Nase eingeatmet wird.

Menschen nehmen visuelle Stimuli, die ihnen kurz präsentiert werden, beim Ausatmen besser wahr

Diese Resultate zeigen, dass körperliche Rhythmen wie der Herzschlag und der Atem die bewusste Wahrnehmung beeinflussen. Wie das aber genau geschieht, ist nicht klar. Vertrackt ist die Situation unter anderem deshalb, weil die körperlichen Rhythmen nicht nur das Gehirn beeinflussen, sondern auch sich untereinander. Das macht es schwierig, direkte und indirekte Effekte auseinanderzuhalten. Mit raffiniert designten Experimenten, bei denen Gehirn-, Herz- und Atmungsaktivitäten gleichzeitig gemessen werden, will das Projekt «Brain, Body and Consciousness» genau das schaffen. Dafür werden sich in den nächsten Monaten viele Studierende in einem abgedunkelten Labor durch Zehntausende von kaum wahrnehmbaren Bildern klicken.

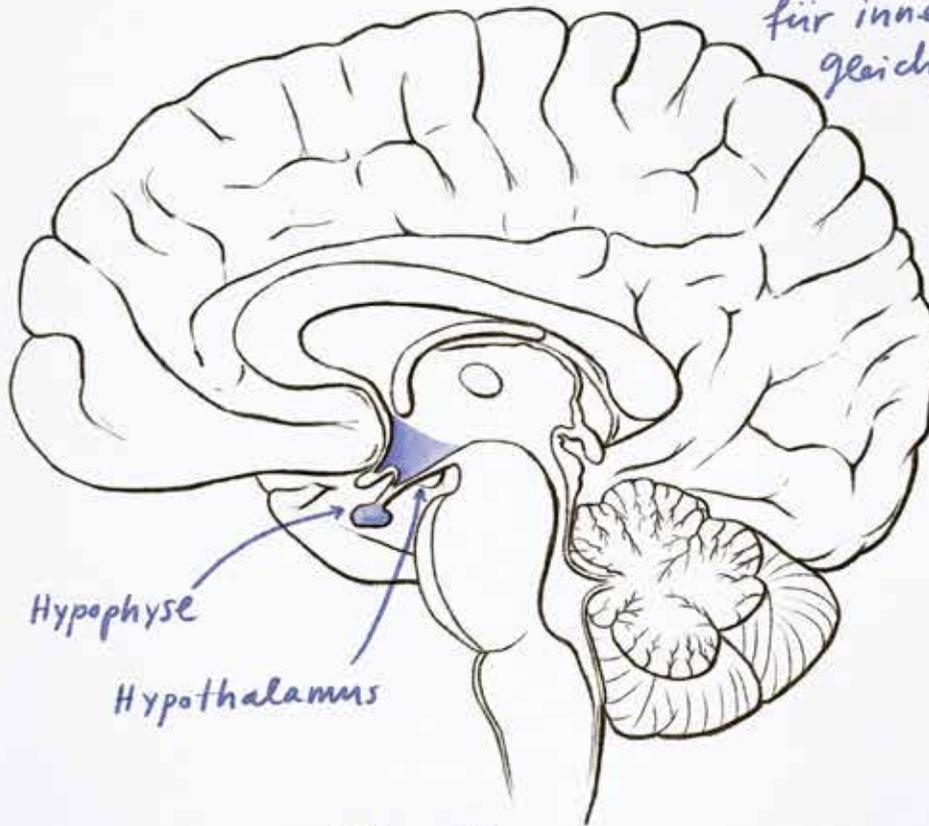
«Wenn wir nachweisen können, dass und wie Gehirnaktivität auch durch körperliche Rhythmen determiniert wird, führt das zu einem fundamental neuen Verständnis», sagt Britz. Ob solche Erkenntnisse dereinst auch von praktischem Nutzen sein könnten, hat sie sich noch nicht überlegt. «Was wir machen, ist Grundlagenforschung.»

Andreas Minder ist freischaffender Journalist in Bern.

Unsere Expertin ► **Juliane Britz** ist Lektorin am Department für Psychologie und Doktorassistentin an der Abteilung Medizin.
juliane.britz@unifr.ch

Hypothalamus + Hypophyse

Steuerzentrum
für inneres
Gleichgewicht



Hypophyse

Hypothalamus

inneres
Gleichgewicht

Der Hypothalamus bildet das übergeordnete Steuerzentrum zum Erhalt der Homöostase (z.B. Modulation der Herzfrequenz oder Atmung) und integriert zu diesem Zweck sensorische Informationen aus dem ganzen Körper und der Umwelt. Nebst der Koordination des autonomen Nervensystems (Sympathikus/Parasympathikus) erzielt er dies durch die Regulation des Hormonhaushaltes in Interaktion mit der Hypophyse. Durch die breitgefächerten Funktionen des Hypothalamus können Ausfälle im Hypothalamus

→ autonom ablaufende Vorgänge (z.B. Verdauung)

oder der Hypophyse ebenso vielfältig sein. So resultieren Läsionen in einem Kerngebiet des Hypothalamus in erheblichen Störungen des Flüssigkeitshaushaltes (Diabetes insipidus), in einem anderen Kerngebiet in Unterkühlung (Hypothermie) oder in Sistierung des weiblichen Menstruationszyklus und bestimmte Tumoren des Hypophysenvorderlappens können beispielsweise zum Riesenwuchs bei Kindern führen.

→ keine Periode mehr

→ Verletzungen

Kurz vor Abheben



dem

Flugsaurier waren die ersten Flieger nach den Insekten. Nur: Woher kamen sie? Dank neuen Funden und Analysen hat das Rätseln nun ein Ende: Die Lagerpetiden sind die neue Familie der Flugsaurier. **Benedikt Meyer**

Sie gehören zur Dinosaurier-Ikonographie wie die Vulkane, Urwälder und der Tyrannosaurus Rex: Flugsaurier. Oder wie Sechsjährige völlig mühelos sagen würden: Pterosaurier. Nur: Woher kamen die fliegenden Echsen? Und wie kamen sie auf die Idee, sich in die Luft zu schwingen? Dieser Frage ist eine internationale Forschergruppe mit Freiburger Beteiligung einen wichtigen Schritt nähergekommen. Das Lösungswort heisst «Lagerpetiden».

«Auf den ersten Blick sind Lagerpetiden etwa 70 cm lange Echsen mit relativ langen Hinter- und etwas kürzeren Vorderbeinen», erklärt Serjoscha Evers vom Departement für Geowissenschaften. Anders gesagt: Für Laien deutet zunächst einmal nichts darauf hin, dass sich ausgerechnet aus ihnen die ersten Flugechsen entwickeln sollten. «Das ging auch den ersten Forschern nicht anders. Sie entdeckten nämlich vor allem versteinerte Beckenknochen und Hinterbeine und die erinnerten sie offenbar vor allem an Hasen. So nannten sie die Tiere Lagerpetiden nach λαγώς (lagōs, Hase) und ἑρπετόν (herpetón, Reptil) – also ungefähr «Hasen-Reptilien.»

«Innenohren verraten uns viel darüber, wie ein Tier lebt und wie es sich bewegt»

In jüngster Zeit sind nun vermehrt Arme und Schädel der Echsen entdeckt worden und diese weisen darauf hin, dass es sich bei den Lagerpetiden um Vorfahren der Pterosaurier handeln muss. «Anders als die meisten anderen Echsen verfügen Flugsaurier über dreispitzige Zähne – genau wie die Lagerpetiden. Das Faszinierendste für mich persönlich ist aber ihr Innenohr.» Evers hat sich bereits in seiner Dissertation ausgiebig mit Innenohren befasst. Damals

mit jenen von Schildkröten. «Innenohren», führt der Nachwuchsforscher aus, «verraten uns viel darüber, wie ein Tier lebt und wie es sich bewegt.»

Zeig mir dein Ohr

Grob gesagt gibt es im Innenohr drei Gänge, die in Richtung links-rechts, oben-unten und vor-zurück verlaufen. Sie sind mit Flüssigkeiten gefüllt, die bei Bewegungen des Kopfes ebenfalls hin- und herschwappen. Feine Härchen in den Kanälen registrieren dabei Flussrichtung und -tempo und vermitteln dem Gehirn so ein Bild darüber, was gerade passiert. «Bei Tieren, die sich bloss in zwei Dimensionen bewegen und das eher langsam, sind die Kanäle kürzer», erklärt Evers. «Das Innenohr eines Igels ist also weniger spezialisiert als das eines Totenkopffächchens oder einer Schwalbe. Bei den Lagerpetiden sind die Innenohren ebenfalls ziemlich weit entwickelt. Das ist ein starkes Indiz dafür, dass sie sehr agile Tiere waren.»

Ein plausibles Szenario geht ungefähr wie folgt: Möglicherweise kletterten die Lagerpetiden auf Bäumen herum, ernährten sich von Früchten und Insekten – und sprangen von Ast zu Ast. «Hier kommt eine weitere Eigenschaft des Innenohrs ins Spiel», so Evers. «Es stabilisiert unsere Augen, wenn wir unseren Kopf oder gar den ganzen Körper bewegen.» Dem Innenohr haben wir es also zu verdanken, dass wir Texte auch dann lesen können, wenn wir ob des Geschriebenen unvermittelt Nicken oder den Kopf schütteln müssen. «Diese Fähigkeit ist besonders wichtig, wenn wir uns schnell in drei Dimensionen bewegen – oder ums einfacher zu sagen: wenn wir springen.»

Was das Bild der springenden Kletterer abrundet, sind die Handkrallen. Diese sind kräftiger und eignen sich besser zum Klettern, Greifen und Halten als bei anderen nahen Verwandten der Dinosaurier. Die Lagerpetiden könnten sich also sehr gut auf Bäumen bewegt haben und von Ast zu

Ast gesprungen sein. Und besonders guten Springern gelang es womöglich im Lauf

Sicher ist, dass Federn bei der Entwicklung des Fliegens keine Rolle spielten

der Jahrmillionen zu gleiten – und besonders guten Gleitern, zu fliegen. So liesse sich die Entwicklung der Flugfähigkeit bei den Flugsauriern zumindest plausibel erklären. «Ob die Geschichte mit den Bäumen so im Detail stimmt, ist noch unklar», wendet Evers ein. «Sicher ist aber, dass die Lagerpetiden die seit langem gesuchten Vorfahren der Pterosaurier sind.» Sicher ist ausserdem, dass Federn bei der Entwicklung des Fliegens keine Rolle spielten. «Pterosaurier hatten nie Federn; nur filamentartige Haare. Die hatten aber eher einen wärmenden, als einen aerodynamischen Nutzen.»

Interessant ist, was geschah, nachdem die Echsen das Fliegen erlernt hatten: Die Pterosaurier breiteten sich rasend schnell aus. «Sie erschlossen sich ganz unterschiedliche Nischen und differenzierten sich in hunderte verschiedene Arten aus.» Manche davon jagten in der Luft nach Insekten, andere tauchten wie einige heutige Vogelarten nach Fischen, dritte wurden gross wie Giraffen und verfügten über Flügelspannweiten von bis zu 12 Metern.

«Diese Explosion der Arten ist etwas, das wir immer wieder beobachten, wenn eine Spezies eine neue Fähigkeit erlernt. Bei den Vögeln, die systematisch betrachtet zu den Dinosauriern gehören und nach den Flugsauriern als nächste das Fliegen erlernten, geschah dasselbe. Und unter den Säugetieren ist sogar jede fünfte Spezies eine Fledermaus-Art.»



© rodolfoogueira.daportfolio.com

Für die Pterosaurier-Forschung bedeutet die Entdeckung des letzten nicht-fliegenden Vorfahren einen Paradigmenwechsel. Dank den Erkenntnissen des internationalen Forscherteams wird sich die Evolution der Flugsaurier künftig deutlich besser verstehen lassen.

Benedikt Meyer ist freischaffender Wissenschaftsredaktor und Buchautor.

Unser Experte ► **Serjoscha Evers** hat an der Ludwig-Maximilians-Universität in München einen Bachelor und Master in Geowissenschaften mit Schwerpunkt Paläontologie erworben. Danach promovierte er in Paläontologie an der University of Oxford in England. Zur Zeit forscht Serjoscha Evers am geowissenschaftlichen Department der Uni Fribourg als Postdoktorand. serjoscha.evers@unifr.ch

Alte Verwandte

Der Begriff «Dinosaurier» bedeutet gewaltige oder grässliche Echse. Alle Saurier sind Reptilien, aber sie sind nicht alle gleich eng verwandt. Aber von Anfang an: Wie auch wir Säugetiere gehören die Reptilien zur Gruppe der Landwirbeltiere. Bei den Reptilien sind die genauen Verwandtschaftsverhältnisse der grossen Gruppen noch Gegenstand aktueller Forschung. Die meisten DNA-Studien sind sich eins, dass die Gruppe der Schlangen und Eidechsen sich als erstes abgespalten, bzw. auf einen eigenen Evolutionspfad gemacht haben. Später machten es ihnen die im Wasser lebenden Saurier nach. Dann traten die Vorfahren der Schildkröten ihre eigene Entwicklungsreise an, anschliessend jene der Krokodile. Die Pterosaurier (dt. geflügelte Echsen) entwickelten sich vor rund 220 Millionen Jahren anders als die übrigen an Land lebenden Reptilien, die unter dem Begriff Dinosaurier zusammengefasst werden. Von diesen entwickelten eine als *Archaeopteryx* bekannte Art ebenfalls die Flugfähigkeit. Und aus dieser entstanden schliesslich die Vögel. Diese gehören biologisch noch immer zur Gruppe der Reptilien und sind die letzten Überlebenden Dinosaurier. Sie haben richtig gelesen: Vögel sind nach den Regeln der Kladistik Dinosaurier – und ihre nächsten noch lebenden Verwandten sind Krokodile.

Die Pterosaurier waren die ersten fliegenden Wirbeltiere. Das erste Fossil, der «*Pterodactylos*», wurde bereits 1784 entdeckt. Der Name verbindet *pterón* (Flügel) *dáctylos* (Finger), eine Referenz darauf, dass das äusserste Glied des Flügels aus einem stark gestreckten Finger besteht. Von diesem spannte sich als «Tragfläche» eine Hautmembran bis zu den Knöcheln. Bis heute wurden über 200 *Pterodactylos*-Arten entdeckt; ihre Spannweite reicht von 25 cm bis 12 m. Dass ihre Knochen (wie bei Vögeln) hohl waren, erleichterte ihnen zwar das Fliegen, erschwerte den Paläontologinnen und Paläontologen aber die Arbeit, da die Überreste oft in einem schlechten Zustand sind. Flugsaurier starben wie auch die Dinosaurier – mit Ausnahme der Vögel – vor 66 Millionen Jahren infolge eines Meteoriteneinschlags aus.



L'avenir radieux des cellules solaires à pérovskites

En 10 ans seulement, l'efficacité des cellules solaires à pérovskites a fait des progrès spectaculaires. Seule leur instabilité notoire les empêche encore de s'imposer commercialement, mais des scientifiques du monde entier, dont la Docteure Jovana V. Milić de l'Institut Adolphe Merkle, cherchent la parade. **Christian Doninelli**



© Getty Images

Contrairement à ce qu'on pourrait croire, le mot pérovskite n'est pas formé avec le suffixe «ite», synonyme d'inflammation. Il n'empêche, ce terme, qui désigne à l'origine un simple minéral découvert dans les contreforts de l'Oural, porte depuis une décennie le monde scientifique à l'incandescence. C'est un chercheur japonais qui, le premier, a découvert le potentiel prometteur de cette structure cristalline pour la production d'électricité photovoltaïque. En 2009, et avec un dispositif très rudimentaire, Tsutomu Miyasaka parvint à transformer 3,8% de l'énergie solaire incidente en énergie électrique. Un départ de tortue qui ne laissait en rien présager les bonds de lièvre que cette technologie a effectués depuis. Voyez plutôt: à peine 10 ans plus tard, et moyennant quelques perfectionnements, ses rendements dépassent les 25%, une progression fulgurante qui permet aux cellules

solaires à base de pérovskites de rivaliser, en termes d'efficacité, avec les cellules solaires conventionnelles à base de silicium. Un produit miracle? Oui, à un détail près, et de taille: les cellules à pérovskites se désagrègent sous l'effet du rayonnement ultraviolet et de la chaleur, un comble pour un dispositif censé convertir le rayonnement solaire en électricité.

Une émulation sans précédent

On comprend toutefois mieux la frénésie qui s'est emparée des équipes de recherche, de la Corée du Sud au Royaume-Uni en passant par la Suisse et l'Université de Fribourg. Les publications scientifiques sont innombrables. Il faut plancher sur une solution, et vite, notamment pour atteindre les objectifs de neutralité carbone si chère à de nombreuses collectivités publiques! Pour Jovana Milić, responsable d'un groupe

de recherche à l'Institut Adolphe Merkle (AMI), les cellules à pérovskites peuvent y contribuer, leur fabrication s'avérant beaucoup moins énergivore que celle des panneaux photovoltaïques conventionnels: «Pour produire du silicium, il faut chauffer du sable à très haute température, plus de 1000°C, tandis qu'il suffit de dissoudre des sels précurseurs dans un solvant organique ou de les broyer à température ambiante pour obtenir une structure cristalline de type pérovskite.» La suite est encore plus simple, puisque les cellules à pérovskites peuvent être fabriquées à l'aide d'imprimantes industrielles, tandis que celles en silicium le sont en salle blanche, un procédé lourd et coûteux.

Cela dit, ces dernières risquent de dominer le marché pendant encore quelques années, car elles sont non seulement éprouvées techniquement, mais, étant produites à

large échelle, d'un coût de revient très bas. «C'est vrai, concède la chercheuse de l'AMI, cela va dépendre, d'une part, des incitations fiscales et, de l'autre, du passage à la production à grande échelle des cellules à pérovskites. On en prend la voie: En Chine et à Oxford, par exemple, des sociétés ont déjà monté de telles chaînes de production.»

L'AMI entre dans la danse

Cette nouvelle technologie a donc tout pour plaire: les cellules solaires à pérovskites s'avèrent efficaces, flexibles, faciles à fabriquer, mais, on l'a vu, d'une fragilité encore rédhibitoire. «En fait, renchérit Jovana Milić, leur rendement n'est plus à démontrer et on pourrait même s'en contenter, mais il faut impérativement résoudre ce problème de désagrégation précoce.» Cette obsolescence non désirée s'explique par la nature même des cellules à pérovskites: «On a affaire à ce que l'on nomme un matériau hybride, car il est constitué d'ions organiques et inorganiques. Cette particularité lui confère une certaine souplesse, mais elle nuit à la stabilité opérationnelle du dispositif.» Concrètement, au niveau moléculaire, voici ce qui se passe: exposés aux rayons du soleil ou soumis à une tension électrique, les ions se déplacent et, donc, endommagent le matériau.

Pour maîtriser ce phénomène, Jovana Milić compte sur ses connaissances en chimie supramoléculaire, une approche qu'elle estime jusqu'à présent négligée dans le domaine. Celle-ci consiste notamment à ajouter des composés organiques à la pérovskite, afin d'influencer sa structure et donc ses propriétés optiques et électriques: «Les molécules organiques que je développe peuvent remplir différentes fonctions, telles que fixer les ions, les empêchant d'endommager la structure avec leurs mouvements. Elles contribuent ainsi à la stabilité du matériau.» Il est important de trouver la bonne composition moléculaire, afin que la stabilité retrouvée ne nuise pas aux performances photovoltaïques.

Une course au coude-à-coude

Dans une course, fût-elle technologique, il ne peut y avoir qu'un seul vainqueur. Jovana Milić n'ignore cependant pas que se dressent face à elle de grands groupes

aux ressources financières incomparables: «Cela ne m'inquiète pas, car je reste fascinée par la science. Même quand on n'obtient pas les résultats escomptés, le processus nous apprend énormément, ce qui ouvre des perspectives que nous ne pouvons souvent pas imaginer au départ – c'est la beauté de la science! – en remettant en question les limites de nos connaissances. Il y a d'ailleurs d'innombrables questions qui restent en suspens. A vrai dire, on ne comprend pas vraiment «la magie» qui se cache derrière les pérovskites, mais nous en découvrons plus à travers cette recherche.»

Bientôt en magasin?

Pour l'heure, la piste la plus prometteuse semble être d'utiliser la pérovskite de manière conjointe avec le silicium. Dans ces cellules dites tandem, la pérovskite accroît sensiblement les performances du silicium. Ces progrès spectaculaires ne doivent cependant pas masquer une réalité plus prosaïque: ce n'est sans doute pas demain que l'on pourra garnir le toit de sa maison avec des panneaux photovoltaïques à base de pérovskites. «Je me garde de tout pronostic, mais je dois vous avouer que les pérovskites ont une autre tare, en particulier en Europe où les lois sont plus strictes: les pérovskites les plus efficaces, celles à halogénures métalliques, contiennent du plomb, un neurotoxique tristement connu.» On pourra bien sûr arguer que du plomb se trouve dans de nombreux appareils, y compris dans les cellules solaires à base de silicium. La différence, en l'occurrence, c'est que le plomb des pérovskites est soluble dans l'eau. «Cette concentration reste faible, relativise Jovana Milić, et on peut sans doute trouver une solution, éventuellement remplacer le plomb par de l'étain ou faire en sorte qu'il ne s'écoule pas dans la nature.» La chercheuse de l'AMI compte, là aussi, sur la chimie supramoléculaire et organique pour fixer le plomb et l'empêcher de s'éparpiller dans l'environnement.

Des applications innombrables

La plasticité des cellules à pérovskites n'a pas que des inconvénients, puisqu'elle leur permet d'adhérer à une grande variété de substrats. C'est pourquoi on peut envisager

d'innombrables applications, notamment dans le domaine des technologies portables, pour alimenter, entre autres, des montres connectées ou des textiles dotés d'éléments électroniques. Jovana Milić entrevoit également un grand potentiel dans le domaine de l'aérospatiale. «C'est un domaine très prometteur, car dans l'espace l'absence d'atmosphère règle certains problèmes de stabilité des pérovskites.»

Et d'ailleurs, leur utilisation ne se limite pas à la transformation des photons en électrons. A l'avenir, les pérovskites pourraient non seulement remplacer les diodes électroluminescentes et les écrans luminescents, mais permettront aussi de stocker ou de transférer les données. L'ironie de l'histoire n'a pas échappé à Jovana Milić: «Ces mouvements d'ions qui nous causent tant de tracas pour les applications photovoltaïques vont nous rendre des services inimaginables dans d'autres domaines!»

Christian Doninelli est rédacteur à Unicom.

Notre experte ► **Jovana V. Milić** est responsable d'un groupe de recherche à l'AMI depuis le mois de septembre 2020. Elle a reçu plusieurs prix prestigieux, dont un financement Prima du Fonds national et un prix Green Talents, qui récompense les projets contribuant au développement durable. Elle a aussi été sélectionnée pour représenter l'un des éléments (Db) du tableau périodique par l'International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). Sa recherche sur les cellules solaires à pérovskites, elle s'en réjouit, requiert une intense collaboration interdisciplinaire avec des chimistes, des physiciens et des ingénieurs.
jovana.milic@unifr.ch



50 Jahre Frauenstimm- und Wahlrecht. Yeah?

© STEMUTZ.COM

Sollen wir uns ernsthaft über dieses Jubiläum freuen? Oder hätte die Geschichte anders geschrieben werden müssen? Ein Gespräch mit drei Expertinnen zeigt, wo der Hase im Pfeffer liegt. **Angela S. Hoppmann**

Wie lässt sich erklären, dass es 1971 auch Frauen gab, die gegen das Wahl- und Stimmrecht für Frauen waren?

Pauline Milani: Es gab schon immer Frauen, die sich gegen das Frauenstimm- und Wahlrecht organisierten. Das fing schon in den 20er- und 30er-Jahren an, aber besonders auffällig waren sie in den 50ern. Es gab beispielsweise eine kleine, sehr aktive Frauengruppe in Bern und Zürich. Diese Frauen waren nicht zahlreich, dafür umso lauter, da sie sehr gut organisiert waren. Sie behaupteten, Politik zu machen, um das anderen Frauen zu ersparen. Sie sahen im Frauenstimmrecht keinen Mehrwert, weil sie einer relativ komfortablen Sozialschicht angehörten und mit wenigen diskussions-

würdigen Problemen konfrontiert waren. Diese Frauen hatten alles, was sie brauchten und bewegten sich in konservativen Kreisen.

Eva Maria Belser: Es gibt immer Menschen, die grundsätzlich gegen eine Veränderung sind. Diese organisierten Frauengruppen waren Personen, die in einer Welt voller Stereotypen und Rollenbilder grossgeworden sind. Sie lebten bis 1988 alle unter einem Eherecht, in dem es noch hiess, dass der Mann das Oberhaupt der Familie sei. Verheiratete Frauen standen unter Vormundschaft. Das Konzept des gleichen Stimm- und Wahlrechts stand für viele Frauen völlig schräg zu ihrer gelebten Lebenswelt und stiess auf eine Gesellschaft und Rechtsordnung, die zutiefst ungleich war.

Diese Ungleichheit zeigt heute noch Wirkungen.

Wie lassen sich denn diese Stereotypen bekämpfen?

Sylvie Durrer: Bereits Einstein sagte: «Es ist leichter, einen Atomkern zu spalten als ein Vorurteil.» Am besten lassen sich Stereotypen im Bildungsbereich bekämpfen, indem sie gar nicht erst geschaffen werden. Man sieht oft – und das belegen auch verschiedene Studien – dass Jungs Richtung körperliche und Platz fordernde Aktivitäten wie Fussball gedrängt werden, während Mädchen Gummistiefel in einer Ecke des Schulhofs spielen sollen. Das Bildungspersonal soll sensibilisiert werden, um diese Stereotypen nicht zu

reproduzieren. In diesem Bereich gibt es eine ganze Reihe von Massnahmen, die Mädchen dazu animieren, alle möglichen Berufe kennenzulernen und den Horizont zu erweitern, weil sie sonst nur eine bestimmte Auswahl an Jobs in Erwägung ziehen.

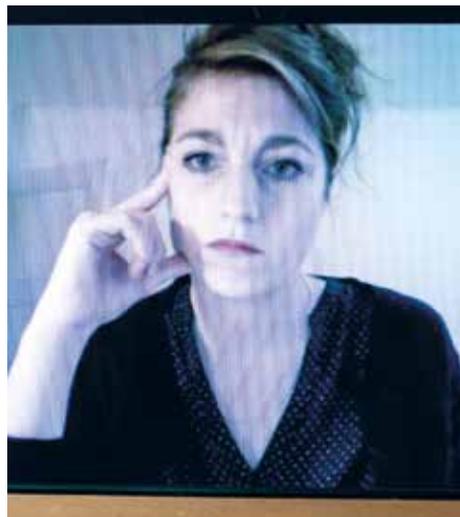
Zurück zu 1971. Nicht das Volk hat abgestimmt, sondern nur die Männer.

Eva Maria Belser: Diesbezüglich bin ich vor allem vom Bundesgericht enttäuscht; es hätte sich auf die Bundesverfassung berufen können, um das Frauenstimmrecht gerichtlich einzuführen. 1966 kamen die beiden UNO-Pakte zustande, die Schweiz hat sie erst 1992 ratifiziert. Es hätte sich auch auf die Allgemeine Erklärung der Menschenrechte berufen können, die die Gleichberechtigung von Mann und Frau in ihrer Präambel bekräftigt und die Diskriminierung nach Geschlecht verbietet. Das Bundesgericht stellte sich auf den Standpunkt, das Männerrecht sei Teil des Gewohnheitsrechts, das Frauenstimmrecht könne deshalb nicht vom Gericht eingeführt werden. Es brauche dafür eine Verfassungsänderung – und also eine Volksabstimmung. Das war eine verquere Argumentation, denn eine Volksabstimmung konnte gar nicht stattfinden, sondern nur eine Männerabstimmung. Eine Frage auf die Demokratie zu schieben, wenn es gar keine Demokratie gab, war feige. In vielen anderen Staaten waren es die Gerichte, die das Frauenstimmrecht einfügten und damit klarstellten, dass der menschenrechtliche Anspruch auf Gleichberechtigung von Frau und Mann nicht vom Willen der Männer abhängen kann.

Im 19. Jahrhundert wollte Emilie Kempin-Spyri als Anwältin tätig sein und durfte es nicht. Vor Gericht argumentierte sie, die Frauen seien in der Verfassung mitgemeint, wenn es «alle Schweizer» heisst. Ihre Klage wurde abgeschmettert.

Eva Maria Belser: Ich bringe diesen Fall im Unterricht immer als Beispielfall dafür, warum die allgemeine Rechtsgleichheit nicht genügt und es ein Antidiskriminierungsverbot braucht. Damals gab es nur den Rechtsgleichheitsgrundsatz «Alle Schweizer sind vor dem Gesetze gleich», und dazu die berühmte Formel, dass «Gleiches nach Mass-

gabe seiner Gleichheit gleich und Ungleiches nach Massgabe seiner Ungleichheit ungleich behandelt wird». Das heisst, es braucht einen sachlichen Grund, um rechtliche Unterscheidungen treffen zu können. Das Problem liegt darin, dass immer sachliche Gründe gefunden werden können, wenn eine Gesellschaft zutiefst ungleich ist. Das Bundesgericht kam zum Schluss, dass Frauen nicht gleich seien. Sie hätten kein Stimm- und Wahlrecht und weil sie nicht mitwirkten, wenn Gesetze geschaffen würden, könnten sie nicht glaubwürdig vor Gericht als Anwältinnen auftreten. Wenn eine Gesellschaft zutiefst ungleich ist, ist das ein Rad, das sich selbst dreht, Ungleichheiten aufnimmt, verrechtlicht und perpetuiert. Deshalb war es auch so ein grosser Schritt 1981, als das Diskriminierungsverbot eingeführt wurde. Erst ab



*Pauline Milani ist Dozentin am Departement für Zeitgeschichte/Histoire contemporaine. Ihre Forschungs- und Lehrschwerpunkte sind Frauengeschichte und Geschlechtergeschichte im Europa des 19. und 20. Jahrhunderts.
pauline.milani@unifr.ch*

diesem Zeitpunkt hielt die Bundesverfassung fest: Das Geschlecht ist kein sachlicher Grund, der eine Ungleichbehandlung rechtfertigt. Männer und Frauen sind gleichberechtigt – Punkt. Auch wenn es gesellschaftliche Unterschiede zwischen Männern und Frauen gibt, rechtlich sind sie gleich zu

behandeln. Mehr noch: Der Gesetzgeber hat für die tatsächliche Gleichstellung zu sorgen und ist verpflichtet, gegen gesellschaftliche Benachteiligungen vorzugehen.

Pauline Milani: Völlig einverstanden. Die Schweizer Geschichte ist deshalb so interessant, da zur Zeit des Inkrafttretens der Bundesverfassung 1848 eine sehr starke Vorstellung natürlicher Differenzen zwischen Mann und Frau bestand, ganz unabhängig von Recht und Politik. Man dachte Geschlecht als etwas Binäres und Komplementäres. Jedes Geschlecht hatte eine eigene Sphäre: Die Frau am Herd, der Mann in der Öffentlichkeit. Diese Vorstellung geht sehr weit, so dass wir auch heute noch Überbleibsel davon spüren. Selbst die Feministinnen, die sich für das Frauenstimmrecht aussprachen, stützten sich auf die Geschlechtsdifferenzen: Weil Frau und Mann so unterschiedlich sind, können Frauen etwas Neues zur Schweizer Demokratie beitragen.

Stimmen Frauen anders ab als Männer?

Eva Maria Belser: Aus demokratischer Sicht spielt das zunächst keine Rolle. Es gilt «one person, one vote». Es gibt allerdings Untersuchungen, die durchaus belegen, dass es Unterschiede gibt, so wie es auch Unterschiede zwischen den Generationen gibt, zwischen dem sozialen Milieu, und bei gewissen Fragen eben nach dem Geschlecht. Ein Beispiel wäre die Konzernverantwortungsinitiative. Sie wäre angenommen worden, wenn es auf die jungen Frauen angekommen wäre.

Sylvie Durrer: Global betrachtet – und es hängt ein bisschen von den Abstimmungsthemen ab – neigen die Frauen dazu, etwas weniger abzustimmen. Das muss allerdings nach Altersgruppe untersucht werden. Die Abstimmung vom 29. November 2020 beispielsweise hat insbesondere junge Frauen mobilisiert. Bei den älteren Generationen waren es eher die Männer.

Pauline Milani: Dass alle Schweizerinnen bereits 1971 das aktive und passive Wahlrecht auf eidgenössischer Ebene besaßen, machte es möglich, bestimmte Änderungen zu beschliessen, die nur Männer ablehnten. Die Frauen starteten sofort Initiativen zur Legalisierung der Abtreibung – die allerdings dann erst 2002 angenommen wurde – und zur Gleichberechtigung. Es waren

ihre Stimmen, die 1985 den Unterschied machten, als das Ehegesetz revidiert wurde. Ein wichtiger Meilenstein in der Geschichte der Frauenemanzipation. Nicht zuletzt, weil der Status des Familienoberhaupts abschafft und beiden Ehepartnern die gleiche Entscheidungsmacht über die Familie gewährt wurde. Diese Überarbeitung ist unerlässlich, ihr sollte viel mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden. Es wird viel von 1971 gesprochen, was natürlich sehr wichtig ist, aber einige Frauen in der Schweiz - das sollten wir nicht vergessen - hatten schon damals das Wahlrecht.

1958: Iris von Roten, als «Emanze der Schweiz» betitelt, veröffentlichte das kontrovers diskutierte Buch «Frauen im Laufgitter». Sie wurde von Männern und Frauen für die Ablehnung des Frauenstimmrechts 1959 verantwortlich gemacht. Müssten Frauen «braver» sein, um ihre feministischen Ziele zu erreichen?

Eva Maria Belser: Von Roten hat dasselbe Schicksal erlitten wie viele andere Frauen in diesem Kampf. Aber ich glaube nicht, dass man mit Zähmheit die Welt ändern kann und bin dankbar für jede Frau, die damals und heute auf den Tisch klopft. Es gibt keine Bewegung, wenn es nicht Menschen gibt, die sogenannte extreme Forderungen auf unterschiedene Art und Weise stellen. Ich glaube nicht, dass die Frauen etwas erreicht hätten oder erreichen würden, wenn sie sich immer so verhalten würden, wie es den gesellschaftlichen Stereotypen entspricht. Es gibt auch viele wissenschaftliche Nachweise darüber, wie ungleich Frauen und Männer wahrgenommen werden. Ein Mann, der laut redet und Leute unterbricht, ist entschieden und zielstrebig. Eine Frau, die das gleiche tut, ist unangenehm, laut und vielleicht sogar unfähig. Wir müssen daran arbeiten, diese Wahrnehmung zu ändern. Man muss sich das mal vorstellen, es gibt sogar Stimmtrainings für Frauen, weil tiefere Stimmen offenbar besser ankommen. Das ist verrückt.

Ein entscheidender Faktor, etwas zu bewegen, war der UNESCO-Bericht von 1974 und der Wunsch, nicht rückständig zu wirken. Braucht es immer einen Reiz von aussen, um etwas in Bewegung zu setzen?

Eva Maria Belser: Zumindest in der Schweiz braucht es für Veränderungen offenbar immer beides: Druck von unten und von oben, aber eben auch von aussen. Napoleon und die napoleonischen Heere haben uns einen



Eva Maria Belser ist Professorin für Staats- und Verwaltungsrecht und Co-Direktorin des Instituts für Föderalismus. Ihr besonderes Interesse gilt den Grund- und Menschenrechten, der Demokratie und der Rechtsstaatlichkeit, dem Föderalismus sowie der Sozialstaatlichkeit in all ihren Ausprägungen. evamaria.belser@unifr.ch

grossen Teil der Menschenrechte gebracht. Der Druck von Frankreich hat dazu geführt, dass die jüdischen Männer gleichgestellt worden sind in der Schweiz – freiwillig hätte man das offenbar nicht gemacht. Und beim Frauenstimmrecht war auch der Wunsch, der europäischen Menschenrechtskonvention beizutreten, gross. Jetzt ist es eigentlich immer noch so. Kommt jetzt die Schweizerische unabhängige Menschenrechtsinstitution? Es ist wahrscheinlich auch so, dass ein Land, in welchem bis 1971 die Androkratie derart aufs Podest gehoben wurde, unbedingt ein übergeordnetes, völkerrechtliches Korrektiv braucht. Die Idee von Grund- und Menschenrechten ist, dass man nicht über alles abstimmen kann: Sie gelten für alle, auch gegen den Willen der Mehrheit. Das ist eine Botschaft, die immer noch nicht richtig angekommen ist in diesem Land.

In der Schweiz geht es auch bezüglich Ehe für alle oder die Option eines dritten Geschlechtseintrages nur sehr schleppend voran. Wiederholt sich die Geschichte?

Eva Maria Belser: Es ist tatsächlich so, dass alle Staaten mit diesem Spannungsverhältnis umgehen müssen: Wo hat die Demokratie ihren Platz, wo kann die Mehrheit entscheiden? Wo brauchen wir die demokratische Legitimation und wo siegt die Rechtstaatlichkeit mit den Menschenrechten und dem Völkerrecht? Alle Staaten versuchen hier eine Balance zu finden und bei der Schweiz ist auffällig, dass das Pendel stark ausschlägt in Richtung Demokratie. Es entscheidet auch dort die Mehrheit, wo es um Rechte und Freiheiten Einzelner geht – das ist problematisch und gefährlich. Ende des 19. Jahrhunderts war die allererste erfolgreiche Initiative in der Schweiz die Einführung des Schächtverbots. Offiziell wurde sie mit Tierschutz begründet, aber das war zu der Zeit wirklich nicht das Thema. Die Initiative war, das ist heute unbestritten, antisemitisch motiviert. Die Mehrheit (damals nicht des Volkes, sondern der Männer) stimmte über die Religionsfreiheit einer Minderheit ab, wie wir das auch über hundert Jahre später mit dem Minarett-Verbot wieder gemacht haben und wie wir das in vielen anderen Bereichen weiterhin tun. Diese Meinung, dass die Mehrheit über die Rechte und Freiheiten von Minderheiten abstimmen kann, nähert die Demokratie manchmal gefährlich nah an eine Tyrannei der Mehrheit an. In unserem Land ist die Justiz enorm viel schwächer als in den umliegenden Ländern. Wir erachten Volksinitiativen selbst dann als gültig, wenn sie Menschenrechte verletzen, und wir haben keine volle Verfassungsgerichtsbarkeit: Das Bundesgericht muss ein Bundesgesetz selbst dann anwenden, wenn es die Verfassung, also etwa die Rechtsgleichheit oder das Diskriminierungsverbot, verletzt. Wir können deshalb das höherrangige Recht gar nicht immer durchsetzen, wenn die Mehrheit es anders will.

Es gibt auch Gesetze, die zwar neutral formuliert sind, aber diskriminierende Folgen haben können.

Eva Maria Belser: Das ist ein riesiges Problem. Wenn man etwa sagt, die ganze Fortpflanzungsmedizin sei nicht diskriminierend, weil alle, die verheiratet sind, Zugang haben zur heterologen Samenspende. Heiraten können aber nur heterosexuelle Paare. Das ist keine offene, aber eine indirekte Diskriminierung. Das Gesetz sieht zwar neutral aus, aber es wirkt sich nachteilig aus auf gleichgeschlechtliche Paare. Solche indirekten Diskriminierungen gibt es wohl noch viele in unserer Rechtsordnung. In der Teilzeitarbeit, bei der Schliessung der Schulen in der Pandemie ... Das alles wirkt sich nicht auf beide Geschlechter gleich aus. Wir erleben jetzt gerade wieder, was indirekte Diskriminierung bedeutet.

Pauline Milani: Die Neutralität wird immer als «weisser Mann» gedacht, nie wirklich neutral. Wir haben seit 1971 eine etwas komplettere Demokratie, aber wir stimmen mehrmals im Jahr über Themen ab, die Ausländer_innen betreffen. Und die haben kein Stimm- und Wahlrecht, zumindest auf Bundesebene.

1988 wurde das Eidgenössische Büro für die Gleichstellung von Frau und Mann gegründet. Was ist dessen Mission?

Sylvie Durrer: Die Mandate des Eidgenössischen Büros für die Gleichstellung von Frau und Mann wie auch jene der kantonalen Gleichstellungsbüros sind sehr vielfältig. Es geht um die Bekämpfung aller Formen von Diskriminierung, direkt und indirekt, und in allen Lebensbereichen. Das Büro hat unter anderem den Auftrag, die Bevölkerung zu informieren, an Rechtprojekten teilzunehmen und Stellung zu Gesetzesentwürfen und parlamentarischen Geschäften zu nehmen. Wir unterstützen auch Projekte, welche die Chancengleichheit von Frauen und Männern im Berufsleben fördern. Seit diesem Jahr unterstützen wir neu auch Projekte im Bereich der Prävention von häuslicher Gewalt und Gewalt gegen Frauen. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Förderung der Lohngleichheit, etwa mit der Entwicklung von Analyseinstrumenten wie dem international anerkannten Logib oder durch Kontrollen im Rahmen des öffentlichen Beschaffungswesens des Bundes.



© STEMUTZ.COM

Sylvie Durrer ist seit 10 Jahren Direktorin des Eidgenössischen Büros für die Gleichstellung von Frau und Mann EBG, angesiedelt im Eidgenössischen Departement des Innern EDI. Unter ihrer Führung steigerte sich der Männeranteil im EBG auf 36 Prozent. Für sie bedeutet Gleichstellung mehr Wahlfreiheit – für Frauen und Männer. sylvie.durrer@ebg.admin.ch

Sind die politischen Aufgaben und Forderungen, die wir öffentlich über die Gleichstellungsbüros wahrnehmen, nicht weitgehend cis, weiss, hetero und bürgerlich?

Eva Maria Belser: Nach meinem Dafürhalten ist das eine weitere Verspätung der Schweiz. In diesem Bereich gibt es wirklich wenig zu feiern, sondern vor allem viel zu betrauern, weil die Schweiz auch jetzt noch so ein schwarzes Loch ist wie damals vor 1971. Alle umliegenden Staaten haben allgemeine Antidiskriminierungsgesetze. Die Schweiz sieht sich mit dem äusseren Druck des Völkerrechts konfrontiert. Immer wieder wird die Empfehlung an die Schweiz gerichtet, ein allgemeines Antidiskriminierungsgesetz zu schaffen. Die offizielle Antwort der Schweiz lautet: «Wir brauchen das nicht. Wir haben den sogenannten sektoriellen oder fragmentierten Ansatz, haben die Gleichstellung von Mann und Frau, das Behindertengleichstellungsgesetz und Antirassismus-Stellen und das funktioniert super!» Das ist aber natürlich nicht der Fall, weil es ganz viele Diskriminierungskonstellationen gibt, die nicht abgedeckt sind. Wir

haben auch keine Institutionen, die gut mit Mehrfachdiskriminierungen umgehen können. Das Thema ist wichtig, wird aber immer wieder schubladisiert. Die jetzigen Institutionen haben ihren Zweck, ihre Bedeutung, sie sind historisch gewachsen und haben wichtige Aufgaben zu erfüllen. Aber es kommen neue hinzu und diesen sollten wir uns auch annehmen. Wir haben gravierende Lücken in unserem Gleichstellungsrecht, auch im Bereich der Benachteiligungen, die nicht vom Staat, sondern Privaten ausgehen.

Pauline Milani: Ich würde gerne das Gleichstellungsreglement der Uni Freiburg an dieser Stelle erwähnen. Das Konzept ist sehr «90er». So ist das Ziel bisher, gleich viele Männer wie Frauen auf bestimmten Posten zu haben. Kein Wort über Diversität, über verschiedene Arten der Ungleichheit an der Uni ... Meines Wissens ist eine Revision im Gange, aber wir sind im Jahr 2021!

Immerhin haben Schweizer Unis im Gegensatz zu anderen Ländern Frauen sehr früh zum Studium zugelassen.

Pauline Milani: Auch dort muss man nuancieren. Universitäten öffneten sich zwar sehr früh für die Frauen, aber um angenommen zu werden, musste man einen Matura-Abschluss haben. Als die Uni Freiburg 1907 die ersten Frauen zulies, gab es für sie in Freiburg noch keine Möglichkeiten eines Maturaabschlusses. Es waren also vor allem Studentinnen aus dem Ausland, die Zugang hatten. Seit den 1970er Jahren steigt die Zahl der Studentinnen stetig an, heute machen sie fast 60 Prozent der Studierenden in Freiburg aus, doch die Zahl der Professorinnen stagniert immer noch bei etwa 25 Prozent. Es gibt noch viel zu tun.

Angela S. Hoppman ist Wissenschaftsredaktorin bei Unicom.

Anm. d. Red: Sylvie Durrer konnte beim Interview nicht anwesend sein. Ihre Aussagen wurden mit ihrem Einverständnis dem Wissenschaftscafé «Frauen – 50 Jahre Wahlrecht und dann?» vom 27. Januar 2021 entnommen.

People & News

L'Université de Fribourg s'est vu attribuer les *leading houses* de deux programmes de swissuniversities. Le premier projet prend place dans le cadre du **P-7 «Egalité des chances et développement des hautes écoles»**, en partenariat avec les Universités de Berne, Zurich, Saint-Gall et Lucerne, ainsi que l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne. Il porte sur la «sélectivité basée sur l'origine sociale dans les universités», tant du point de vue de l'accès à l'enseignement que des carrières universitaires. En collaboration avec la HES-SO Fribourg, l'Unifr s'est également vu octroyer un financement dans le cadre du programme **P-8 «Renforcement des digital skills dans l'enseignement»**. Le projet, intitulé «DigitalSkills@Fribourg», vise à développer et renforcer les compétences numériques des étudiant-e-s, des enseignant-e-s et de l'institution. Ainsi, à partir du semestre d'automne 2021, plusieurs nouvelles formations seront proposées aux membres de l'Université et de la HES.

Le professeur de médecine familiale **Pierre-Yves Rodondi** a été élu membre du Conseil d'administration de la Société suisse de médecine interne générale (SGAIM), la plus grande société médicale helvétique. Il y apportera notamment son expertise dans le domaine de l'enseignement médical.

Yann Ravussin, maître d'enseignement et de recherche à la Section de médecine, a reçu un Prix Jeune Chercheur de la Société suisse d'endocrinologie et diabétologie qui récompense son travail sur l'obésité. Ce financement lui a permis d'acquérir du matériel technique pour le démarrage de son équipe à l'Unifr.

Eva Maria Belser a été élue membre du Conseil consultatif de l'Institut international pour la promotion de la démocratie et de la participation démocratique (International IDEA) sur proposition de la Confédération suisse. Avec 29 Etats membres, l'organisation gère des bureaux nationaux et des

programmes sur l'élaboration de constitutions démocratiques, la préparation et la conduite des élections et leurs conditions, la participation politique et l'Etat de droit sur tous les continents.

L'**Institut Adolphe Merkle** a également reçu son lot de bonnes nouvelles. **Alessandro Ianiro** a été sélectionné pour devenir un prestigieux Marie Skłodowska-Curie Fellow. Son projet, financé par la Commission européenne, se concentre sur le développement d'une nouvelle classe de matériaux nanocomposites qui imitent les muscles naturels en combinant des hydrogels sensibles aux stimuli avec des cristaux liquides colloïdaux. **Saurabh Awasthi** est le bénéficiaire d'une bourse Spark du Fonds national suisse (FNS). Son projet se concentrera sur la détection des oligomères de la protéine Tau, dont la présence peut favoriser le développement de la maladie d'Alzheimer. **José Augusto Berrocal** bénéficie également du programme Spark pour ses recherches sur des systèmes artificiels capables de produire de l'électricité de manière durable, notamment en utilisant les stimuli omniprésents dans notre vie quotidienne.

Dans le cadre de la formation Innosuisse Business Concept Training, proposée l'automne dernier à Fribourg, **Gil Oliveira**, **Miguel Correia**, **Timur Ashirov** et **Vincent Racciatti**, ont remporté le Prix de l'innovation Rosenfield, doté de 1000 francs, pour leur projet de Musée d'histoire post-naturelle, qui vise à devenir le premier musée en Europe exclusivement consacré à la collecte et à la présentation d'organismes modifiés. Le prix FRIUP, constitué de 1000 francs et d'heures de coaching personnel, a été attribué à **Hugo Najberg**, **Isabela Grigoras** et **Teng Wei Koay** pour leur projet «Diner», une application ludique dont le but est d'aider les personnes qui veulent manger plus sainement en conditionnant inconsciemment la perception de la nourriture tout en s'amusant. Toujours en partenariat avec Innosuisse, les

Professeures **Katharina Fromm** et **Emanuelle Fauchart** ont organisé un concours de présentation de création d'entreprise à l'intention d'étudiant-e-s en sciences et en économie. Avec un nombre record de 150 participant-e-s, dont 18 équipes de l'Unifr, il s'agit du premier événement commun entre les facultés universitaires et la Haute école de gestion Fribourg (HEG-FR), ainsi que leurs communautés d'innovation respectives, à savoir l'Innovation Club et l'Innovation Lab.

Le Professeur **Mariano Delgado** a été élu nouveau doyen de la classe VII (religions) de l'Académie européenne des Sciences et des Arts. Tandis que le Professeur **Philippe Lefebvre** a été nommé par le pape membre de la Commission biblique pontificale, pour un mandat de cinq ans.

Pascal Pichonnaz a été nommé président du European Law Institute (ELI), institut indépendant qui présente des projets pour améliorer la réglementation en Europe dans tous les domaines du droit.

Un protocole d'accord entre l'Université de Fribourg et l'**Université de médecine chinoise de Nanjing** jette des bases solides pour la coopération en matière d'enseignement et de recherche. Un projet de formation en médecine traditionnelle chinoise pour les étudiant-e-s en médecine de Fribourg est en préparation pour cette année. L'initiative sera dirigée par le Professeur **Pierre-Yves Rodondi**, directeur de l'Institut de médecine familiale de l'Unifr. L'introduction de la médecine traditionnelle chinoise dans la formation à la médecine familiale serait une première en Suisse.

Le Rectorat nomme, dès le 1^{er} mars 2021, **Carmen Delgado Luchner** au poste de nouvelle directrice du Centre de langues. **Christian Parisod** prendra le poste de professeur de biologie environnementale au sein de la Faculté des sciences et de médecine à partir du 1^{er} août 2021.



© Pierre-Yves Massot

Astrid Epiney

Rektorin der Universität Freiburg, Professorin für Völkerrecht, Europarecht und öffentliches Recht

Wovor haben Sie Angst? Vor Stürzen in den Bergen

Was bringt Sie zum Weinen?
Emotionelle Situationen im persönlichen / familiären Bereich

Was langweilt Sie? Kochen

Was bereuen Sie in ihrem Leben?

Eigentlich nichts Wesentliches. Ich bedaure allerdings, dass ich nicht mehr Sprachen gelernt habe und Latein im Gymnasium nach drei Jahren aufgegeben habe

Haben Sie einen Tick? Wenn ja, welchen?
Nein, nicht wirklich (zumindest nicht, dass ich wüsste, sieht man einmal von einer gewissen Empfindlichkeit gegenüber Lärm ab)

Ihre liebste Tageszeit? Jede Tageszeit hat ihren Charme

Ihre wichtigste Charaktereigenschaft in Bezug auf Ihre Arbeit? Loyalität in Bezug auf die Aufgabe / die Verantwortung und die zu spielende Rolle

Woran glauben Sie?
Die Hoffnung (und die Zuversicht) stirbt zuletzt

Möchten Sie lieber sterben oder als Tier weiterleben?
Lieber sterben

Wovon haben Sie keine Ahnung?
Von fast allem

Welche Frage stellen Sie sich immer wieder?
Warum manche (und zu viele) Menschen dazu neigen, Verhaltensweisen zu pflegen, die nur Unzufriedenheit nach sich ziehen können

Worin sollten Sie sich üben? In Geduld

Cover Rückseite | Werbung_MTL-SA