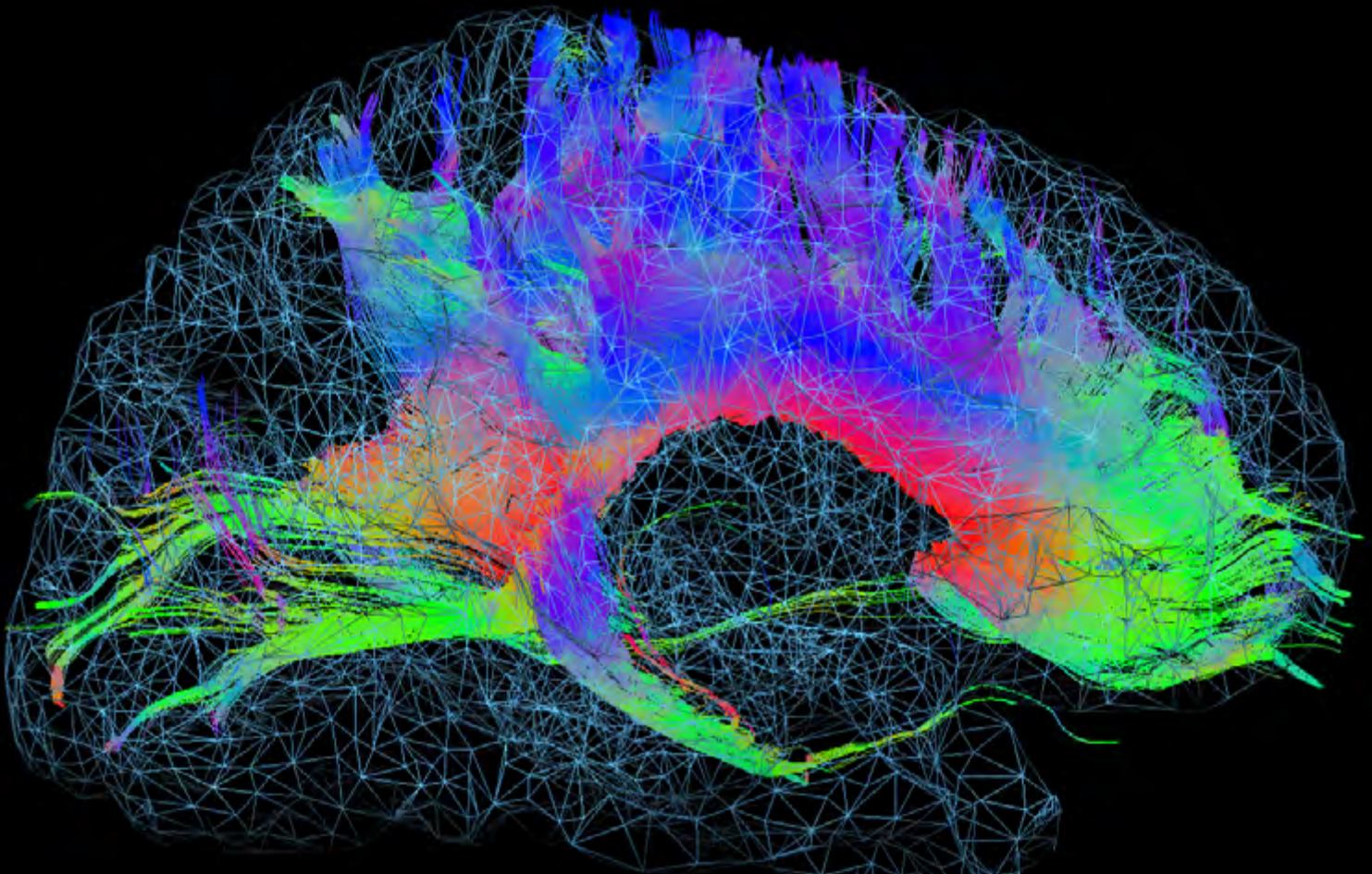


# RUBIN

WISSENSCHAFTSMAGAZIN

SONDERAUSGABE



## EXTINKTIONSLERNEN

Was beim Lernen im Gehirn abläuft

Warum der Kontext dabei entscheidend ist

Und was das für die Überwindung von  
Ängsten und Schmerzen bedeutet

# 35

Sonderausgabe  
2025:

Sonderforschungsbereich 1280  
Extinktionslernen

Im Gespräch

# DAS ZWEITE GEHIRN IM BAUCH

**S**chmetterlinge im Bauch, nervöses Magengrummeln, Hunger: Permanent kommunizieren unser Gehirn und unser Darm miteinander. Besonders intensiv ist die Kommunikation, wenn wir Bauchweh oder andere Schmerzen im Magen-Darm-Trakt haben. Wenn die Angst vor solchen Schmerzen schlimmer wird als der Schmerz selbst, stecken häufig Lernprozesse dahinter. Prof. Dr. Adriane Icenhour und Dr. Franziska Labrenz untersuchen im Sonderforschungsbereich Extinktionslernen, wie man Menschen dann helfen kann, den Teufelskreis aus Angst und Schmerz zu überwinden.

**Frau Professorin Icenhour, was hat Schmerz mit Lernprozessen zu tun?**

**Icenhour:** Wir alle kennen das: Wenn wir Schmerzen haben, fangen wir an, uns Sorgen zu machen, und überlegen, was denn da nicht stimmt und was wir tun können. Zum Arzt gehen? Eine Tablette nehmen? Schonen und regenerieren? Schmerz ist also eines der bedeutendsten Warnsignale und eine hohe Motivation für den Organismus – und regt deshalb besonders gut Lernprozesse an, um uns an die unangenehme Situation anzupassen oder, wichtiger noch, sie in der Zukunft nicht wieder zu erleben. Was können wir tun, um Schmerzen gar nicht erst entstehen zu lassen? Welche Signale aus dem Äußeren oder Inneren des Körpers sollten wir künftig als Warnsignale betrachten, damit die Schmerzen überhaupt nicht aufkommen können?

**Sie beschäftigen sich in Ihren Forschungsprojekten mit einem ganz bestimmten Schmerz, dem viszeralen Schmerz. Was zeichnet diesen aus?**

**Icenhour:** Viszeraler Schmerz lässt sich mit Eingeweide-Schmerz übersetzen und umfasst vom schmerzhaften Aufstoßen über Bauchweh alle schmerzhaften Empfindungen aus unserem Magen-Darm-Trakt. Dieser Schmerz aus dem Körperinnern ist insofern besonders, weil er als viel furchteinflößender betrachtet wird als Schmerz aus dem Körperäußeren. Wir können ihm nicht entkommen – also nicht auf die Weise, wie wir etwa ganz schnell die Hand von einer heißen Herdplatte wegziehen. Und: Wir können häufig auch nicht genau sagen, was wehtut. Wir haben das diffuse, schwer zu lokalisierende Unwohlsein und können gar nichts dagegen tun. ▶

*Mehr als 100 Millionen Nervenzellen befinden sich im Darm. Man nennt ihn daher auch zweites Gehirn. Welche Rolle die Gehirn-Darm-Achse beim Lernen und Verlernen von Schmerzen spielt, entschlüsseln Bochumer Forscherinnen.*



Adriane Icenhour (links) und Franziska Labrenz untersuchen, welche Rolle die Gehirn-Darm-Verbindung beim Lernen und Verlernen von Schmerzen spielt.



Unwohlsein, Magengrummeln, Bauchweh: Der Schmerz aus dem Körperinnern ist häufig diffus, schwer zu lokalisieren – und furchteinflößend.

„MAN KANN  
DEN NERVEN-  
HAUFEN IM  
DARM KAUM  
VON DEM IM  
GEHIRN UNTER-  
SCHEIDEN.“



Franziska  
Labrenz

### **In dem Kontext ist häufig von der Gehirn-Darm-Achse die Rede. Was verbirgt sich dahinter?**

**Icenhour:** Sich vor Angst in die Hose machen oder der Stress, der einem auf den Magen schlägt: In unserem Sprachgebrauch ist die Verbindung zwischen Gehirn und dem Magen-Darm-Trakt intuitiv nachvollziehbar. Und tatsächlich hat man wissenschaftlich nachgewiesen, dass Signale aus dem Körperinneren über unterschiedliche Botenstoffe entlang der Gehirn-Darm-Achse kommuniziert werden. Und zwar permanent und häufig auch unbemerkt. Die Kommunikation erfolgt dabei in beide Richtungen: Unser Gehirn, einschließlich unserer Emotionen, beeinflusst Magen-Darm-Prozesse und umgekehrt.

**Franziska Labrenz:** Unser Darm ist ja nicht nur ein Organ, sondern eines von drei Nervensystemen. Neben unserem zentralen und peripheren Nervensystem gibt es noch das sogenannte enterische Nervensystem, das unseren Magen-Darm-Trakt durchzieht. So wie wir Nervenzellen im Gehirn haben, haben wir auch Nervenzellen im Darm – etwa 100 Millionen. Und dieses zweite Gehirn ist ganz ähnlich aufgebaut. Man kann den Nervenhaufen im Darm kaum von dem im Gehirn unterscheiden.

### **In Ihren Forschungsprojekten versuchen Sie herauszufinden, wie viszeraler Schmerz entlang dieser Achse kommuniziert wird, wie er erlernt und verlernt wird. Wie sehen die Lernexperimente dazu aus?**

**Icenhour:** Wir haben eine ganze Reihe an experimentellen Studien, die wir sowohl mit Patient\*innen als auch gesunden

Versuchspersonen durchführen. Wir setzen in unseren Konditionierungsstudien unangenehme Reize ein, um entweder viszerale Schmerzen, beispielsweise Bauchschmerzen durch Druck, oder äußere, somatische Schmerzen, etwa durch Hitze Reize auf der Hautoberfläche, zu erzeugen.

### **Sie sprechen von Konditionierung. Etwa so wie beim berühmten Pawlowschen Hund?**

**Icenhour:** Ja, letztlich genau so. Übrigens ist auch der Pawlow'sche Hund ein Konditionierungsbeispiel aus dem Viszeralbereich. Wann immer der Hund einen Ton hört, bekommt er etwas zu fressen. Der Ton reicht irgendwann aus, damit der Hund Speichel bildet. Und diese appetitive Konditionierung lässt sich übertragen auf aversive Lernprozesse. Meistens arbeiten wir mit visuellen Stimuli, also mit Bildern von einfachen geometrischen Formen. Ein Dreieck wird zum Beispiel mit einem Schmerzreiz gepaart und kann diesen so vorherzusagen. Und ein Kreis nicht. Der dient als Sicherheitssignal.

**Labrenz:** Wir beobachten dann mithilfe funktioneller Magnetresonanztomografie (fMRT), was passiert, wenn die Versuchspersonen am Anfang des Experiments ein Dreieck sehen, und was passiert, wenn sie dieses Dreieck sehen, nachdem sie mehrfach erlebt haben, dass diesem Dreieck ein Schmerz folgt. Im MRT können wir beobachten, welche Gehirnregionen dabei aktiv werden oder auch miteinander kommunizieren. Wir arbeiten außerdem zum Beispiel mit Fragebögen und Bewertungen. Wir fragen vor und nach dem Versuch ab, wie die Personen die Reize auf einer Skala von sehr angenehm bis sehr unangenehm bewerten.

### **Was haben Sie beobachtet? Wie wird der Schmerz aus dem Körperinneren empfunden?**

**Icenhour:** Es ist zum Beispiel möglich, Versuchspersonen mit zwei verschiedenen Reizen, einem aus dem Körperinneren und einem aus dem Körperäußeren, gleichzeitig zu konditionieren, um vergleichende Aussagen zu treffen. Im Vorfeld der Konditionierung haben unsere Proband\*innen dabei die Intensität der beiden Reize als gleich stark eingestuft, wobei der viszerale Reiz insgesamt als unangenehmer wahrgenommen wurde.

Diese Abneigung gegenüber dem viszeralen Schmerz stieg nach der Konditionierung stark an. Während der äußerlich verabreichte Reiz als neutral bewertet wurde, lag die Bewertung des viszeralen Reizes aus dem Körperinneren auf einer Skala von 0 bis 100 bei über 75, er wurde also nach der Konditionierung deutlich unangenehmer wahrgenommen als der aus dem Körperäußeren. Ein ähnliches Muster gilt für die Furcht vor Schmerzen.

**Labrenz:** Unsere Versuchspersonen konnten den Reiz von außen komplett ignorieren. Hier hat also kein starker Lernprozess stattgefunden. Dafür hat man sich stärker auf den viszeralen Reiz fokussiert, diesen abgespeichert und als wesentlich furchteinflößender erlebt.

## Sie sprechen immer wieder von der schmerzbezogenen Furcht. Schmerzgedächtnis und Furcht sind danach eng miteinander verwoben?

**Icenhour:** Psychologische Faktoren spielen eine zentrale Rolle. Viele unserer Patient\*innen haben sogenannte Komorbiditäten. Sie leiden neben Bauchschmerzen zum Beispiel an Angststörungen und Depressionen. Bei vielen steht außerdem die Furcht vor den Schmerzen an erster Stelle und hält sie davon ab, ihren Alltag zu bestreiten.

**Labrenz:** Es ist also nicht der Viszeralschmerz, der so schlimm ist, sondern die Furcht. Was mache ich etwa, wenn ich Durchfall bekomme und es keine Toilette gibt? Die Menschen hören dann auf, mit der Bahn zu fahren, steigen auf das Auto um oder bleiben am Ende ganz zu Hause. Andere wissen, dass ein stressiger Tag ansteht und nehmen, obwohl sie keine Symptome haben, Magentabletten ein.

**Icenhour:** Sie ergreifen also Maßnahmen, die die Furcht am Leben halten. Sie katastrophisieren, sie hören verstärkt in sich hinein. Wir wollen diesen Teufelskreis unterbrechen, die schmerzbezogene Furcht besser verstehen und darauf basierend neue Therapieformen entwickeln und bestehende verbessern.

## Wie könnten solche Therapien aussehen?

**Icenhour:** Psychotherapien, die auf der Extinktion von Furcht basieren, funktionieren auch bei chronischen Schmerzen. Der logische nächste Schritt ist nun zu schauen, über welche Mechanismen diese Expositionstherapien bei Patient\*innen mit chronischem Bauchschmerz wirken.

**Labrenz:** Aus der Angstforschung weiß man zum Beispiel, dass das Furchtvermeidungsverhalten die Furcht aufrechterhält und die Extinktion verhindert. Wir haben dieses Vermeidungsverhalten kürzlich in einem Schmerzexperiment nachgestellt und konnten eindrücklich zeigen, dass Vermeidung auch schmerzbezogene Furcht aufrechterhält.

**Icenhour:** Man kann, äquivalent zur Therapie von Angststörungen, auch Schmerzpatient\*innen mit ihrer Furcht konfrontieren, sie zum Beispiel unter Anleitung gezielt Sportübungen machen lassen, bei denen man den Bauch anspannt, oder sie bitten, Speisen zu sich zu nehmen, die sie jahrelang gemieden haben. Auf diese Weise, durch die Konfrontation mit ihren Befürchtungen, lernen sie, dass gar nichts passiert, oder dass, wenn sie auch Symptome verspüren, diese auszuhalten sind. Wenn wir die Furcht im Griff haben – die Patient\*innen sich wieder mehr zutrauen, positive Erlebnisse haben, sich ihre Lebensqualität verbessert –, dann wird auch der Umgang mit dem Schmerz adaptiver und er lässt nach. Die subjektive Einschätzung der Schmerzen ist dann eine andere – auch wenn sie vielleicht nicht vollständig geheilt werden können.

Text: lb, Fotos: rs



Die Versuchspersonen werden während des Lernexperiments mithilfe von funktioneller Magnetresonanztomografie (fMRT) beobachtet.



Die Forscherinnen verfolgen, was während des Lernexperiments im Gehirn der Versuchspersonen geschieht, etwa wenn sie erleben, dass einem visuellen Stimulus ein Schmerz folgt.

# REDAKTIONSSCHLUSS

## IMPRESSUM

HERAUSGEBER: Sonderforschungsbe-  
reich 1280 Extinktionslernen in Verbindung  
mit dem Dezernat Hochschulkommunikation  
der Ruhr-Universität Bochum (Hubert Hundt,  
v.i.S.d.P.)

REDAKTIONSANSCHRIFT: Dezernat Hochschul-  
kommunikation, Redaktion Rubin, Ruhr-Universität  
Bochum, 44780 Bochum, Tel.: 0234/32-25228,  
rubin@rub.de, news.rub.de/rubin

REDAKTION: Dr. Lisa Bischoff (lb, Redaktionsleitung);  
Meike Drießen (md); Carina Huber (ch); Raffaella Römer  
(rr); Dr. Julia Weiler (jwe)

FOTOGRAFIE: Roberto Schirdewahn (rs), Offerkämpfe 5,  
48163 Münster, Tel.: 0172/4206216,  
post@people-fotograf.de, www.wasaufdieaugen.de

COVER: Prof. Dr. Erhan Genç

BILDNACHWEISE INHALTSVERZEICHNIS: Teaserfotos  
für S. 16, 30, 50: RUB, Marquard; S. 8: Robert Reichert,  
Kevin Haselhuhn, Noemi Rook; S. 46: rs

GRAFIK, ILLUSTRATION, LAYOUT UND SATZ:  
Agentur für Markenkommunikation, Ruhr-Universi-  
tät Bochum, www.einrichtungen.rub.de/de/  
agentur-fuer-markenkommunikation

DRUCK: LD Medienhaus GmbH & Co. KG,  
Hansaring 118, 48268 Greven,  
info@ld-medienhaus.de, www.ld-medienhaus.de

AUFLAGE: 4.200

BEZUG: Die reguläre Ausgabe von Rubin  
erscheint zweimal jährlich und ist erhältlich  
im Dezernat Hochschulkommunikation der  
Ruhr-Universität Bochum. Das Heft kann  
kostenlos abonniert werden unter news.  
rub.de/rubin. Das Abonnement kann  
per E-Mail an rubin@rub.de gekündigt  
werden. Die Sonderausgabe 2025 ist  
erhältlich beim Sonderforschungsbe-  
reich Extinktionslernen. Interes-  
sierte können sich per E-Mail an  
sfb1280-sekretariat@ruhr-uni-  
bochum.de melden.

ISSN: 0942-6639

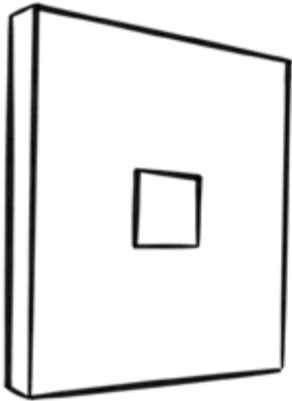
Nachdruck bei Quellenan-  
gabe und Zusenden von  
Belegexemplaren

UCS: unconditionierter Reiz  
NS: neutraler Reiz  
CS: konditionierter Reiz  
CR: konditionierte Antwort  
UCR: unconditionierte Antwort

Zeichnungen: Simon Gies

ES IST ERSTAUNLICH, SHERLOCK!  
IMMER WENN ICH DIESES  
WEISSE QUADRAT  
SEHE, BEKOMME ICH HUNGER...  
WIE IST DAS MÖGLICH?

IN DER TAT! DOCH AUCH  
DIESEN SELTSAMEN FALL  
WERDE ICH LÖSEN.



FUTTER → HUNGER  
(UCS) (UCR)

□ → ?  
(NS)

FUTTER → HUNGER  
(UCS) (UCR)  
+ □ (CS)

□ → HUNGER  
(CS) (CR)

WATSON, WIR  
WURDEN  
KONDITIONIERT!

