

Bis an die Schmerzgrenze
Gerade durchzuckt die Redakteurin Simone Einzmann ein Elektroschock. Da hilft nur noch: Augen fest zusammenkneifen. Die Züricher Forscher bestimmen so die Schmerzschwelle der Autorin, bevor sie sie in den MRT-Scanner (unten) schieben

Leiden am Limit

Schmerz fühlt sich für jeden Menschen anders an. FOCUS-GESUNDHEIT-Redakteurin Simone Einzmann wollte **ihre persönliche Grenze des Erträglichen** austesten und wagte an der Universität Zürich einen ungewöhnlichen Selbstversuch

Wie leidensfähig sind Sie?", fragt mich Mike Brügger, ein Grinsen zuckt um seine Mundwinkel. „Durchschnittlich?“, antworte ich, wenig überzeugt. Ich hoffe, dass das die richtige Antwort auf eine Frage ist, die ich nie geglaubt hätte, beantworten zu müssen. Was ist schon Schmerz? Kann man ihn überhaupt erklären, mitteilen, vergleichen? Neurowissenschaftler Brügger versucht, zwei Elektroden auf meinem Handrücken zu befestigen. Sie

sollen in wenigen Minuten Stromstöße durch meinen Körper jagen. Bis er die richtige Stelle gefunden hat, dauert es. Er drückt auf meine Haut, streicht sie glatt, klopft sie rhythmisch ab. Ich soll meine Hand öffnen und wieder zur Faust schließen. Brügger sucht. Mein Handrücken wurde noch nie so genau in Augenschein genommen. Warum es denn so wichtig sei, wo die Elektroden kleben? „Ich möchte die Stelle finden, wo es Ihnen am meisten wehtut“, sagt er und klebt die Elektroden fest.

Der Neurowissenschaftler und seine Kollegen von der Universität Zürich versuchen, was bislang noch niemandem gelungen ist: Schmerz objektiv messbar zu machen. Dazu müssen sie jene Regionen im Gehirn identifizieren, die bei Schmerz aktiv werden. Sie nutzen dazu Magnetresonanztomografen (MRT), mit denen sie dem Gehirn bei der Schmerzverarbeitung zusehen können.

„Beim Schmerzempfinden sind sehr viele Gehirnregionen beteiligt“, er- ▶

klärt der Forscher. „Neben den sensorischen Zentren mischen sich auch Areale ein, die für Emotion, Aufmerksamkeit, Motorik und das Erinnern zuständig sind.“ Alle Bereiche zusammen bezeichnen Wissenschaftler als Schmerzmatrix. Binnen Millisekunden fügen sich die Aktivierungen in den verschiedenen Regionen wie Puzzlestücke zu einem ganz individuellen Schmerzbild zusammen. „Erst die Dynamik, mit der die verschiedenen Hirnregionen miteinander kommunizieren, ergibt das persönliche Schmerzerleben“, erklärt Brügger.

Schmerz ist für jeden Menschen etwas völlig anderes: Das subjektive Schmerzempfinden hängt von den Erfahrungen ab, die wir bereits mit Schmerz gemacht haben. Außerdem spielt es eine Rolle, ob wir Mann oder Frau sind, welche Tageszeit es ist, und wie wir uns gerade fühlen. Die Schmerzmatrix ist so individuell wie jeder Mensch selbst.

Brügger und seine Kollegen Michael Meier, Ben Brönnimann Lambelet, Nuno Prates de Matos und Forschungsleiter Dominik Ettl haben allerdings eine Vision. Sie wollen jene Region im Gehirn aufspüren, die bei allen Menschen gleich ist – sozusagen die Essenz des Schmerzes. Derzeit ist sich die Forschung uneins, ob es ein solches Areal überhaupt gibt oder ob nicht vielmehr das Zusammenspiel der Areale die entscheidende Rolle spielt.

Ein Fokus der Züricher Forscher liegt auf dem hinteren Zipfel der sogenannten Inselregion – ein Hirnareal direkt hinter den Schläfen. „Vielleicht wird dieses Gebiet irgendwann das Meier-Areal heißen“, spaßt Brügger, benannt nach seinem Team-Kollegen Michael Meier, der die 15 bis 20 Millimeter große Region in einer aktuellen Studie als besonders relevant identifizierte. „Womöglich ist dieser Bereich der Inselrinde tatsächlich die Kernregion, die alle anderen Schmerzregionen orchestriert – das wäre ein Meilenstein in der Schmerzforschung“, hofft Brügger. Die Studie der Züricher Forscher wird derzeit vom renommierten Fachmagazin „Nature“ begutachtet.



Verkabelt

Der Forscher Mike Brügger klebt zwei Elektroden auf den Handrücken. Über sie wird der Strom in den Körper geleitet



Gut verpackt

Um zu sehen, wie ihr Gehirn auf Schmerz reagiert, schiebt der Forscher die Autorin in den 3-TESLA-MRT-Scanner

Würden bei einem Schmerzreiz alle Fäden in dieser Region zusammenlaufen, wäre das „Meier-Areal“ also der Schleusenwärter für sämtliche einlaufende Schmerzreize, dann könnten auf dieser Basis spezifische Schmerzmittel entwickelt werden. Möglich wäre auch eine Blockade der Region durch Magnetstimulation oder gar durch einen Hirnschrittmacher, wie es ihn bereits

für Parkinson-Patienten gibt. „Das ist Zukunftsmusik, aber unser Ziel ist es sicherlich, Schmerz viel gezielter und damit effektiver behandeln zu können“, betont Brügger.

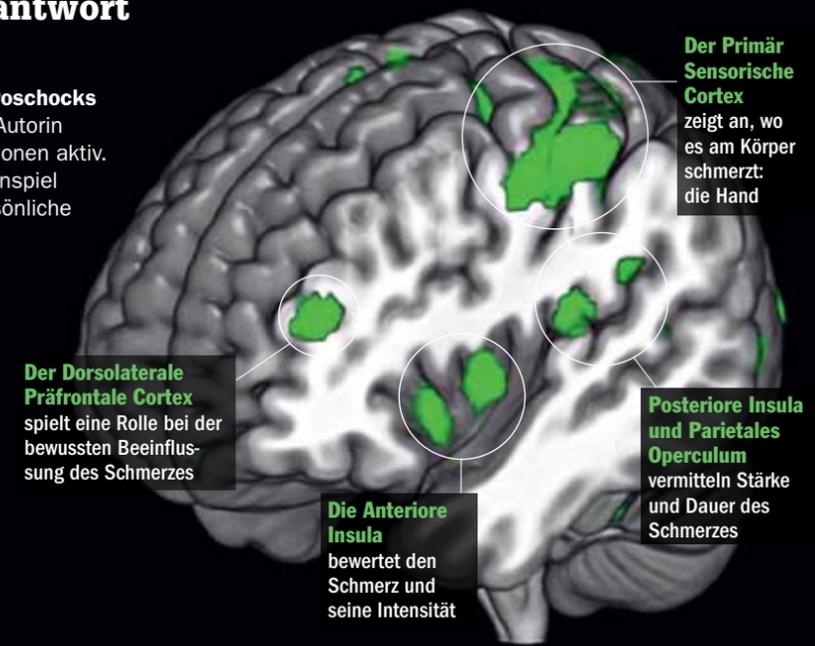
Persönliche Schmerzerfahrungen hat der 41-jährige Schweizer mehr als genug vorzuweisen. „Als leidenschaftlicher Snowboarder und Mountainbiker gehören Schmerzen dazu“, meint er. Letztes Jahr kugelte er sich beim Sport seine Schulter aus. „Das waren intensivste Schmerzen, die kaum beschreibbar, aber immer noch sehr gut nachfühlbar sind“, erzählt er. Diese Erfahrung helfe ihm, mit seinen Testteilnehmern besser mitfühlen zu können, sagt er und lächelt mir aufmunternd zu. Mit seinem Lockenkopf, Jeans und T-Shirt sieht Brügger tatsächlich nicht wie der skrupellose Wissenschaftler aus, den nur seine Ergebnisse interessieren. Doch eines steht unausgesprochen zwischen uns: Sein Job ist es, mir heute Schmerzen zuzufügen. Keine Ich-hab-mir-gerade-den-kleinen-Zeh-gestoßen-Schmerzen. Nein, er will mein ganz persönliches Schmerzlimit ausloten.

Aber wie persönlich ist Schmerz tatsächlich, wie groß sind die Unterschiede? Und wie werde ich bei der ganzen Sache abschneiden? In seinen Versuchen hat das Züricher Team festgestellt, dass das Schmerzempfinden jedes Einzelnen vergleichsweise konstant bleibt. Auch wenn die Forscher ihre Probanden Tage oder gar Wochen später erneut den Elektroschocks aussetzten, bewerteten die Testpersonen gleich starke Reize als ähnlich schmerzhaft wie bei der ersten Testung.

Fotos: Heinz Heiss/FOCUS-Magazin

Die Gehirnantwort auf Schmerz

Während der Elektroschocks sind im Gehirn der Autorin eine Reihe von Regionen aktiv. Durch ihr Zusammenspiel ergibt sich das persönliche Schmerzerleben



Der Primär Sensorische Cortex zeigt an, wo es am Körper schmerzt: die Hand

Der Dorsolaterale Präfrontale Cortex spielt eine Rolle bei der bewussten Beeinflussung des Schmerzes

Die Anteriore Insula bewertet den Schmerz und seine Intensität

Posteriore Insula und Parietales Operculum vermitteln Stärke und Dauer des Schmerzes

Grund für die ungerechte Verteilung bei den Geschlechtern sehen Forscher in der menschlichen Evolution: Männer durften sich während des Kampfs mit einem Mammot nicht von einem kleinen Kratzer ablenken lassen. Frauen dagegen mussten sensibel auf potenziell schmerzhafte Situationen reagieren, um sich und den Nachwuchs zu schützen. Allein während der Schwangerschaft sind Frauen unempfindlicher als Männer. Das haben sie dem Sexualhormon Progesteron zu verdanken, das in den letzten drei Schwangerschaftsmonaten in die Höhe schießt.

Sogar die Haarfarbe spielt beim Schmerzempfinden eine Rolle. Zumindest in dieser Hinsicht meinen die Gene es gut mit mir. Denn wäre ich

ein Rotschopf, würde ich das Experiment weitaus weniger gut überstehen, das besagt zumindest die Forschung. Man würde meinen, dass Rothaarige mit ihren Wikingergenen besonders hartgesotten sind. Tatsächlich beruht die rote Haarfarbe aber auf der gleichen Genmutation, die auch einen negativen Einfluss auf die Schmerzverarbeitung im Gehirn hat.

Allerdings sind wir unseren Genen nicht hilflos ausgeliefert. Wie auch sonst im Leben, ist vieles eine Frage der Einstellung. Das Gehirn entscheidet, wie wir Schmerz wahrnehmen: Es ist der Erfinder und gleichzeitig auch der Herrscher über den Schmerz. Deutlich wird das am Beispiel des Fakirs. Die Schmerzfühler in seiner Haut nehmen den Schmerz zwar wahr, über Meditation kann er das Schmerzempfinden aber kontrollieren. Ähnlich funktioniert der Placeboeffekt. Allein der Gedanke, dass eine Pille oder Salbe schmerzlindernd ist, dämpft bei vielen Menschen das Schmerzempfinden – selbst dann, wenn sie keinen Wirkstoff enthält. Dass wir Menschen uns so leicht hinters Licht führen lassen, ist eine angenehme Sache, wenn es um

Bis zu 60% der Unterschiede bei der Schmerzwahrnehmung sind auf die Gene zurückzuführen

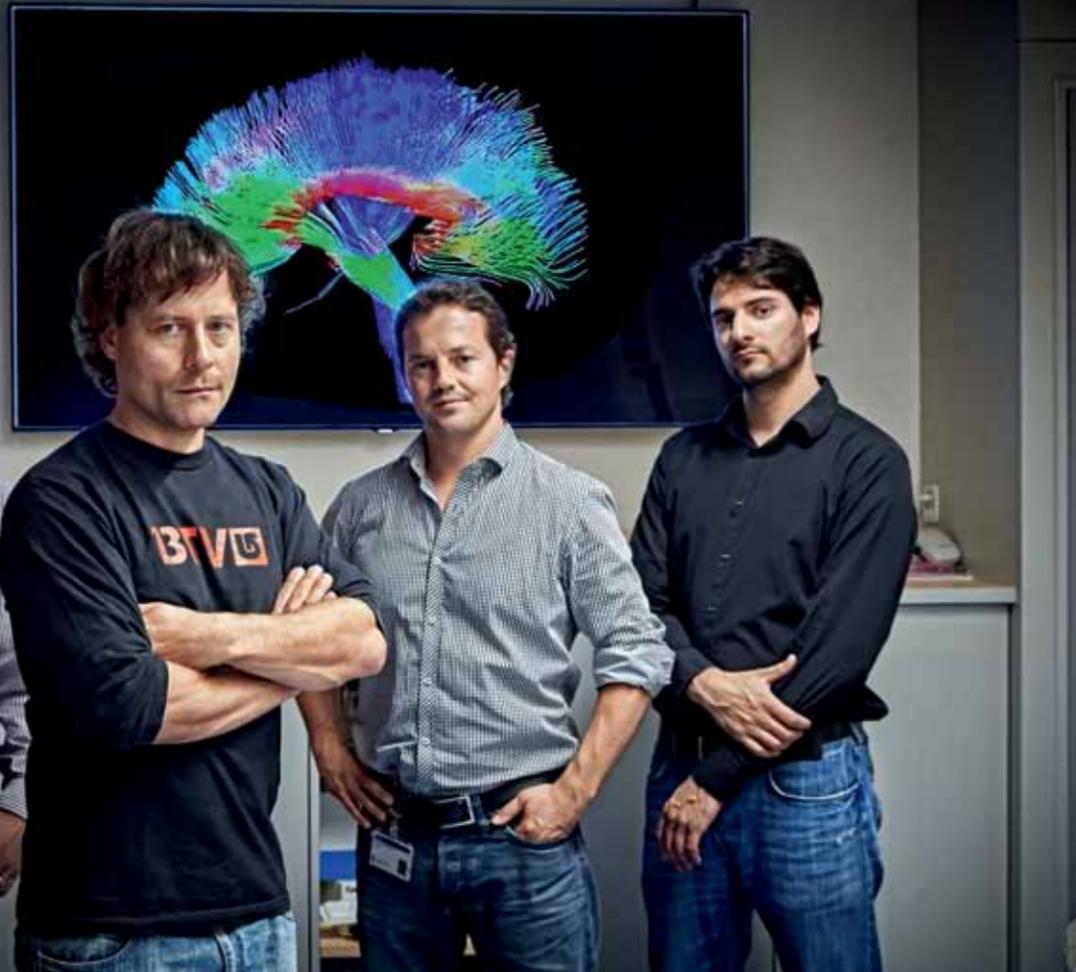
Dagegen können die Unterschiede von Testperson A zu Testperson B gravierend sein. Wo sich der eine vor Schmerz die Seele aus dem Leib brüllt, zuckt ein anderer nur kurz mit der Wimper. Bis zu 60 Prozent dieser interindividuellen Unterschiede sind auf die Gene zurückzuführen, das haben Zwillingsstudien ergeben. „Es gibt immer Extremfälle“, weiß Brügger. „Durchschnittlich ertragen unsere Probanden am Zahn eine Stromstärke von 15 bis 45 Milliampere; ein männlicher Teilnehmer hielt aber ganze 100 Milliampere aus.“

Dass ein Mann Rekordhalter ist, ist sicher kein Zufall. Die Schmerzforschung hat gezeigt, dass Männer tatsächlich das tapferere Geschlecht sind. Bei einem Experiment forderten Wissenschaftler die Probanden auf, ihre Hand in Eiswasser zu tauchen. Frauen zogen sie sehr viel früher aus dem Becken als Männer. Besonders lange hielten Männer es übrigens im Eisbecken aus, wenn eine attraktive Arzthelferin mit im Zimmer war. Nachweislich dämpft das männliche Sexualhormon Testosteron die Weiterleitung schmerzhafter Impulse. Den

Foto: IBT/ZZN Zürich

Auf Spurensuche

Die Züricher Schmerzforscher Ben Brönnimann, Lambelet, Mike Brügger, Michael Meier, Nuno Prates de Matos (v. l.) vor einem Bild, das die Nervenverbindungen des Gehirns zeigt



Schmerzen geht. Als Kind war ich ein Pflaster-Junkie, und mein Knie konnte noch so aufgeschlagen, blutig und voller Dreck sein – eine Umarmung und ein Janosch-Pflaster ließen mich den Schmerz sofort vergessen.

Wohl jeder hat schon einmal die Erfahrung gemacht, dass er eine Verletzung einfach ignorieren konnte. Bei einem Wettlauf tut ein verrenkter Knöchel mitunter gar nicht weh – der Schmerz kommt erst später. Wissenschaftler gehen davon aus, dass allein der Gedanke an eine spätere Belohnung, etwa einen Sieg, Schmerz erträglicher macht. Im Gehirn werden dann schmerzstillende Endorphine ausgeschüttet. Bereits in den 1980ern stellten Forscher des Max-Planck-Instituts für Psychiatrie in München diese Theorie an Ratten auf die Probe. Jeden Tag setzten sie die Nager zur Fütterung auf eine Metallplatte. Eine Gruppe bekam ganz normales Futter, die anderen Ratten durften Schokokekse schlemmen. Nach zwei Wochen erhitzten die Wissenschaftler mit einem Mal die Metallplatte bis zu einer für die un-

»Die Dynamik, mit der verschiedene Hirnregionen miteinander kommunizieren, ergibt das persönliche Schmerzerleben«

Mike Brügger

Neurowissenschaftler an der Universität und ETH Zürich

geschützten Rattenfüße schmerzhaften Temperatur. Die schokoladenkeksverwöhnten Ratten ließen sich von dieser Unannehmlichkeit nicht beeindrucken, schließlich erwarteten sie, dass bald von Forscherhand ein Schokokeks gereicht würde. Dank Endorphinkick hielten sie die Hitze doppelt so lange aus wie ihre Artgenossen, die sich mit gewöhnlichem Futter begnügen mussten.

Mike Brügger hat mir viel über den Schmerz erklärt. Wie er im Kopf verarbeitet wird und was das Schmerzempfinden beeinflusst. Dieses Wissen mindert meine wachsende Aufregung aber keineswegs, schließlich steht mir mein ganz persönliches Schmerzerlebnis noch bevor. Brügger spannt meinen Kopf in ein käfigartiges Gestell, damit ich mich so wenig wie möglich bewegen kann. Auf einer Bahre liegend, werde ich langsam in den drei Millionen Euro teuren Magnetresonanztomografen geschoben. „Das hier ist der Panikknopf“, sagt Mike Brügger, und drückt mir den Gummiknopf in die Hand. „Nur für den Notfall.“ Dann verlässt er den Raum.

Der Tomograf beginnt seine Arbeit. Ich höre das laute Klacken der Magnete, selbst durch die Ohrstöpsel. Ich bin allein – und warte auf den Schmerz. Er kommt nicht. Stattdessen rasen die Gedanken. Wie stark wird er wohl sein? Der Neurowissenschaftler hat meine persönliche Schmerzschwelle bereits in einer Generalprobe getestet, bevor er mich in den Scanner schob. Eine ungefähre Ahnung, wie schmerzhaft es werden wird, habe ich schon: sehr! Ich solle mich im Scanner nicht allzu stark bewegen, hat mich Mike Brügger gebeten, das beeinträchtigt die Qualität der Aufnahmen. Unter die Rubrik ‚bewegen‘ fällt auch das Zusammenkneifen der Augen. Schwer zu kontrollieren, wenn der höllische Schmerz durch den Körper rast. Ich versuche, mich zu entspannen, denke an angenehme Momente und hoffe, dass das Schmerzteam hinter der Glasscheibe mir nicht beim Denken zusehen kann.

Nach endlosen unruhigen Minuten des Wartens auf den Schmerz plötzlich eine Stimme aus dem Off. „Alles klar, Simone?“, fragt Mike. Wir duzen uns inzwischen – in Extremsituationen kann man auf Höflichkeitsfloskeln verzichten. „Der Scanner hat sich jetzt justiert, wir beginnen mit der Testung.“ „Wie bitte, es ist noch gar nicht losgegangen?“ Ich habe gelesen, dass Testpersonen Schmerzen lieber sofort zugefügt bekommen, als darauf warten zu müssen. Bei schönen Dingen ist es genau umgekehrt. Offensichtlich bin ich Durchschnitt: Ich möchte es endlich hinter mir haben.

Dann ist er da, unvermittelt zuckt der Elektroschock durch die Hand, wie ein Stich mit einem sehr scharf gewetzten Messer, und breitet sich wie ein Feuer über den Arm aus. Reflexartig kneife ich die Augen zusammen. Selbst an den Beinen kribbelt es, und die Haare auf meinen Armen stellen sich auf. Entlang des Rückenmarks schießt der Impuls innerhalb von Millisekunden in den Kopf und löst in allen möglichen Hirnregionen kleine Feuerwerke aus: Das ist Schmerz.

Fotos: Heinz Heiss/FOCUS-Magazin

**Bitte schön lächeln**

Per speziell angefertigter Apparatur wird ein eiskalter Luftstrahl auf den Zahn geschossen. Die Züricher Forscher konnten in Studien bereits nachweisen, dass Zahnschmerz, stärker als alle anderen Schmerzen, das Furchtareal im Hirn aktiviert. Das könnte erklären, warum Zahnarztangst so weit verbreitet ist

Als Kind mit Freunden den elektrischen Weidezahn als Mutprobe anzufassen machte irgendwie mehr Spaß. Da hatte ich die Kontrolle. Jetzt macht dieser Computer, der darauf programmiert ist, die Schmerzstärke willkürlich zu variieren, mit mir, was er will. Wenn Mike später die Gehirnschans auswerten wird, wird er nicht nur Schmerz sehen, da bin ich mir sicher, sondern auch Wut. Je länger das Experiment andauert,

desto mehr mischt sich zum Schmerz innere Unruhe – und Aggression.

Eine halbe Stunde bin ich im Scanner. Wenn es gerade nicht weh tut, denke ich an meinen Vater. Seit über 25 Jahren leidet er an starken chronischen Schmerzen. Ich habe mir oft überlegt, wie es wäre, wenn ich ihm ab und an seine Schmerzen abnehmen könnte. Sagen wir, ich könnte ihm einen schmerzfreien Tag pro Woche schenken. Jetzt weiß ich, dass ich ihm nicht einmal ein paar Minuten abnehmen könnte.

Schmerz ist wie ein schwarzes Loch, das alles schluckt und auf sich konzentriert. Starker Schmerz ist zermürbend, schon nach Minuten. „Wie leidensfähig bin ich, Herr Doktor?“, frage ich Mike augenzwinkernd, als ich endlich wieder aus der dunklen Röhre geschoben werde. „Du hast dich ganz gut geschlagen“, antwortet er und lacht. Aus dem Mund eines Wissenschaftlers ist das wahrscheinlich schon ein Lob. Zumindest bin ich kein Weichei.

Wenn ich mir Wochen später das Erlebnis ins Gedächtnis rufe, ist alles wieder da. Unvermittelt fasse ich mir auf den Rücken der linken Hand. Natürlich sind die Schmerzen lange weg. Doch da ist ein leichtes Kribbeln – leicht, und doch ganz deutlich spürbar. Die Schmerzen sind verschwunden, aber ein Teil von ihnen lebt in mir weiter. Wo? Mike Brügger und sein Team werden es irgendwann herausfinden. ■

SIMONE EINZMANN

**Erklären am Modell**

Michael Meier zeigt Redakteurin Simone Einzmann die von ihm entdeckte Schmerzregion