Der Terror **des Traumas**

Terroranschläge, Naturkatastrophen oder Unfälle lösen bei vielen Menschen noch Jahre später Angstzustände und Panikattacken aus. Die Betroffenen durchleben das Ereignis in Albträumen oder geistigen Rückblenden immer wieder. Am **Max-Planck-Institut für Psychiatrie** in München sucht ein Team von Ärzten und Grundlagenforschern um Institutsdirektor **Florian Holsboer** nach Wegen, solchen Posttraumatischen Belastungsstörungen vorzubeugen und sie zu behandeln.

TEXT **ADELHEID MÜLLER-LISSNER**

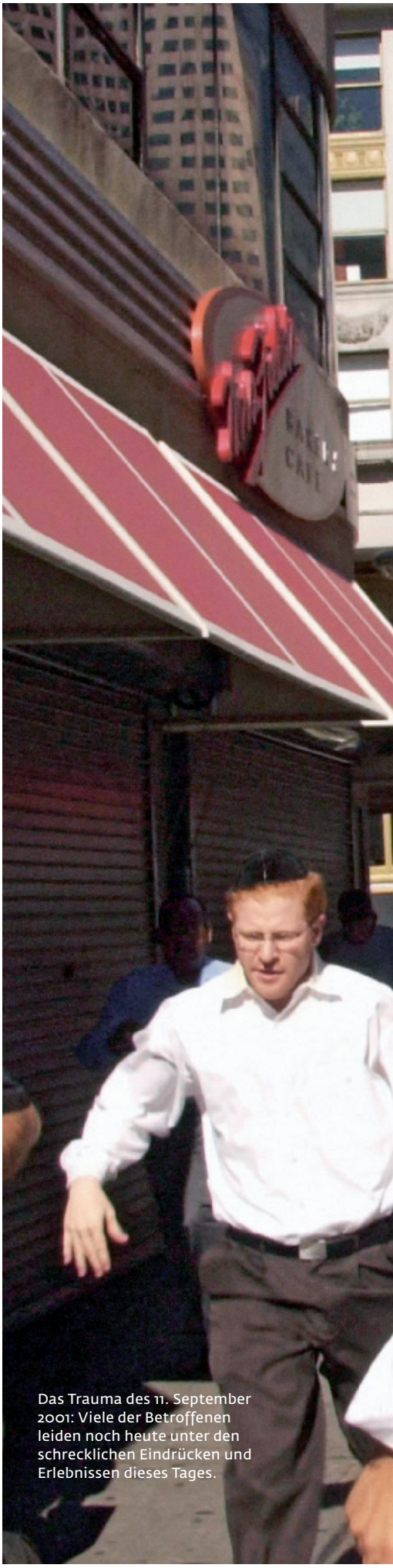
Für manche seiner Kollegen ist an Florian Holsboer ein Architekt verloren gegangen. Schon kurz nach Amtsantritt des neuen Direktors im Jahr 1989 war am Max-Planck-Institut für Psychiatrie in München jedenfalls viel Baulärm zu hören, das lichte Halbrund des Hörsaals im Neubau des Instituts hat er mitentworfen. Zu seinem 60. Geburtstag haben die Mitarbeiter ihrem langjährigen Chef also mit gutem Grund ein „Goldenes Buch des Bauens“ geschenkt, versehen mit der an Descartes angelehnten Maxime „Ich baue, also bin ich“. Holsboer zeigt es Besuchern mit der Genugtuung eines Menschen, der sich verstanden fühlt.

Doch ausgerechnet der Mann, dessen Aufbauarbeit sich in funktionalen und ästhetisch ansprechenden neuen Gebäuden niederschlug, hat am 11. September 2001 in New York unmittelbar miterlebt, wie die beiden Türme des World Trade Center in sich zusammenfielen. Vom Fenster seines Hotelzimmers aus sah Holsboer eine der beiden Maschinen über Manhattan fliegen, die in einem bisher beispiellosen Terrorakt Tausende von Menschenleben auslöschten und ein Wahrzeichen der Moderne zerstörten. „Kühl und gelassen“ habe er anschließend Fotos gemacht, „als beträfe mich das alles gar nicht“, erzählt der Psychiater fast zehn Jahre später.

NORMALITÄT IM AUSNAHMEZUSTAND

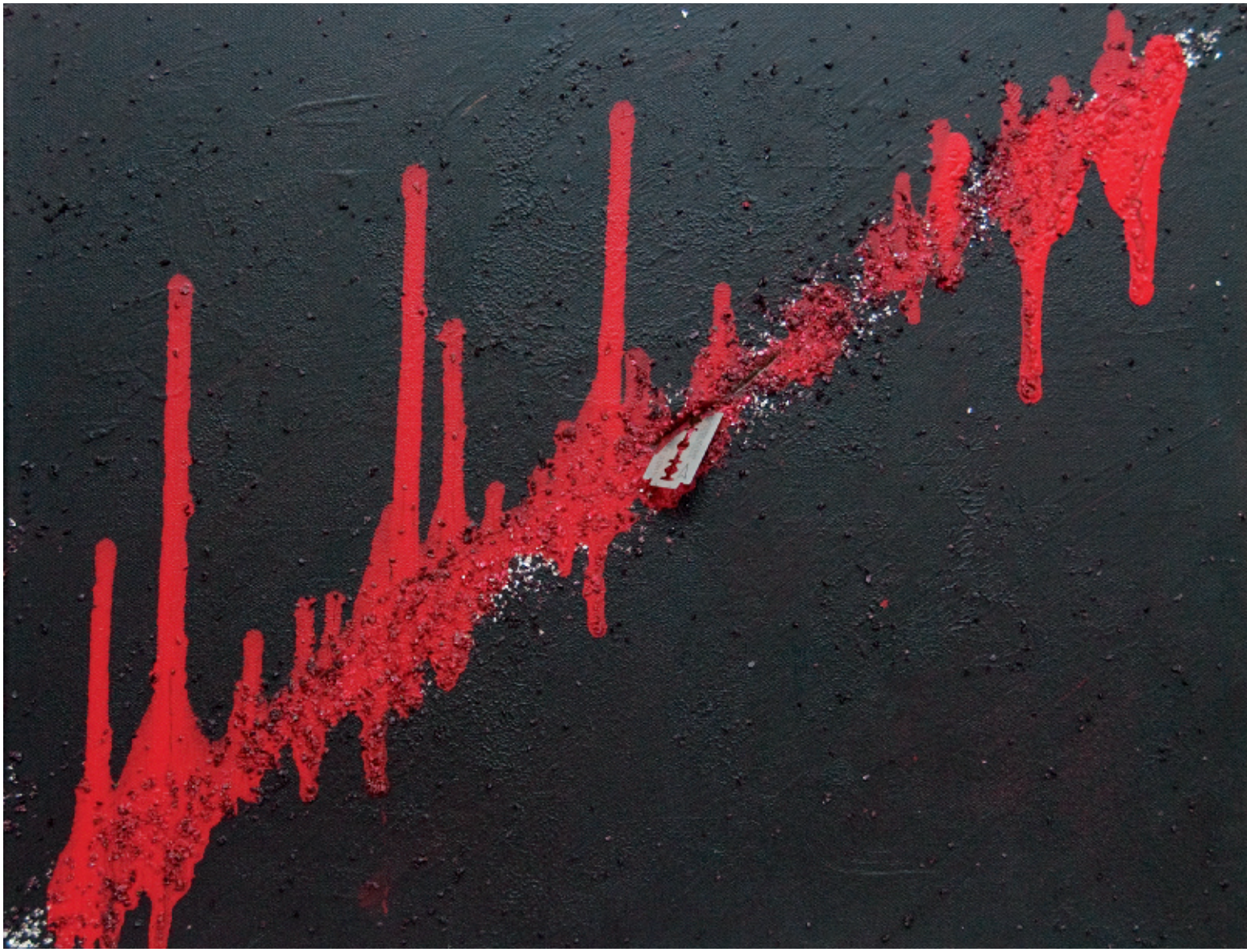
Noch immer ist ihm die Verwunderung darüber anzumerken, wie er schon einige Stunden nach der Katastrophe zum Essen und danach auch noch zum Friseur gehen konnte. Alltagshandlungen in einem Ausnahmezustand. Alltagshandlungen, an die man sich sein ganzes Leben lang im Detail erinnern wird. „Pochierte Eier auf Spinatbett habe ich bestellt, Oeufs Bénédicte heißt das Gericht.“ Wahrscheinlich habe er das Hotel an diesem Tag aber nur verlassen, um möglichst normal mit jemandem reden zu können.

Viele, die sich damals retten konnten oder die einen Angehörigen in den Trümmern verloren haben, waren durch diese Ereignisse so erschüttert, dass sie seelisch krank wurden. Posttraumati-



Das Trauma des 11. September 2001: Viele der Betroffenen leiden noch heute unter den schrecklichen Eindrücken und Erlebnissen dieses Tages.

Foto: ddp images



sche Belastungsstörung, englisch *Posttraumatic Stress Disorder,* heißt die Diagnose der Psychiater. In der Trauma-Ambulanz des Max-Planck-Instituts für Psychiatrie muss sie täglich mehrfach gestellt werden. Bei Frauen und Mädchen, die vergewaltigt wurden, bei Menschen, die einen schweren Autounfall überlebt haben und neben einem Mitfahrer saßen, der dabei den Tod fand, bei Soldaten, die durch schwere Kriegseinsätze erschüttert wurden.

Nach dem international anerkannten Diagnose-Manual DSM-IV der American Psychiatric Association gehört es zur Posttraumatischen Belastungsstörung (deutsche Abkürzung: PTBS), dass ein klarer Auslöser für die Erkrankung benannt werden kann. „Viele der Ereignisse liegen allerdings schon einige Jahre zurück, wenn die Betroffenen zu uns kommen“, sagt Psychiaterin Ulrike Schmidt, die die Trauma-Ambulanz am Münchner Max-Planck-Institut leitet. Ihre Patienten kommen zu ihr, weil sie dauerhaft nicht schlafen können, weil sie von Albträumen gequält werden oder weil ihr Gedächtnis dauerhaft vom schlimmen Erlebnis verändert wurde. Sie kommen, wenn sich ihnen Erinnerungen als „Flashbacks“ aufdrängen, wenn sie lebenswichtige Alltagssituationen meiden müssen, wenn sie extrem schreckhaft und ängstlich geworden sind.

Untersuchungen, unter anderem an ehemaligen Soldaten aus den USA, lassen vermuten, dass rund ein Zehntel der Menschen, die eine besonders traumatische Situation durchlebt haben, danach seelisch krank wird. Nicht alle zeigen die typischen Symptome einer Posttraumatischen Belastungsstörung, doch sie leiden zumindest unter Anpassungsstörungen oder zeigen eine Wesensveränderung. Frauen erkranken nach einem schlimmen Erlebnis häufiger, wahrscheinlich spielen dabei auch Geschlechtshormone eine Rolle.

LIEBER FRÜH ALS SPÄT BEHANDELN

„Je länger man mit solchen Symptomen wartet, desto schwieriger und länger wird meist auch die Therapie“, sagt Oberärztin Schmidt. In manchen Fällen sei eine völlige Heilung unwahrscheinlich, „doch eine Besserung können wir eigentlich immer erreichen“. Zu Beginn der Behandlung werden die Ziele gemeinsam mit dem Patienten festgelegt. Transparenz ist dabei eine wichtige Maxime – vor allem dann, wenn die Psychiater die Situation akut für so bedrohlich halten, dass sie zu einer stationären Behandlung raten. Das ist etwa bei jedem fünften Patienten der Fall, der wegen einer solchen Belastungsstörung ins

Fotos: G. B. (2)

Kreatives Arbeiten kann Patienten helfen, ihre Stimmungen auszudrücken und mit belastenden Gefühlen umzugehen. Die folgenden Gemälde stammen von der Patientin G. B., die seit Längerem am Max-Planck-Institut für Psychiatrie in Behandlung ist. Sie hat bestimmte Auswirkungen ihrer Erkrankung als traumatisierend erlebt. Dazu zählt unter anderem der Drang, sich selbst zu verletzen. Ihre Empfindungen während der unterschiedlichen Stadien des Erkrankungsverlaufs hat sie in Bilder gefasst.

links: „Selbstverletzung" – „Dieses Bild ist aus dem Impuls heraus entstanden, mich selbst zu verletzen. Ich konnte den Impuls aber auf die Leinwand umleiten."

rechts: „Ich war total verzweifelt über meinen Zustand und die vielen Medikamente, habe aber die leeren Medikamentenbehälter mit Farbe gefüllt, als Zeichen, dass für mich immer noch Hoffnung bestand, mithilfe der Medikamente aus meiner Krankheit rauszukommen."

Institut kommt. „Einige haben ernsthafte Selbstmordgedanken, andere sind zeitweise entrückt oder nicht ansprechbar und wehren auf diese Weise die schweren Belastungen ab", berichtet Ulrike Schmidt. Eine Gruppe von Betroffenen wird zeitweise auch in der Tagklinik des Instituts betreut.

Dass die Behandlung einer Posttraumatischen Belastungsstörung immer langwierig sein muss, ist damit aber keineswegs gesagt: „Bei einigen Patienten reichen schon zehn Doppelstunden, dann folgt nach einem halben Jahr vielleicht noch eine abschließende Sitzung." Für die Psychotherapie werden dabei verschiedene Therapiemethoden undogmatisch kombiniert, man richtet sich nicht streng nach einer Anleitung, sondern nach den individuellen Bedürfnissen, versichert Schmidt. Was allerdings immer beachtet wird: Bevor die Patienten direkt mit dem schlimmen Ereignis konfrontiert werden, müssen sie vor einem möglichen Täter in Sicherheit sein und sie müssen gelernt haben, belastende Gedanken durch Techniken wie den „Gedankenstopp" in die Schranken zu weisen. Verschiedene Medikamente, etwa gegen die Schlafstörungen, begleiten dieses Therapieangebot. Spezifisch wirksame Mittel gegen eine Posttraumatische Belastungsstörung gibt es jedoch noch nicht – eine Herausforderung für ein Forschungsinstitut, dessen Leiter seine akademische Laufbahn als Chemiker begann.

Der Behandlung geht in jedem Fall eine ausführliche Diagnostik voraus. Neben strukturierten Interviews gehört dazu auch eine Bestimmung biologischer Parameter. Dafür wird den Patienten mehrfach im Verlauf der Behandlung Blut abgenommen. Schmidt und ihre Kollegen von der Arbeitsgruppe Molekulare Psychotraumatologie suchen darin nach Markern, die anzeigen, wie sich das traumatische Ereignis biologisch auswirkt, wie es etwa die Programmierung von Gen- und Protein-Aktivitäten verändert. Die Biomarker sind also biologische Informanten, die später auch Auskunft darüber geben, wie sich die epigenetischen und biochemischen Veränderungen durch eine erfolgreiche Therapie teilweise rückgängig machen lassen.

Die Wissenschaftler wollen diese Frage nun in einer großen klinischen Studie zur Posttraumatischen Belastungsstörung an rund 800 Patienten untersuchen. Eine Zusammenarbeit mit der Bundeswehr ist geplant. „Wir wünschen uns, auch eine Gruppe von Menschen einbeziehen zu können, die traumatische Situationen erlebt haben, ohne eine psychische Störung davongetragen zu haben", sagt Schmidt. Denn das ist eines der großen Rätsel,

„In diesem Bild ist der Wunsch nach Schönem ausgedrückt, aber auch das Gitter – ein Symbol für das Eingesperrtsein in der geschlossenen Psychiatrie. Es versperrt auf der einen Seite die Sicht auf das Schöne, verbindet aber auch Licht und Dunkel."

welche die Forscher am Max-Planck-Institut für Psychiatrie umtreiben: Warum erkranken nach ein und demselben Erlebnis die einen, während es den anderen nur wenig anhaben kann? Wo liegen die Risikofaktoren, die für eine Belastungsstörung anfällig machen? Fragen, die von den Menschen zu Mäusen führen. „Bei uns kommen die Themen für die Grundlagenforschung aus der Klinik", betont Institutschef Florian Holsboer. Während es in der Forschung sonst oft heißt „from bench to bedside", formuliert er die Philosophie seines Hauses bewusst anders herum: „From bed to bench – and back!"

Der Biologe Carsten Wotjak, Leiter der Arbeitsgruppe Neuronale Plastizität, ist am Institut zwar einer der „Herren der Mäuse" – doch er denkt an U-Bahnfahrer, Rettungssanitäter und Soldaten, wenn er die Nager verschiedenen Stressoren aussetzt. „Das Ziel ist letztlich, die individuelle Veranlagung zu starker oder schwacher Traumatisierung vorhersagen und nach einem Ereignis früh eingreifen zu können." In einer viel beachteten, im November 2009 erschienenen Studie, zu deren Autoren Holsboer und Wotjak zählen, hat sich gezeigt: Mäusebabys, die früh von der Mutter getrennt werden, haben eine erhöhte Aktivität des Vasopressin-Gens und veränderte Muster der Methylierung ihrer Erbsubstanz DNA. Auch bei Ratten und Mäusen gebe es aber große Unterschiede, was ihre Anfälligkeit für Stress betreffe, so der Biologe.

Für ihre Studien sind die Forscher weitgehend auf die Interpretation des Verhaltens der Versuchstiere angewiesen. Man kann die Maus nicht fragen, ob sie sich gerade an den unangenehmen elektrischen Schlag gegen ihren Fuß erinnert, wenn man an den Gehirnströmen im Elektroenzephalogramm eine für Furcht charakteristische Hirnaktivität erkennt. Ob bei ihr immer wieder ungewollt Gedächtnisinhalte einschießen wie bei einem Menschen mit einer Posttraumatischen Belastungsstörung, bleibt also reine Spekulation. Dass sie traumatisiert ist, zeigt sich auf der Verhaltensebene am ehesten in veränderten Bewegungsmustern, etwa in erhöhter Erregung kurze Zeit nach dem Ereignis. Längere Zeit danach vermeiden die Tiere dann die als unangenehm bekannte Situation.

Zur Beantwortung der Frage, was Mäuse besonders anfällig macht für Symptome, die an eine Posttraumatische Belastungsstörung erinnern, wurden die kleinen Nager inzwischen sogar narkotisiert und in den Magnetresonanztomografen (MRT) gelegt. Dabei zeigte sich,

Foto: G. B.

» Die Anzahl der Menschen, die nach einem traumatischen Erlebnis eine Posttraumatische Belastungsstörung entwickeln, ist seit Menschengedenken konstant geblieben.

dass diejenigen Tiere später auf Stress besonders robust reagieren, die in einer Region des Hippocampus besonders hohe Konzentrationen von N-Azetylaspartat zeigen – einem Stoffwechselprodukt von Nervenzellen. „Unsere Befunde legen nahe, dass es sich um einen Biomarker handelt, der auch beim Menschen helfen könnte, Risikopersonen schon im Vorfeld eines Traumas zu erkennen“, so Wotjak.

Ähnliches erhoffen sich die Max-Planck-Wissenschaftler von Messungen der Schlafqualität. Michael Czisch und seine Arbeitsgruppe haben auf das Angstgedächtnis junger gesunder Probanden mit milden Stromimpulsen Einfluss genommen, bevor sie ihnen einen längeren Mittagsschlaf genehmigten. Diejenigen Versuchsteilnehmer, die dabei keine REM-Schlafphasen hatten, zeigten zugleich höhere Angstreaktionen.

Wird sich also eines Tages anhand von Schlaftests und Biomarkern ermitteln lassen, wer lieber nicht Polizist oder Feuerwehrmann werden sollte? Ulrike Schmidt ist sich ziemlich sicher, dass die Anzahl der Menschen, die nach einem traumatischen Erlebnis eine Posttraumatische Belastungsstörung entwickeln, seit Menschengedenken konstant geblieben ist. Sicher ist aber auch: Flächendeckend wirksame Vorbeugung gibt es nicht, Opfer von Tsunamis oder Terroranschlägen können wir alle werden. Der gutgemeinte Versuch, nach einer Katastrophe jedem ein Gespräch zum „Debriefing“ anzubieten, wird von einigen Fachleuten inzwischen sogar als schädlich angesehen. Bei denen, die besonders gefährdet sind, sei der „zelluläre Aufruhr“ viel zu groß, sagt Holsboer. Am wirkungsvollsten wäre es, wenn man das gleich erkennen und gezielt therapeutisch eingreifen könnte.

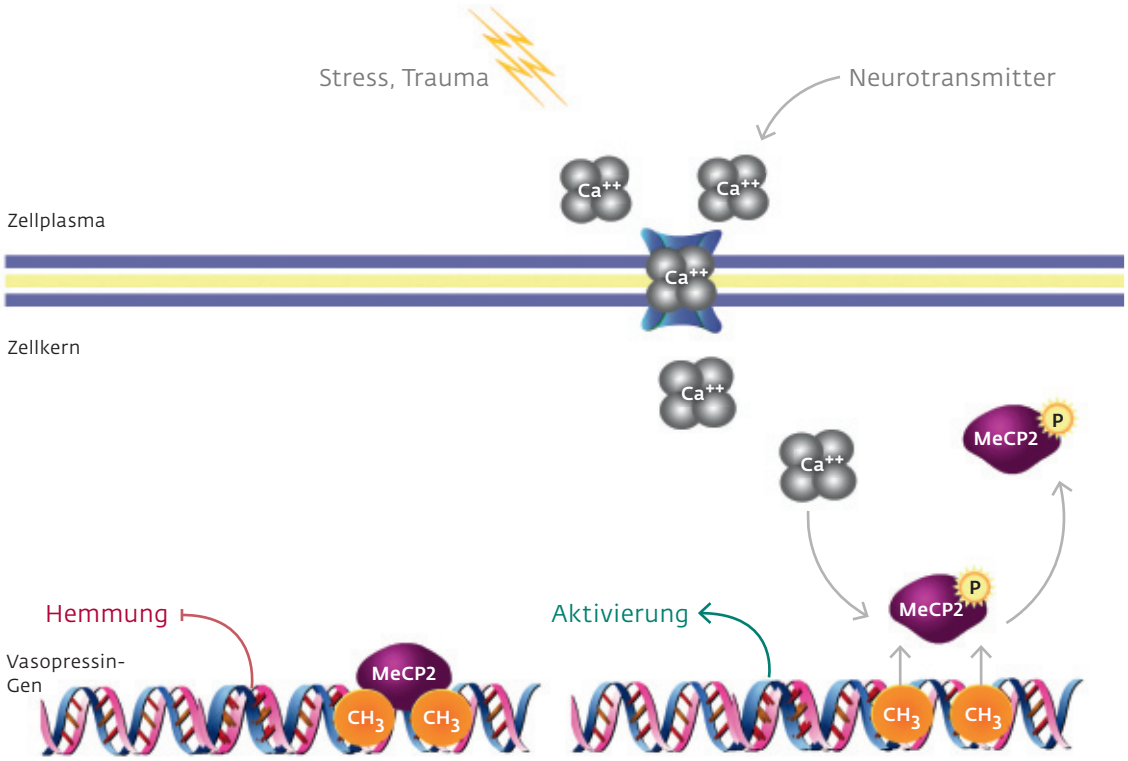
AUSWIRKUNGEN DES 11. SEPTEMBER AUF DIE PSYCHE

Wieder sind wir bei diesem Schlüsselereignis, beim 11. September 2001. „So schrecklich dieses Unglück war, für unsere Forschung hat es günstige Voraussetzungen geboten“, sagt Marcus Ising, der sich mit dem spannenden Gebiet der molekularen Psychologie beschäftigt. „Nine Eleven“ hat schließlich Menschen aus allen Bevölkerungsschichten getroffen. Eine wertvolle repräsentative Stichprobe. Die Forscher vom Max-Planck-Institut für Psychiatrie haben sich nicht allein deshalb ganz schnell für die Betroffenen interessiert, weil ihr Chef am Tag des Anschlags in New York war. Sie fühlten sich auch gefordert, weil das Stresshormonsystem schon länger einer der Untersuchungsschwerpunkte des Hauses war. Und wer zu Stress und Psyche forscht, kommt um die Posttraumatische Belastungsstörung kaum herum.

Die Münchner Psychiater kooperierten also mit der New York Academy of Medicine und der Mount Sinai School of Medicine, von wo Rahel Yehuda im Jahr 2004 als Inhaberin der Kraepelin-Professur des Max-Planck-Instituts für Psychiatrie nach München kam. Unter anderem wurden die Blutproben von 40 direkt Betroffenen des Anschlags untersucht. Die Hälfte der Studienteilnehmer war demnach an einer Belastungsstörung erkrankt, die andere Hälfte trotz gleicher äußerer Voraussetzungen seelisch gesund geblieben. Alle hatten sie einen ähnlichen genetischen Hintergrund. >

links: Soldaten werden in Kriegseinsätzen häufig traumatisiert. Je früher eine Posttraumatische Belastungsstörung behandelt wird, desto besser sind die Erfolgsaussichten.
rechts: Ulrike Schmidt mit einem Patienten.

Fotos: dpa; MPI für Psychiatrie



oben: Epigenetisches Trauma-Gedächtnis im Gehirn: Chemische Anhängsel, sogenannte Methylierungen (CH_3), bremsen die Produktion des Stresshormons Vasopressin (links unten). Bei Stress oder einem Trauma strömt übermäßig Kalzium in die Nervenzellen des Zwischenhirns. Dadurch wird das Molekül $MeCP_2$ mit Phosphat (P) versehen und kann nicht mehr an die Kontrollregion des Vasopressin-Gens binden. Das Gen ist nun überaktiv (rechts unten). $MeCP_2$ hat aber noch eine weitere Funktion: Es dient als Andockstation für Proteine, welche die DNA mit den epigenetischen Markern versehen. Fehlende Methylierungen können nicht mehr ergänzt werden und gehen nach und nach verloren. Die Bildung von Vasopressin kann endgültig nicht mehr kontrolliert werden, es kommt zu einer lebenslangen Überproduktion.

unten: Florian Holsboer, Direktor des Max-Planck-Instituts für Psychiatrie.

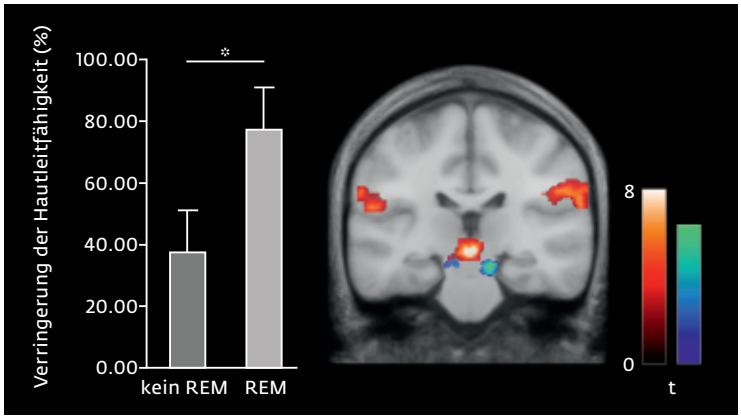
Doch worin unterschied sich die Genaktivität in ihren Zellen? „Wir haben mehr als 30 000 Informationen getestet, schließlich ist dabei ein alter Bekannter wieder aufgetaucht“, berichtet Ising. Der alte Bekannte ist das FKBP5-Gen. Dass geringfügige Variationen dieses Gens, sogenannte Polymorphismen, eine Krankheit entscheidend beeinflussen können, war den Forschern zunächst bei der Depression aufgefallen. Also auf dem Gebiet, für das das Münchner Institut und sein Leiter Florian Holsboer, der Arzt des Fußballers Sebastian Deisler, seit Jahren bekannt sind.

ÜBERSCHIESSENDE WIRKUNG VON KORTISOL

Das FKBP5-Gen moduliert in den Zellen den Glukokortikoid-Rezeptor, eine Andockstelle von Kortisol, die die Stresshormonachse entscheidend reguliert. Während das Gen bei Depressionen typischerweise besonders aktiv ist, bot sich bei Posttraumatischen Belastungsstörungen jedoch auf den ersten Blick das gegenteilige Bild: Das Gen zeigte bei den Patienten eine besonders niedrige Aktivität. Die Zusammenhänge, die Ising erläutert, sind kompliziert: „Das Gen spielt eine entscheidende Rolle für die Empfindlichkeit des Rezeptors. Ist es heruntergeregelt wie bei den Patienten mit einer Posttraumatischen Belastungsstörung, dann kann der Rezeptor seinen Job besonders gut erledigen.“

Die Veränderungen der Genregulation sind demnach spiegelbildlich, bei einer Belastungsstörung ist die Reaktion des Rezeptors für das Stresshormon Kortisol überschießend, bei Depressionen extrem gedämpft. „Beides scheint schädlich zu sein“, sagt Psychologe Ising. Mit seinen Kollegen ist er sich einig in der Vermutung, dass es sich hier nicht um Gegensätze handelt. „Wir glauben, dass die Reaktion in beiden Fällen zunächst gleich ist. Die erniedrigte Aktivität des FKBP5-Gens wäre im Fall einer Posttraumatischen Belastungsstörung nicht die Ursache, sondern die Folge der Erkrankung.“ Sie wäre die Konsequenz einer falschen biologischen Strategie, einer verzweifelten Notwehr in Aufruhr geratener Zellen angesichts starker Belastungen. Eine Überlegung, die auch durch Studien in den USA gestützt wird, an denen Isings Kollegin Elisabeth Binder mitwirkte: „Dieselben genetischen Varianten, die Depressionen begünstigen, können auch zu Posttraumatischen Belastungsstörungen führen, das wissen wir heute.“

Foto und Grafik: MPI für Psychiatrie



Der Schlaf verrät viel über die Anfälligkeit für eine Posttraumatische Belastungsstörung (oben). Testpersonen mit REM-Schlafphasen reagieren im Wachzustand weniger ängstlich auf leichte elektrische Impulse: Die Angstschweiß-Produktion nimmt stärker ab als bei Probanden ohne REM-Phasen (unten links). In den rötlich markierten Gehirnregionen steigt die Gehirnaktivität nach den elektrischen Impulsen (unten rechts). Die kühlen Farben zeigen Gebiete in der Nähe des möglichen REM-Schlaf-Zentrums, die bei Personen ohne REM-Phasen stärker aktiv sind als bei Menschen mit REM. Ihre Überaktivität führt wahrscheinlich dazu, dass die REM-Phasen ausfallen.

Für die Verwandtschaft zwischen Depression und Posttraumatischer Belastungsstörung spricht auch die Beobachtung, dass beide auffallend oft gemeinsam auftreten. Und dass Antidepressiva helfen können, den Ausbruch einer Posttraumatischen Belastungsstörung direkt nach einem schlimmen Erlebnis zu verhindern. Von „vielfältigen Verflechtungen zwischen den Krankheitsbildern“ spricht Psychologe Ising. Auch die Angststörungen gehören dazu.

Eng miteinander verflochten wie die psychiatrischen Krankheitsbilder sind am Max-Planck-Institut für Psychiatrie auch die, die sie erforschen. Wenn die Psychiater, Psychologen und Biologen sich gegenseitig besuchen, kommen sie des Öfteren an Emil Kraepelin vorbei, der die „Deutsche Forschungsanstalt für Psychiatrie“ im Jahr 1917 gründete und dessen Büste an prominenter Stelle in der Nähe des Hörsaals steht. Auf ihn gehen die in der Psychiatrie nach wie vor üblichen Klassifikationssysteme der psychischen Erkrankungen zurück. Heute plädiert ausgerechnet sein siebter Nachfolger dafür, „diagnostische Einengungen zugunsten eines kausalen Verständnisses aufzubrechen“. Vielleicht könnte Holsboer ihn auch davon überzeugen, dass die Psychiatrie personalisierte Behandlungswege finden muss. „Wir sind doch alle stolz darauf, Individuen zu sein“, gibt er zu bedenken. „Nur wenn wir krank werden, huschen wir gern unter den großen Schirm einer Diagnose.“

Kraepelin könnte den Kollegen von heute wohl kaum folgen, wenn sie von „genetischen Schaltern“ sprechen, die „durch ein Trauma umgelegt werden“, oder von „am Reißbrett designten Molekülen, die sich gezielt an Rezeptoren anlagern“. Er würde aber bemerken, dass hier am Max-Planck-Institut für Psychiatrie in München-Schwabing weiterhin Aufbauarbeit geleistet wird. Gebaut wird nicht zuletzt an Dämmen, die stark genug sind, um die Seele nach schlimmen Erlebnissen vor Krankheit zu schützen. ◂

GLOSSAR

REM-Schlaf (REM: „rapid eye movement“)
Schlafphase mit schnellen Augenbewegungen, erhöhter Herz- und Atemfrequenz sowie Traumphasen. Menschen, die besonders stark auf Angstreize reagieren, erreichen offenbar das REM-Schlafstadium nicht. Möglicherweise spielt bei diesen Menschen die dauerhafte Aktivität des Hirnstamms eine wichtige Rolle. Der Hirnstamm liegt in direkter Nachbarschaft des REM-Schlaf-Zentrums des Gehirns. Seine Überreaktion führt wahrscheinlich dazu, dass diese Schlafphase völlig ausfällt. Gehirnvorgänge, die von REM-Schlafphasen abhängen, können dadurch beeinträchtigt werden, was die Angstreaktionen erklären kann.

Stresshormone
Zu den Stresshormonen zählen etwa Kortisol, Kortison und Kortikosteron. Diese auch als Glukokortikoide bezeichneten Hormone werden in der Nebennierenrinde gebildet. Sie binden an Rezeptoren in der Zellmembran und regulieren über Signalketten die Gen-Aktivität der Zelle. Stresshormone haben unter anderem schmerzstillende und immunhemmende Wirkung und beeinflussen den Wasser- und Mineralhaushalt des Körpers. Stresshormone und ihre Rezeptoren spielen offenbar auch bei psychischen Erkrankungen eine Rolle.

Epigenetik
Epigenetische Veränderungen sind Molekülanhängsel, etwa Methylierungen, die das Ablesen von Genen erleichtern oder erschweren. Auf diese Weise können die Lebensbedingungen eines Organismus die Aktivität seiner Gene beeinflussen. Auch stressbedingte psychische Erkrankungen können auf epigenetischen Veränderungen beruhen. So werden die Gene von Mäusebabys, die kurz nach der Geburt von ihrer Mutter getrennt werden, epigenetisch modifiziert. Infolgedessen bilden die Tiere vermehrt Stresshormone und können mit belastenden Situationen schwer umgehen. Solche erworbenen Erbgutveränderungen können an die nachfolgende Generation weitergegeben werden.

Foto und Grafik: MPI für Psychiatrie