

Lass das Vöglein fliegen! In einer Stuttgarter Praxis für Neurofeedback wird die Hirnaktivität des Mädchens in einer Animation dargestellt. Der Vogel soll nach unten fliegen. Je entspannter das Kind ist, desto steiler der Sinkflug

Jan Pradell* sitzt in einem Sessel und beobachtet sein Gehirn bei der Arbeit. Ganz entspannt, obwohl ihn sein Gehirn über Jahre so gequält hat, dass er dachte, er sei verrückt.

Mit 14 Jahren fing es an, nach einem Joint. Plötzliches Herzrasen, Schweißausbrüche, Zittern. Jan, der wohlbehütete Junge, kiffte nie wieder. Doch die Anfälle wurden schlimmer. Sprechangst, Platzangst, Prüfungsangst, Flugangst. Zwangsgedanken, aus dem fahrenden Auto springen zu müssen. Vor seinen Eltern, seiner Freundin verbarg er diese Not. Aus Sorge, sie würden ihn für schizophren halten.

Mit 18 ging er heimlich zu einem Therapeuten. Die Diagnose: „Generalisierte Angststörung“. Bis zu zehnmal täglich gipfelte Jans Furcht vor fast allem in Panikattacken. Das heißt, in Todesangst.

Auf dem blonden Scheitel des heute 30-jährigen haften Elektroden zur Ableitung eines EEG (Elektroenzephalogramm). Sie messen Spannungsschwankungen in der elektrischen Aktivität von Nervenzellverbänden: jene „Hirnströme“, die all unser Denken, Handeln und Fühlen begleiten. In denen sich spiegelt, ob wir wach, entspannt, konzentriert oder gestresst sind, ob ein epileptischer Anfall bevorsteht – oder die Nerven im Daueralarm einer Angstattacke festhängen.

Doch Jan spürt nicht, was neurophysiologisch in seinem Kopf vorgeht, dafür hat er keine Rezeptoren. Aber er hat das EEG: Auf einem Monitor kann er seine gemessene Hirnaktivität „online“ verfolgen. Allerdings nicht als abstraktes Wellenmuster, sondern verwandelt in die Computeranimation eines Flugzeugs. Das ruckelt über den blauen Bildschirm, sackt kurz nach unten, bevor es immer deutlicher aufwärtsstrebt. Als es verschwunden ist, leuchtet eine Sonne auf: ein Lob für den Piloten! Denn Jan hat den Flieger gezielt nach oben gesteuert – indem er seine Hirnaktivität manipuliert.

Was wie ein Computerspiel ohne Maus und Tastatur anmutet, ist ein Gehirntaining, „Neurofeedback“ genannt: Indem Jan eine ausgewählte neuronale Aktivität zurückgemeldet bekommt, lernt er, diese zu verändern – nachhaltig. Gleich einem Tänzer, der eine gewünschte Haltung so lange vor dem Spiegel einstudiert, bis sie ihm in Fleisch und Blut übergegangen ist.

Zugegeben, das klingt ziemlich schräg. Aber es hat revolutionäres Potenzial: Denn vom Autisten bis zum Zwangsgestörten könnte Neurofeedback all jenen eine alternative Therapieform bieten, deren Leiden mit bekannten neurobiologischen Auffälligkeiten einhergeht. Die gestörte Hirnaktivität ließe sich durch ihre Rückmeldung an den Patienten gezielt ein Stück weit korrigieren. Ohne Medikamente, ohne jahrelange Therapien, stattdessen mit ein paar Dutzend Stunden am Computer.

Ein Trainingsprogramm für das verwirrte Hirn also. Werden wir das womöglich eines Tages ebenso normal finden wie den Muskelaufbau im Fitnesscenter?

Immerhin ist inzwischen bekannt, dass unser Gehirn selbst im Alter teilweise „plastisch“ bleibt, also veränderbar. Und auch klassische Psycho- und Verhaltenstherapien hinterlassen – sofern erfolgreich – Spuren in den neuronalen Verschaltungen. Allerdings setzen sie woanders an: Der Patient analysiert seine Probleme und übt neue Verhaltensweisen ein, um auf sein Inneres einzuwirken – seine Psyche. Das zu behandelnde Organ jedoch, das Gehirn, bleibt verschlossen. Hinein blicken in der Regel nur Neurologen und suchen nach Schäden. Abteilung Hardware, nicht Software.

Das Neurofeedback geht quasi den umgekehrten Weg: Es setzt bei der Hirnaktivität an, um auf die Psyche einzuwirken und damit auf Denken, Fühlen und Verhalten. Pillen tun dies natürlich auch – aber beim Hirntaining sind keine fremden Wirkstoffe im Spiel. Und: Die Patienten führen Regie. „Ich werde nicht behandelt“, sagt Jan, „Ich handele selbst.“

Yannick Witt, 12 Jahre, und sein Vater, Heiko Witt

Yannick: Ich habe ADHS, früher war ich immer zappelig. Manchmal hatte ich ein Bumpen im Kopf, als ob er gleich explodieren würde.

Heiko Witt: Es war eine Katastrophe. Yannick kannte überhaupt keine Grenzen. Im Schnitt alle vier Wochen waren wir mit ihm beim Arzt, um ihn zusammenflicken zu lassen: ein Oberarmbruch, Platzwunden, Prellungen.

Yannick: In der Grundschule wusste nur meine Lehrerin, dass ich ADHS habe. Wir hatten eine Abmachung: Wenn ich merkte, es geht los, habe ich gesagt, ich müsste mal auf die Toilette. Dann bin ich auf dem Schulhof eine Runde gegangen, das hat ein wenig geholfen. Ich habe dann mit Neurofeedback angefangen. Dieses Bumpen im Kopf hat aufgehört, und ich habe auch keine Kopfschmerzen mehr. Neurofeedback hilft mir auch beim Baseballspielen. Ich kann mich auf dem Platz viel besser konzentrieren, gerade bin ich in die Schüler-Nationalmannschaft berufen worden.

Heiko Witt: Es ist so toll, dass ich jetzt mit Yannick einen Sonntagnachmittag lang Monopoly spielen kann. Früher ist er nach fünf Minuten wieder aufgestanden und hat gesagt: Ich hab keine Lust mehr.

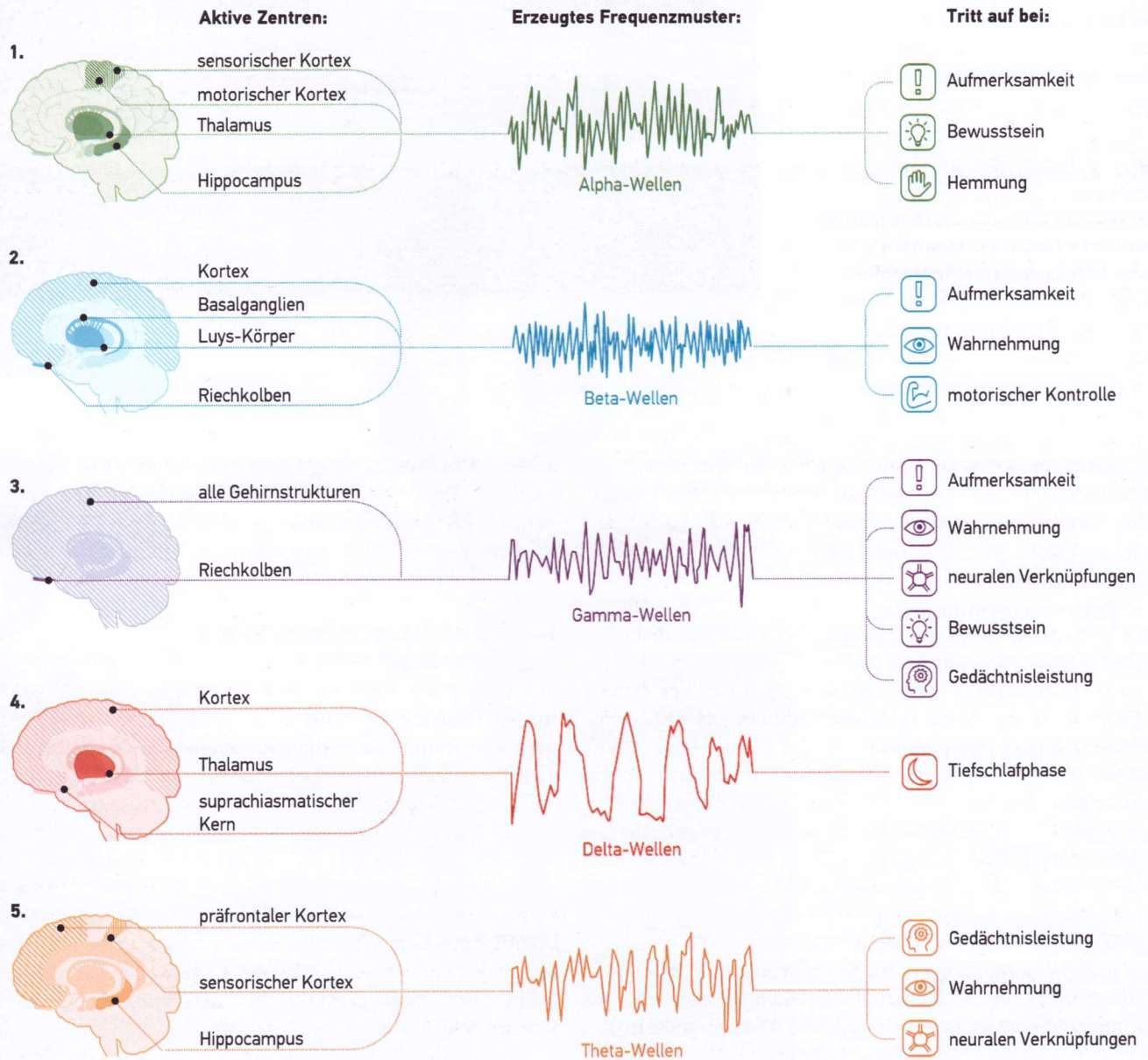
Yannick: Neurofeedback macht eigentlich Spaß, das ist ja nicht so wie beim Zahnarzt. Wenn ich eines meiner Hassfächer habe, Religion zum Beispiel, dann denke ich an etwas Gutes, so als ob ich am Bildschirm das Flugzeug nach oben steuere. Das hilft wirklich! Ende der fünften Klasse habe ich eine Belobigung bekommen. Das heißt doch was, die bekommt man nicht einfach so.



WENN GEDANKEN ZU WELLEN WERDEN

Hirnwellen entstehen durch Spannungsschwankungen in der elektrischen Aktivität von Nervenzellverbänden im Gehirn. Sie begleiten all unser Denken, Handeln und Fühlen, zeigen an, ob wir wach, entspannt, konzentriert oder gestresst sind

© GEO-Grafik/Christian Eisenberg



ALPHA-WELLEN: Feierabend. Sie, lieber Leser, sitzen auf dem Sofa, schließen die Augen, lassen die Gedanken schweifen, zum nächsten Sommerurlaub vielleicht, tagträumen von einem Liegestuhl am Strand. Das Gehirn produziert Alpha-Wellen, wenn der Mensch eine Pause macht. **BETA-WELLEN:** Beim Betrachten dieser Grafik allerdings müssen Sie sich konzentrieren und über das, was Sie nicht sofort verstehen, nachdenken: Beta-Wellen treten auf, wenn Sie wach und beschäftigt sind. **GAMMA-WELLEN:** Diese Grafik war so eindrucksvoll, sie verfolgt Sie bis in den Schlaf. Vielleicht träumen Sie von ihr? Gamma-Wellen treten im traumvollen REM-Schlaf auf,

aber auch, wenn Sie Erinnerungen speichern oder abrufen. **DELTA-WELLEN:** Ein Uhr nachts. Sie haben den Tag hinter sich gelassen, auch diese Grafik, und liegen in traumlosem Tiefschlaf. Delta-Wellen haben die niedrigste Frequenz und höchste Amplitude. Sie treten auch im Koma auf. **THETA-WELLEN:** Ob Sie ein Musikstück komponieren oder in Meditation versunken sind – Ihr Gehirn produziert in beiden Fällen Theta-Wellen. Sie geben den Hirnforschern noch die meisten Rätsel auf, weil sie in sehr unterschiedlichen Bewusstseinszuständen auftreten, auch wenn Sie tief schlafen oder intensiv Erinnerungen durchleben.

Ganz ruhig! Während der Aufnahme des EEG sollen die Patienten gelassen sein, deshalb liegen ihre Hände dabei auf einem gemütlichen Kissen. Hochgezogene Schultern und ein verspannter Nacken können die Therapie beeinträchtigen



Spätestens hier ist der Hinweis angebracht, dass viele Ärzte, Psychologen und Psychiater noch nie von Neurofeedback gehört haben. Andere halten es für „esoterischen Kram“. Auch Krankenkassen zahlen allenfalls, wenn Aufmerksamkeitsdefizit- und Hyperaktivitätsstörungen (ADHS) damit behandelt werden, aber nicht, wenn Therapeuten das Verfahren bei Ängsten, Süchten, Depressionen, Epilepsie, Autismus und noch einigem mehr anwenden. Das hat vor allem historische Gründe.

Der amerikanische Neurologe Barry Sterman ließ bereits Anfang der 1970er Jahre Epileptiker mithilfe des EEG Hirnaktivität trainieren. Knapp zwei Drittel von ihnen hatten danach deutlich weniger Anfälle als zuvor, manche gar keine mehr. Die Euphorie war groß. Doch bevor umfassende klinische Studien angeschoben werden konnten, kamen Psychopharmaka auf den Markt: Fortan flossen Milliarden in die Erforschung (und Vermarktung) chemischer Botenstoffe, sodass heute selbst Laien von Serotonin und Dopamin gehört haben. Die elektrischen Hirnsignale jedoch gerieten ins Abseits.

Obendrein entdeckte die Hippie-Bewegung Neurofeedback als einen mutmaßlichen Weg zur Bewusstseinsweiterung, zum „Instant Zen“ – der schnellen Erleuchtung. Danach wollte in den USA kaum noch ein seriöser Forscher etwas mit Neurofeedback zu tun haben.

In Europa jedoch machten einige Unentwegte weiter – und legten mit kleinen „Machbarkeitsstudien“ den Grundstein für ein fulminantes Comeback: Seit wenigen Jahren fließen beiderseits des Atlantiks viele Millionen an staatlichen Mitteln, um die klinische Wirkung von Neurofeedback bei einer Vielzahl von Störungen zu testen. Dabei kommt nicht mehr nur das „alte“ EEG zum Einsatz, sondern auch moderne Scannertechnik: Sie macht ungewöhnliche Aktivitätsmuster des Gehirns deutlich differenzierter sichtbar und könnte bald viel genauere Ansätze für ein Neurofeedback liefern – womöglich zugeschnitten auf den ein-

zelnen Patienten. Das jüngst erwachte Interesse hat noch einen weiteren Grund: Neue Therapieansätze werden dringend gebraucht. Psychische Erkrankungen sind längst zu einer der häufigsten Ursachen von Arbeitsunfähigkeit avanciert – aber in ihrer Behandlung herrscht seit Jahrzehnten weitgehend Stillstand.

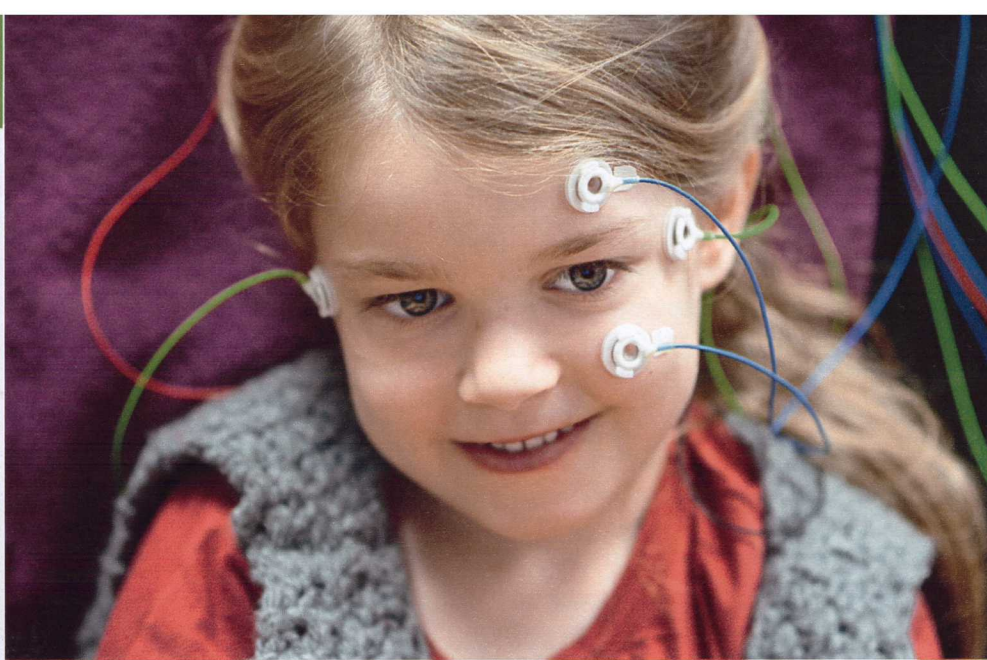
Es fehlen wirksame Medikamente

Angsterkrankungen sind das weltweit häufigste psychische Leiden. Jeder fünfte Deutsche ist im Laufe seines Lebens davon betroffen. Doch nur die Hälfte der Patienten mit massiven Problemen spricht auf eine Verhaltenstherapie an. Die Erfolgsquote von Psychotherapien bei Depressionen und Posttraumatischen Belastungsstörungen ist noch erschütternder: Manchen Studien zufolge liegt sie bei nur 30 Prozent. Sogar weitgehend wirkungslos ist auf längere Sicht jene Verhaltenstherapie, die bei der Aufmerksamkeitsdefizit- und Hyperaktivitätsstörung ADHS empfohlen wird. Diese häufigste neuronale Entwicklungsstörung betrifft jedes zehnte bis zwanzigste Kind und setzt sich bei der Mehrheit im Erwachsenenalter fort, oft gepaart mit anderen Problemen wie Angst, gestörtem Sozialverhalten, Depressionen, Übergewicht, Sucht.

Nach seiner Diagnose begann Jan Pradell eine Psychotherapie. Doch sein Verstand war machtlos gegen die Angst. Sie überfiel ihn im Vorlesungssaal und im Supermarkt, im Fahrstuhl und in der Bahn. Sie flüsterte ihm ein, er habe Krebs. Sie ließ ihm nie mehr als zehn Minuten Konzentration, nie mehr als eine Stunde Schlaf. Mit Mitte 20 war die Angst so übermächtig, dass Jan seinen Tod herbeisehnte. Er rettete sich in eine Klinik für Psychosomatik. Und bekam erstmals Psychopharmaka.

„Die Medikamente haben mir das Leben gerettet“, sagt Jan. „Endlich konnte ich wieder schlafen.“

Vielen anderen allerdings ist auch mit Tabletten nicht zu helfen. Knapp ein Drittel aller klinisch Depressiven gilt als „be-



Maxime Josefine Haug, 7 Jahre alt, und ihre Mutter, Marijana Haug

Maxime: Meine Mama hat mir ein Notizbuch geschenkt, darin schreibe ich und male Kunstwerke hinein. Neulich habe ich alle Strophen von „Alle meine Entchen“ aufgeschrieben, als Geschenk für meine kleine Schwester.

Marijana Haug: Früher konnte sich Maxime nicht so lange konzentrieren. Das schafft sie erst, seitdem sie zum Neurofeedback geht. Beim Elterngespräch in der ersten Klasse hat mir Maximes Lehrerin gesagt, dass sie sich zu leicht ablenken lässt. Sie spazierte im Unterricht durch die Klasse und schaute mal, was die anderen so machten. Zu Hause konnte sie sich nicht auf ihre Aufgaben konzentrieren, ihr Blick schweifte plötzlich ab, sie erzählte, was ihr in den Sinn kam. Sie ist eine kleine Träumerin ...

Maxime: Das hört sich an, als ob ich eine Schlafmütze bin! Bin ich gar nicht. In der Praxis suche ich mir immer eine andere Figur, mit der ich übe, am liebsten einen Vogel oder auch einen Superhelden. Manchmal bin ich nach dem Training müde, weil das ganz anstrengend ist.

Marijana Haug: Ich glaube, mit dem Neurofeedback werden wir vor allem langfristig Erfolge erzielen. Da muss man auch Geduld haben. Aber ich merke, dass unser Alltag viel entspannter geworden ist. Ich muss sie nicht mehr ständig ermahnen: Maxime, konzentriere dich! Maxime, bleib bei der Sache!

**Spielend leicht!
Maxime, 7, lernt,
mal hoch konzentriert zu sein,
mal tief entspannt.
Die sanfte Methode
ist zeitaufwendig.
Ein halbes Jahr
lang dirigiert
Maxime einmal
in der Woche
Superhelden über
den Bildschirm**

handlungsresistent“, ebenso 40 Prozent aller Epileptiker. Ihnen bleibt als letzter Ausweg nur ein chirurgischer Eingriff. Aufmerksamkeitsverstärker wie Ritalin wirken auch nur bei zwei von drei ADHS-Patienten verträglich – zudem verringern sich die Effekte meist binnen drei Jahren.

Und sobald das Medikament abgesetzt wird, kehren die Symptome fast immer zurück.

Die Industrie investiert immer weniger in die Entwicklung neuer Psychopharmaka, denn die ist teurer und langwieriger als bei den meisten anderen Medikamenten – und am wenigsten Erfolg versprechend: Nur jedes zwölfte Produkt schafft die Marktreife. „Die pharmazeutische Pipeline ist erschöpft“, bloggte daher Anfang 2014 Thomas Insel, Direktor der weltweit größten Einrichtung zur Erforschung psychischer Störungen, des amerikanischen National Institute of Mental Health (NIMH).

Eine Kombination aus Pillen, Therapie und Meditation hielt Jans Angst fortan in Schach. Panik überwältigte ihn nur noch alle paar Monate, die Schwermut legte sich erst im Herbst über ihn. Im Internet suchte er nach weiteren Auswegen – und stieß auf Neurofeedback. „Das klang interessant: Da muss ich nicht schon wieder meine ganze Geschichte erzählen, sondern mich nur verkabeln lassen.“ Eine Praxis fand er in Stuttgart. Und sie war alles andere als das kühle Computerlabor, das er erwartet hatte.

Vertrau deinem Hirn!

Ein Dachgeschoss über einer Fußgängerzone, mit Kiefernmöbeln eingerichtet, die Wände gelb gestrichen. Einen Empfang gibt es nicht, nur eine Kaffeeküche, in der alle zusammenkommen: die vier Therapeutinnen auf Socken, die vielen Kinder mit ADHS-Diagnose in Pantoffeln mit Hasenohren, Hundeschnauzen oder Tigerkrallen. Eine Werkbank aus Holz steht an der Wand, mit Sägen, Holzbohrern, Schraubzwingen, in den Regalen liegen Malfarben, ein Abakus: typische Gerätschaften einer



poche/money? No, I don't
 Do a lot of people in Germany play?
 No they don't.
 Do you speak Turkish? No I do
 N.Y.
 Tell the story!
 1. Mrs Penrose is going to the
 hospital. 2 And she is working
 later today. 3 But grandma can't
 the teacher Jenny and Mark. 4
 Grandma has got fish fingers
 and ice cream in the car.

Worte flattern über das Papier wie die
 Gedanken im Kopf des Schreibers: Tim, 12,
 leidet an ADHS. Nach zehn Monaten Neuro-
 feedback schreibt er fast in Schönschrift

ergotherapeutischen Praxis, in der Motorik, Koordination oder Konzentration trainiert werden.

Doch in den drei Praxisräumen ist kein Hämmern und Lärmen mehr zu hören, nur das gelegentliche „Ping“ von einem der sechs Neurofeedback-Computer. Aus Handarbeit ist Kopfarbeit geworden, aus der Ergo- eine Neurotherapie.

Eines ist geblieben: Die Patienten müssen üben, üben, üben. 120-mal soll Jan in einer Sitzung das Flugzeug auf dem Monitor abwechselnd über und unter eine horizontale Mittellinie steuern, je acht Sekunden lang, mit kurzer Pause dazwischen. Bleibt der Flieger im richtigen Feld, leuchtet anschließend die Sonne auf.

Die Ärztin und Ergotherapeutin Edith Schneider, für die meisten der Patienten einfach „Edith“, schaut immer wieder prüfend auf einen Kontrollmonitor. Sie sieht, was sich hinter den Flugbewegungen verbirgt: Signale aus Jans Gehirn, dargestellt als gezackte, unregelmäßige Wellen. „Das sind die langsamen Hirnpotenziale, auch LP genannt“, erklärt sie. „Jan übt, ihre Spannung zu wechseln: Positivierung, Negativierung.“

Eine ungewohnte Therapeutesprache, eine ungewohnte Materie: Die wenige Millionstel Volt starken LP spiegeln die Erregbarkeit von Nervenzellverbänden. Sie steigt immer kurz vor einer geistigen oder körperlichen Aufgabe an, etwa wenn ein Tormann auf den Elfmeter wartet oder eine Musikerin auf ihren Einsatz. Danach sinkt sie wieder. Normalerweise.

Ist Jan in seiner Angst gefangen, gelingt ihm das „Hoch- und Runterfahren“ der Neuronen nicht mehr. Bei Epileptikern ist die Erregung dauerhaft zu hoch, sodass das Gehirn leicht in einen hyperaktiven Zustand geraten kann: Dann feuern viele Neuronen zugleich und lösen einen Anfall aus. Bei ADHS dagegen verläuft die Nerven-Aktivierung meist zu langsam und schwach, das Gehirn ist schwerer zu mobilisieren. Betroffene sind traumversunken – oder zappelig: Wie ein müdes Kind, das sich quengelnd wach hält, versuchen sie, sich mit aller Macht zu stimulieren.

128 GEO 04|2015

3.2.07

112 ~~Banküberfall~~ Banküberfall in Oberhaching

Am Freitag, den 4.7.2006 ereignete sich in der Bahnhofstraße in Oberhaching ein Banküberfall.

Gegen 11:30 Uhr hatte ein schlanker, großer Mann die Kreissparkasse in Oberhaching überfallen. Der bewaffnete Mann hatte eine blaue Pudelmütze, einen dunklen Schal und einen hellgrauen Anzug an. Der Täter besaß einen schwarzen VW Golf. Die ^{Bewertung von} ungefähre 10.000€ transportierte er in einer Einkaufstüte aus Plastik. Der Polizei-Streifenwagen nahm sofort nach der Alarmierung die Verfolgung auf.

Edith Schneider ruft eine Statistik von Jans früheren Sitzungen auf. In den ersten Wochen klappte der Spannungswechsel so gut wie nie. „Egal was Jan tat, sein Flugzeug geriet immer ins falsche Feld“, so Edith Schneider. Dann allmählich gelingt ihm die Deaktivierung. „Er lernt, sein Gehirn selbst zu regulieren.“

Und wie macht er das?

„Anfangs habe ich versucht, das Flugzeug mit meinem Willen oder irgendwelchen Vorstellungen zu steuern“, erinnert sich Jan. „Irgendwann habe ich den Verstand ausgeschaltet und einfach losgelassen. Mein Gehirn macht den Spannungswechsel jetzt von selbst. Wie, das weiß ich nicht.“

„Jeder muss eine eigene Strategie finden. Aber sobald Patienten die Regulation gelernt haben, geht das automatisch. Wie bei einem Fußballer. Der kann auch nicht gut erklären, wie er gerade das Tor geschossen hat“, sagt Niels Birbaumer, Direktor des Instituts für medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie in Tübingen. Birbaumer hat die Erforschung von Neurofeedback wie kein Zweiter vorangetrieben. Bereits in den 1970er Jahren wies er nach, dass sich die langsamen Hirnpotenziale gut per Feedback regulieren lassen. Locked-in-Patienten lernten so, Computer zu steuern (GEO Nr. 07/1999); Epileptiker, Anfälle zu vermeiden – selbst wenn sie zuvor als „behandlungsresistent“ galten; ADHS-Patienten, ihre Aufmerksamkeit zu steigern. Birbaumer und sein Team testen Neurofeedback an Nikotinsüchtigen und Migränepatienten, Menschen mit Schlafstörungen und Psychopathen mit mangelndem Mitgefühl (GEO Nr. 10/2013). „Wir suchen nach therapeutischen Effekten, die besser sind als bei klassischen Verhaltenstherapien“, so Birbaumer.

Alles nur Placebo?

Therapeuten mag es reichen, dass es ihren Patienten besser geht, Forscher (und Krankenkassen) wollen große klinische Studien, am besten „verblindet“, sodass weder Patient noch Therapeut

wissen, ob sie mit einem Wirkstoff arbeiten oder einem Placebo. Das freilich ist schwierig bei Neurofeedback, denn man merkt schnell, ob der Computer ein echtes Feedback gibt oder nicht.

„Bis vor Kurzem wussten wir tatsächlich nicht, ob Neurofeedback spezifisch wirkt“, sagt Birbaumers Kollegin Ute Strehl, eine der führenden Forscherinnen zu Neurofeedback bei ADHS, jener Störung, zu der die meisten Studien vorliegen. Geht es den Patienten vielleicht nur deshalb besser, weil sie behandelt werden? Weil sie besonders technikgläubig sind – oder zugewandte Ärztinnen wie Edith Schneider ihr Selbstvertrauen stärken?

Um die Placebo-Frage beizulegen, finanziert die Deutsche Forschungsgemeinschaft derzeit die weltweit größte klinische ADHS-Neurofeedback-Studie, durchgeführt in Tübingen, Frankfurt, Hamm, Göttingen und Mannheim. Sie ist nicht verblindet, Neuro- und Biofeedback werden aber unter nahezu identischen Bedingungen verglichen. Bei Letzterem lernen Probanden, einen Muskel in der Schulter zu entspannen und anzuspannen.

Noch läuft die Auswertung, doch so viel kann Ute Strehl schon sagen: In beiden Gruppen verbesserten die Patienten sich in der Einschätzung von Eltern und Lehrern. Allerdings: Bei den Neurofeedback-Kandidaten waren die Effekte laut Elternurteil deutlich stärker. Und nur bei ihnen erhöhte sich auch der IQ. Ihr Gehirn arbeitete offenbar deutlich besser als vorher.

In einer früheren ADHS-Studie wurde Neurofeedback mit Ritalin verglichen. Die Wirkung auf Aufmerksamkeit, Hyperaktivität und Konzentration war in etwa gleich. Zwei Jahre nach Ende der Therapie ließ sich bei der Hälfte der mit Neurofeedback Behandelten die Störung nicht mehr diagnostizieren. Das Trai-

ning, so Ute Strehl, hat anders als Tabletten einen andauernden Effekt: Die Verbesserungen halten nicht nur zwei Jahre später noch an, in vielen Fällen haben sie sich sogar weiter gesteigert. Epileptiker beherrschen die Kontrolle der langsamen Potenziale selbst zehn Jahre nach ihrem Training – und können so weiterhin Anfällen vorbeugen. Nebenwirkungen? Müdigkeit, manchmal Kopfschmerzen. Denn das mentale Training strengt an.

Zwei Monate nach Jans Therapiebeginn war es wieder so weit, ohne jeden erkennbaren Anlass: Er lag auf dem Sofa, als sich sein Magen plötzlich zusammenkrampfte, Adrenalin flutete seinen Körper. Die Vorboten einer Panikattacke.

Jan versuchte, Kontrolle über sein Gehirn zu gewinnen. Er schloss die Augen und stellte sich sein Flugzeug vor. Sah es in Gedanken aufsteigen, wie zuvor so oft auf dem Monitor. Nur spiegelte ihm jetzt kein Programm, ob die Regulierung klappte. Aber sein Körper. Jan spürte, wie die Angst verebte.

„Krass“, sagt Jan. „Ich war super-euphorisch. Aber zugleich dachte ich: Das kann ich keinem erzählen, das hält jeder für Hokusfokus. Alles, was Psycho ist, muss sich doch aus dem Intellekt heraus begründen lassen.“

Selbst Forscher können nicht im Detail erklären, was beim EEG-Neurofeedback im Kopf passiert. Aber sie wissen, wie es wirkt. Ein paar Affen machen es vor.

Wie Affen meditieren lernen

Ingrid Philipens vom Biomedizinischen Primatenzentrum im niederländischen Rijswijk verkabelte vor einigen Jahren Marmosetten-Äffchen und ließ sie Neurofeedback machen. Nicht das

INTERVIEW

»DER PATIENT LERNT NUR, WAS ER LERNEN WILL«

David Linden, Psychiater und Neurowissenschaftler an der Universität von Cardiff und Autor des kürzlich erschienenen Buches „Brain Control“, leitet das von der EU geförderte Projekt BRAINTRAIN, bei dem zehn Institutionen in sechs Ländern fMRT- und EEG-Neurofeedback bei Autismus, Alkoholsucht, Fettleibigkeit, PTSD und bei Angststörungen testen.

GEO: Der Fußballverein AC Mailand stärkt seine Spieler mental mit Neurofeedback, Londoner Musikstudenten verbesserten damit in einer Studie ihre Spielleistung um zehn Prozent. Könnte die Technik also auch Gesunden zur „Hirnverbesserung“ dienen?

Linden: Ich glaube nicht, dass „Neuro-Enhancement“ ein wichtiges Anwendungsgebiet wird. Das Training kostet viel Zeit und Geld, um das zu machen, muss schon ein Leidensdruck da sein.

Im Internet werden preisgünstige Neurofeedback-Headsets für Videospiele oder zur Selbsttherapie angeboten: Kann man eigenständig Neurofeedback machen?

Viele Gamer-Kappen arbeiten eher mit Änderungen in der Kopfmuskulatur als mit Hirnströmen, aber als Signal für ein Spiel reicht das natürlich. Auch bei den therapeutischen Geräten ist die Frage, ob sie wirklich ein gutes EEG aufzeichnen und ihre Wirksamkeit klinisch belegt ist. Noch steckt der Teufel in vielen technologischen Details, aber es ist durchaus denkbar, dass Patienten irgendwann in der Zukunft zu Hause Neurofeedback machen – und dabei über das Internet betreut werden.

Lässt sich mit Neurofeedback auch Unerwünschtes antrainieren?

Im Scanner wendet der Patient bewusste Strategien an und sieht, was dabei in

seinem Kopf passiert. Er lernt also nur, was er auch lernen will. Vom Prinzip her gilt allerdings: Wenn wir hoffen, dass sich mithilfe von Neurofeedback Süchte abtrainieren lassen, könnte man möglicherweise auch umgekehrt welche antrainieren. Wie bei jeder Behandlung muss also auch hier verantwortungsbewusst gearbeitet und auf Nebenwirkungen geachtet werden.

Könnte ein Patient über das Lernziel hinauschießen – etwa nicht nur seine krankhafte Angst verlieren, sondern gänzlich furchtlos werden?

Wohl kaum. Neurofeedback ist physiologisch und psychologisch ein gradueller Prozess. Und es setzt bei den mentalen Fähigkeiten an, die schon in einer Person stecken. Sie können damit also keine ganz neuen Persönlichkeitsfacetten erzeugen und jemanden vom Angsthasen zum Draufgänger umpolen.



Die Ärztin Edith Schneider hat ihre Praxis für Ergotherapie beinahe komplett auf Neurofeedback umgestellt. Sie hat selbst ADHS - und mit der neuen Therapie gelernt, ihr Leben besser zu organisieren

„Rauf und Runter“ der langsamen Potenziale, sondern ein „Frequenzbandtraining“: Dabei wird ein ganzer Wellenbereich des EEG (siehe Kasten Seite 120) ausgewertet, in diesem Fall der sensomotorische Rhythmus (SMR), der beim Menschen mit entspannter Aufmerksamkeit einhergeht.

Die Marmosetten hatten naturgemäß kein Videospiel vor sich, aber irgendwann erzeugte ihr Gehirn zufällig das gewünschte Wellenbild im EEG - und im nächsten Moment fiel ein Stück Mäusespeck in den Käfig. Beim nächsten Treffer wieder. Und wieder. Was auch immer es war, das das Affenhirn kurz zuvor gemacht hatte: Es zeigte einen Effekt.

Ursache und Wirkung! Das Gehirn sucht dauernd nach Sinnzusammenhängen. Und wenn es ein positives Feedback registriert, verknüpft es dieses biochemisch mit der vorherigen Aktivität: als Empfehlung, die erfolgreiche Aktion zu wiederholen.

Mit Belohnungen lässt sich also ein gewünschtes Verhalten gezielt stärken, das Prinzip heißt „operante Konditionierung“.

Die Affengehirne „wussten“ nach nur zwei bis vier Sitzungen, wie sie an den Mäusespeck gelangen. Und während ihre Nervenzellen das gewünschte EEG-Bild erzeugten, zeigten die Tiere automatisch jene Haltung, die auch bei Menschen mit einer starken SMR-Amplitude zu beobachten ist: „Sie sahen sehr entspannt aus“, berichtet Philippens. „Aber zugleich fokussiert, als würden sie etwas anstarren. Wie bei einer Meditation.“

Das Neurofeedback-Training funktioniert also durchaus unbewusst. Die Belohnung - bei Jan die Sonne - weist dem Gehirn den gewünschten Weg. Um das Gelernte in den Alltag übertragen zu können, haben sich beim LP-Training wiederholte „Transfer-Durchläufe“ bewährt. Dabei sehen die Patienten kein Flugobjekt, sondern ein schlichtes Dreieck, es zeigt ihnen an, dass sie nach oben oder unten lenken sollen. Erfolgreiche „Blindflüge“ werden belohnt. Zu Hause können sie diese Übung fortsetzen, indem sie eine Karte mit dem Dreieck betrachten.

„Ich hatte das Kärtchen in meinem Etui und habe es mir immer angeschaut, wenn ich mich konzentrieren musste. Die Lehrerin dachte erst, das sei ein Spickzettel“, erzählt der 16-jährige René. Drei Jahre liegt die Neurofeedback-Therapie des „Zappelphilipps“ zurück. Jetzt berichtet er Edith, dass er die erhoffte Lehrstelle als Industriemechaniker bekommen hat: „Obwohl mir der Techniklehrer gesagt hat, ‚mach bloß nichts, wozu du eine ruhige Hand brauchst, du machst nur alles kaputt‘.“ Es ist schwer vorstellbar, dass dieser nette Kerl mit dem sorgsam aufgegelten Pony früher reihenweise Tadel im Klassenbuch eingesteckt hat. „Ohne Neurofeedback hätte ich das mit der Bewerbung nicht geschafft“, sagt er. „Welche Firma nimmt einen schon mit einer Vier in Verhalten?“

Wer eine Weile in der Küche der Stuttgarter Praxis sitzt, hört viele Erfolgsgeschichten. Einzelfälle, gewiss, und doch verblüffend. Daniel* etwa, Mitte 40 und Heroin-Junkie, konnte bis vor Kurzem keine drei Minuten stillsitzen und hatte wochenlange Drogenrückfälle, trotz fünf Therapien. Jetzt steht er kurz davor, einen Laden zu eröffnen. „Ich spüre meine Impulsivität zwar noch, aber ich schalte den Kopf ein, statt mir alles zu versauen. Ich grübele auch nicht mehr tagelang irgendwelchen Sachen hinterher.“ Sein Wesen habe sich aber nicht verändert. „Das Neurofeedback ist ja keine Gehirnwäsche, ich helfe mir selbst.“

Und da ist Lena, 25, die ihre Leidensgeschichte nüchtern als Abfolge von Therapien erzählt: Logopädie, Ergotherapie, Motorpädagogik, Psychotherapie, tiefenpsychologische Therapie, Verhaltenstherapie, Psychopharmaka. Wechselnder Verdacht auf Legasthenie, Schizophrenie, Epilepsie. Dann, mit 19, die richtige Diagnose: Asperger-Syndrom, eine Form von Autismus. In einer Theatergruppe hat sie über Jahre gelernt, welchen Gesichtsmuskel sie anspannen muss, um ein Gefühl zu zeigen - jetzt kann sie es endlich auch empfinden. Früher hat sie nur das Nötigste gesprochen, oft in unvollständigen Sätzen und mit ge-

Lena Kühl, 25 Jahre alt

Das Gefühl, dass ich anders bin als andere, kenne ich seit meinem zweiten Lebensjahr. Ich habe einfach gespürt, dass meine Eltern der Meinung waren, mit ihrem Kind stimme etwas nicht. In der vierten Klasse hatte ich zum ersten Mal Selbstmordgedanken. Ich dachte, ich kratze mir jetzt so lange meine Wunden auf, bis ich verblute. Ich habe immer mal wieder Antidepressiva und andere Psychopharmaka genommen. Als ich 19 Jahre alt war, wurde bei mir das Asperger-Syndrom diagnostiziert, eine Form von Autismus.

Vor etwa drei Jahren stand ich einmal mit einem Freund auf einer Brücke, und er fragte plötzlich, wie es wohl wäre, wenn er springen würde. Ich habe nichts gesagt und er ist auch nicht gesprungen, aber danach hat bei mir wieder so ein Gedankenkarussell angefangen. Ich konnte an nichts anderes mehr denken, das ist wie ein Ohrwurm, nur im Gehirn. Meine Freunde und Therapeuten wussten nicht mehr, wie sie mir helfen sollten, da habe ich Neurofeedback probiert.

Ich habe seitdem nie wieder ein Gedankenkarussell gehabt. Ich nehme auch überhaupt keine Medikamente mehr. Vor zwei Jahren bin ich bei meinen Eltern ausgezogen. Ein großer Schritt. Ich habe gelernt, mit meiner Mutter ins Gespräch zu kommen. Wir reden jetzt nicht mehr nebeneinander her, sondern miteinander. Gerade mache ich mein Abitur nach. Normalerweise dauert das zwei Jahre, aber ich hab mir gedacht: Mein Abi schaffe ich auch in einem Jahr.



DIE KUNST, SICH ZU KONTROLLIEREN

Neben Neurofeedback gibt es weitere, vergleichbare Techniken, sein Selbst zu beeinflussen und in den Griff zu bekommen.

Ein wirkungsvoller Weg ist **Meditation**. Zwar wird dem Geist dabei kein unmittelbares technisches Feedback gegeben, doch wer regelmäßig meditiert, stärkt jene Regionen im Gehirn, die unsere Aufmerksamkeit steuern und unsere Willenskraft stärken. Diese als **Selbstregulation** bezeichnete Fertigkeit lässt sich nicht durch Disziplin kräftigen, sondern indem wir uns nicht zu viel auf einmal abverlangen. Meditation hilft, wie Studien zeigen, diese Grenze wahrzunehmen, und sie steigert die Selbstkontrolle.

Eine solche Regulation findet nicht nur im Kopf statt, sondern im gesamten Körper: Unser vegetatives Nervensystem, das lebenswichtige Funktionen wie Herz und Kreislauf, Atmung, Verdauung und Stoffwechsel kontrolliert, strebt immer wieder in einen Gleichgewichtszustand, **Homöostase** genannt. Da sich diese **Mechanismen** unserer bewussten Kontrolle entziehen, wird auch vom „autonomen“ Nervensystem gesprochen.

Doch mithilfe von Feedback lässt sich sogar hierauf Einfluss nehmen: Spiegelt uns ein Gerät Herzschlagrate, Blutdruck, Hauttemperatur, Schweißdrüsenaktivität, Körpertemperatur oder Muskelspannung wider, können wir lernen, die Werte zu verändern – ähnlich wie beim Neurofeedback die Hirnaktivität. Das **Biofeedback** hat sich bei zahlreichen Erkrankungen wie Migräne, Bluthochdruck oder stressbedingter Blasenschwäche bewährt.

Wer zweifelt, ob seine Willenskraft ausreicht, eine längere Meditation oder ein Feedback-Training durchzuhalten, möge sich noch ein weiteres Wort einprägen: **Selbstwirksamkeit**. Die Erfahrung, aus eigener Kraft etwas gegen seine Beschwerden ausrichten zu können, steigert die Zuversicht und setzt Energie frei.

geschlossenen, flackernden Augen. „Wegen der Reizüberflutung“, erklärt sie. „Blickkontakt konnte ich schwer ertragen, und manchmal blieb ich eine halbe Stunde wie eingefroren irgendwo stehen.“ Heute hält Lena Vorträge über Autismus, holt ihr Abitur nach, will Medizin studieren.

Es sind Geschichten von Menschen, die früher täglich erlitten haben, anders zu sein. Die aneckten, ermahnt wurden, ausgegrenzt, bestraft. Nun bekommen sie nicht nur von einem Videospiel positives Feedback, sondern auch von Eltern, Freunden, Lehrern. Und sie fühlen sich wohler in ihrer Haut: Sie werden nicht mehr dauernd getrieben von ihrer Krankheit, sondern lernen, auf ihre eigenen Fähigkeiten zu vertrauen. Psychologen nennen dieses machtvolle Gefühl „Selbstwirksamkeit“. Und die Kontrolle über das eigene Tun setzt große Energien frei.

Jan hat begonnen, sich gezielt Situationen, die ihm Angst machen, auszusetzen. Mittlerweile fährt er S-Bahn frei von Fluchtgedanken, spricht vor Publikum, wenn auch immer noch schweißgebadet. Die hypochondrischen Züge sind verschwunden; er liest zwei, drei Stunden täglich. „Ich hole so viel nach“, so Jan. „Dies ist die glücklichste Zeit meines Lebens.“ Nur eines werde er wohl niemals schaffen: in ein Flugzeug zu steigen.

Eine Weile möchte er das Neurofeedback-Training noch weitermachen und dabei die Medikamente, die er noch nimmt, langsam ausschleichen lassen.

Kein seriöser Therapeut, kein Wissenschaftler würde Neurofeedback als Allheilmittel bezeichnen. Ob das Hirnfunktions-training ausreicht oder Teil einer umfassenderen Therapie sein sollte, kommt immer auf den Einzelfall an. Und: Die Stärke des Neurofeedback ist zugleich seine Schwäche – es erfordert die Mitarbeit des Patienten.

Wie bei allem Lernen stellen sich Erfolge unterschiedlich rasch ein. Motivation, Fleiß, vielleicht auch Begabung spielen eine Rolle, sicherlich auch Art und Stärke der Erkrankung. Bei ADHS-Patienten vergehen in der Regel 30 bis 40 Sitzungen, bis das Erlernte automatisiert ist. „Manche klagen schon nach zehn Terminen“, sagt Edith Schneider. „Bei den Kindern sind es mitunter auch die Eltern, denen die Fahrerei zu viel wird oder die keine Termine einhalten.“ Eine Pille zu schlucken ist einfacher.

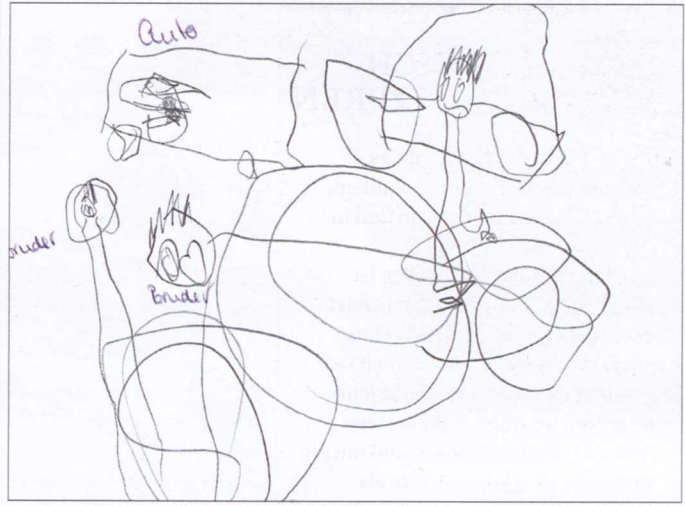
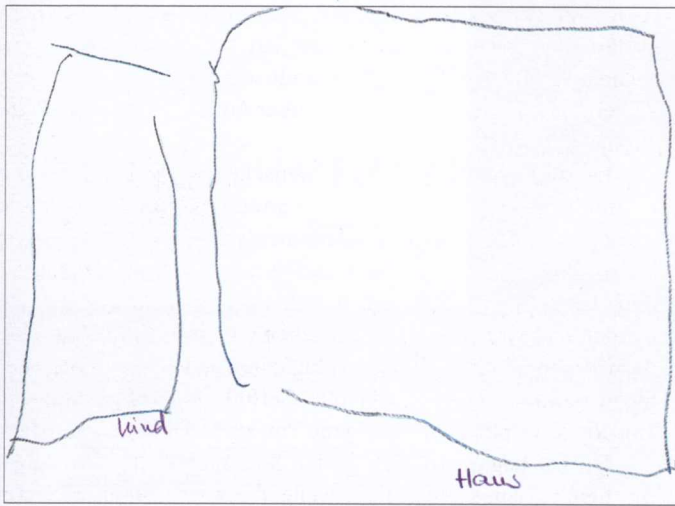
Hürden gibt es auch auf therapeutischer Seite. Das LP-Training ist störanfällig: Die Elektroden müssen sorgsam angebracht werden, Muskelbewegungen der Patienten können die Signale leicht verfälschen. Viele arbeiten daher mit dem Frequenzbandtraining, das wiederum seine eigenen Tücken hat.

Und schließlich setzt auch die Technik Grenzen. Das EEG misst nur sehr grob, und es erfasst nicht die Aktivität in den tieferen Hirnstrukturen. Aber gerade dort liegen die emotionalen Zentren, die an vielen Störungen beteiligt sind. „Bei schweren psychiatrischen Störungen wie Angsterkrankungen ist das EEG ein schlechter Spiegel des Gehirns“, so Birbaumer. Deshalb hat er schon vor zehn Jahren die Entwicklung eines viel klareren Spiegels angestoßen.

Auch wirksam gegen Angst und Schmerz

Mieke Ossevoort* liegt in einem zwei Millionen Euro teuren Gerät zur „funktionellen Magnetresonanztomografie“ (fMRT), umgeben von einem Magnetfeld, 60 000-mal stärker als das

* Name geändert



Das »Kind« hat vier Ecken ebenso wie das »Haus«: So zeichnet ein Sechsjähriger mit Entwicklungsverzögerung vor der Therapie. Zwei Monate später malt er bereits Gesichter

der Erde. Es registriert Durchblutungsveränderungen in ihrem Gehirn, millimetergenau.

Miekes Kopf ist in einer Schale fixiert; über ihrem Gesicht trägt sie eine Art Visier. Radiowellen regen Wasserstoffkerne im Gehirn an, begleitet von einem Klopfen, lärmend wie das Stakatto einer Schlagbohrmaschine. Über einen Spiegel betrachtet sie einen Cartoon mit Donald Duck – zur Entspannung.

Auf ihrem Bauch liegt ein Alarmknopf.

Bildwechsel. Eine Spinne auf einem Männergesicht: ein fetter, blau schimmernder Leib, borstige Beine, sie berühren Auge, Mund und Nase. Wohl jeder würde bei diesem Anblick erschauern – aber erst recht Mieke: Sie hat eine Spinnenphobie.

„Brains Unlimited“ heißt der Komplex der Maastrichter Fakultät für Psychologie und Neurowissenschaft. Kofinanziert von der EU, 2013 eingeweiht, ausgestattet mit drei Scannern, die zu den modernsten der Welt zählen. Hier kommen internationale Forschung, Lehre und Start-ups zusammen, um dem Hirn und seinen Erkrankungen auf den Grund zu gehen. Hier entwickelt Forschungsdirektor Rainer Goebel, ein früherer Kollege Birbaumers, Hard- und Software für die Medizin der Zukunft.

Sein spezielles Faible: Neurofeedback mit fMRT. „Patienten können damit nicht nur die Aktivierung oder Deaktivierung bestimmter Hirnareale viel gezielter trainieren als beim EEG, sondern auch das Zusammenspiel verschiedener Regionen stärken“, so der Informatiker und Psychologe. „Selbst sehr individuelle Denkmuster, etwa traumatische Erinnerungen, könnten künftige Ansatzpunkte sein.“

Im Kontrollraum neben dem Scanner flammt auf einem Monitor ein Areal von Miekes Gehirn rot auf: die „Insula“, Inselrinde, eine wichtige Mitspielerin bei Angststörungen. Mieke soll versuchen, diesen Angstherd in ihrem Kopf zu löschen.

Die Psychologin Anna Zilverstand nimmt den roten Flecken ins Fadenkreuz eines Cursors. Ein Computerprogramm wandelt

die Aktivität der Insula um in das Bild eines Thermometers, das im Scanner eingespiegelt wird: das Feedback.

Mieke probiert verschiedene Strategien, um die Anzeige des Thermometers zu senken. Konzentriert sich auf Details der Spinne – keine Reaktion; lässt das Tier in Gedanken wie eine Marionette tanzen – das Angstthermometer sinkt.

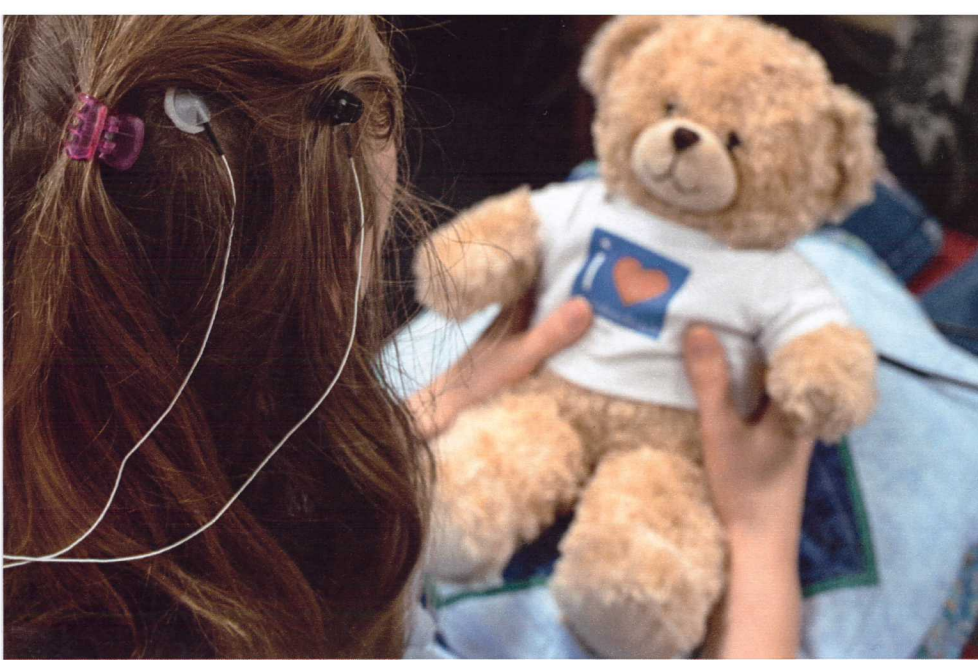
„Diese Schnittstelle von Vorstellung und Feedback, von Geist und Gehirn ist nur in der fMRT so genau. Sie birgt eine ganz neue Form der Selbsterfahrung“, sagt Goebel, mit einer Leidenschaft, als hätte er das Verfahren gerade erst entdeckt – und nicht schon zehn Jahre Arbeit hineingesteckt.

Im Verlauf der nächsten 30 Minuten fällt Miekes Thermometer weiter – während ein zweites steigt: Es spiegelt die Aktivität einer Region im präfrontalen Kortex wieder, die eine wichtige Rolle bei der Regulierung emotionaler Prozesse spielt. Der Verstand hält die Angst also immer besser in Schach.

„Die Lerneffekte sind in der fMRT schon nach einer Sitzung um ein Viertel stärker als bei einer Therapie ohne Neurofeedback“, so Anna Zilverstand.

Die Phase der Grundlagenforschung ist weitgehend abgeschlossen. Erste klinische Studien zeigen, dass fMRT-Neurofeedback bei Angst, Schmerz, Depressionen wirksam ist und auch bei einer neurodegenerativen Erkrankung wie Parkinson ein Stück weit gegensteuern kann. Am Londoner King's College läuft derzeit das erste fMRT-Training mit ADHS-Kindern. Sie lernen, eine für die Aufmerksamkeitskontrolle wichtige Region im rechten präfrontalen Kortex zu stärken. „Einige Kinder beherrschen die Regulation schon nach ein, zwei achtminütigen Sitzungen“, berichtet Forschungsleiterin Katya Rubia. „Schon nach 14 Mal ist der Effekt der Selbstregulation bei manchen ziemlich deutlich, was möglicherweise schneller ist als beim EEG-Neurofeedback.“

Wenn bereits wenige Sitzungen Wirkung zeigen, dann könnte sich der teure Scanner-Einsatz auch im therapeutischen Alltag



Drück mich! Wenn das Gehirn wie gewünscht arbeitet, gibt der Bär vibrierend Feedback. Eine Belohnung, die sich das Hirn merkt - und die es immer wieder haben möchte. So wird Verhalten gezielt gestärkt

ANSPRECHPARTNER

WER HILFT?

Bei **ADHS** und **Epilepsie** gilt die Wirksamkeit des Hirntrainings als nachgewiesen. Zu **Autismus**, **Tics**, **Schlaflosigkeit**, **Migräne**, **Posttraumatischen Belastungsstörungen** und **Hirnschädigungen** gibt es vereinzelte Studien. Therapeuten behandeln auch **Angst**, **Tinnitus**, **Süchte** und **Depressionen**. Seriöse Therapeuten sollten eine Ausbildung zum **Neurofeedback-Trainer** vorweisen können, etwa bei der Deutschen Gesellschaft für Biofeedback (DGBfb) oder dem US-Äquivalent BCIA.

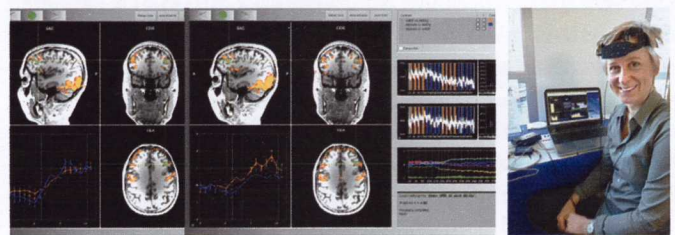
Neben Ärzten und Psychotherapeuten behandeln in Deutschland vor allem Ergotherapeuten (auf Rezept) mit Neurofeedback. Sie können das **funktionelle Hirntraining** bei den gesetzlichen Kassen abrechnen. Den höheren Satz der Psychotherapeuten erstatten die Kassen nur auf einen Einzelantrag hin. Bei Epileptikern ist Neurofeedback mitunter Bestandteil einer Reha-Maßnahme.

In kaum einem Land ist Neurofeedback so weit verbreitet wie in der **Schweiz** (Informationen bei NOS, der Neurofeedback Organisation Schweiz).

rechnen, hoffen die Forscher. Vielleicht ließe er sich auch mit einem EEG-Feedback kombinieren, die Suche nach gemeinsamen Aktivitätsmustern hat in Maastricht bereits begonnen. Bis fMRT-Neurofeedback in der Praxis angekommen ist, wird es aber noch etwas dauern. „Die Entwicklung neuer Medikamente dauert in der Regel zehn Jahre. Beim Neurofeedback gibt es weniger Sicherheitsfragen, vielleicht schaffen wir es in der Hälfte der Zeit“, so David Linden, Leiter des EU-geförderten BRAIN-TRAIN-Projekts (siehe Interview Seite 129).

Für Jan werden alle neuen Erkenntnisse zu spät kommen. Vor einigen Monaten wurde sein größter Albtraum wahr: Er musste beruflich in die USA. Und das hieß - fliegen. Lieber wäre er Tausende Kilometer gefahren, aber er hatte keine Wahl.

Als er im Flugzeug Platz nahm, raste sein Herz, seine Hände waren feucht. Er atmete tief durch, sah nach draußen. „Quer vor meinem Fenster verlief die Tragfläche“, erzählt Jan. „Das erinnerte mich an die Mittellinie auf meinem Neurofeedback-Monitor.“ Also dachte er sich sein Trainingsflugzeug dazu. Und als die Triebwerke hochfuhren, war seine Angst - verfliegen. ///



Nachdem der Tomograf in Maastricht ihr Gehirn gescannt hatte, erhielt GEO-Reporterin INES POSSEMEYER die aufmunternde Diagnose: „Ihre frontalen Gehirnnareale sind auf jeden Fall wunderbar durchblutet.“ Fotograf ANDREAS REEG war von der Stuttgarter Praxis für Neurofeedback begeistert: „Wohlfühlen pur!“