

Interview mit Prof. Dr. B. Brucker, Miami, USA

## Brucker-Biofeedback-Methode bei Schädigungen des Gehirns oder Rückenmarks

Mit einer von dem Neurowissenschaftler und Psychologen Professor Dr. Bernard Brucker entwickelten Biofeedback-Methode werden heute Patienten mit Schädigung des Gehirns oder des Rückenmarks mit großem Erfolg behandelt. Brucker ist Direktor des Biofeedback-Labors im »Department of Psychiatry and Behavioral Sciences« der »Leonard M. Miller School of Medicine« in Miami, Florida. Er hat inzwischen seine Methode bei über 12.000 Patienten erfolgreich angewandt. Das einzige Brucker-Biofeedback-Labor in Europa befindet sich im Orthozentrum München, das zu den Schön Kliniken gehört. Hier wurden seit 2002 einige hundert Patienten behandelt. Dr. Volker Kriegeskorte sprach mit Prof. Dr. Brucker bei einer seiner regelmäßigen Supervisionen im Orthozentrum. Anwesend war zudem der Leiter der Brucker-Biofeedback-Labore des Orthozentrums München, Ralf Nickel.



### Herr Professor Brucker, wann begann die Entwicklung von Biofeedback?

Biofeedback erwuchs aus einer ganzen Serie von wissenschaftlichen Experimenten in den 1940ern, die sich mit Lernkontrolle und physiologischen Reaktionen befassten. In der Neurologie und Verhaltensforschung entstand die akademische Frage, wie Organismen die Fähigkeit entwickeln, genaue Kontrolle über physiologische Reaktionen zu erlernen. Biofeedback war also ursprünglich kein klinisches Therapieverfahren, sondern eine Technik, um Lernprozesse zu erforschen. Man beschrieb zwei Arten des Lernens, das von Pawlow erforschte Reflexlernen und das von Skinner entdeckte »operante« (eine Wirkung erzielende) Konditionierungsverfahren. Das Reflexlernen ist als eine grundlegende, einfache Art des Lernens anzusehen (Erlernen der Kontrolle von Blutdruck, Herzfrequenz, Vasokonstriktion, Speichelfluss etc.), während die operante Konditionierung ein Lernen höheren Grades ist (Erlernen des Gehens, Lesens, kognitiver Funktionen etc.).

### Wo wird Biofeedback angewandt?

Der Begriff »Biofeedback« ist ja ein sehr allgemein gefasster. Die erste medizinische Therapie bestand in der von Dr. Arnold Kegel Anfang der 1950er Jahre angewandten Methode zur Kontrolle des Beckenbodens bei gynäkologischen Patientinnen mit mangelnder Blasenkontrolle. Unsere Methode, die Brucker-Biofeedback-Methode (BBFM), ist eine sehr spezielle Art des neuromuskulären Biofeedback. Wir arbeiten

vorwiegend auf dem Gebiet der Therapie von Patienten jeden Alters mit Schädigungen im zentralen Nervensystem (ZNS), beispielsweise nach Schlaganfall, Querschnittslähmung, Schädel-Hirn-Trauma oder infantiler Zerebralparese. Die Patienten weisen Steuerungsstörungen der Muskulatur auf, wie schwache Rumpfkontrolle, Gangstörungen, Spastik und Koordinationsschwäche. Von Brucker-Biofeedback profitieren aber auch Patienten mit Muskelsteuerungsstörungen nach Sportverletzungen oder Operationen.

### Wie wirkt Brucker-Biofeedback bei Schädel-Hirn-Trauma und nach Schlaganfall?

Nach einem Schlaganfall und bei Schädel-Hirn-Traumen mit Frakturen und Blutungen werden ZNS-Zellen geschädigt und sterben ab. Wir haben es folglich in vielen Fällen mit Einbußen der motorischen Funktionen zu tun. Bis zu einem bestimmten Punkt erholen sich die Patienten nach Rehabilitationsmaßnahmen davon und gewinnen einen Teil an Funktion zurück, jedoch werden selten normale Funktionen wiederhergestellt. Viele Patienten leiden aufgrund der Zellschädigungen im ZNS unter signifikanten Funktionsverlusten. Aus den Neurowissenschaften wissen wir heute, dass bestimmte Hirnareale dafür ausgelegt oder vorprogrammiert sind, bestimmte Aufgaben zu erfüllen. Dieses vorprogrammierte Schema muss aber nicht notwendigerweise permanent sein. Durch unser spezielles Lernverfahren ist es möglich, alternierende Zellzuordnungen zu schaffen.

Können die nach einer Schädigung in einem Hirnareal übriggebliebenen Zellen die Funktion der geschädigten Zellen also übernehmen?

Der durchschnittliche Mensch nutzt während seines Lebens nur etwa 10% der vorhandenen ZNS-Zellen. Nach Schädigung des Gehirns und Rückenmarks mit Ansteuerungsstörung der Muskulatur bewirkt die BBFM, dass nicht geschädigte Zellen lernen, die Arbeit der geschädigten Zellen zu übernehmen. Dabei bestimmt vor allem die Lokalisation die Funktion der Zellen, nicht ihr Aufbau. Wenn die Zelle also in einem bestimmten Areal ist, stellt sie die entsprechenden neuronalen Verbindungen her und muss die Ausübung der Funktionen erst durch Zellzuordnung (cell assignment) erlernen.

### Wie funktioniert die Zellzuordnung?

Die Zellzuordnung geschieht zufällig, also nach dem Prinzip »Versuch und Irrtum«. Jeder menschliche Organismus lernt durch Zufall, eine Verbindung von der Gehirnzelle zum Muskel herzustellen. Man kann also Zellen in einem bestimmten motorischen Areal dazu bringen, Aufgaben zu übernehmen, die sie vorher nicht erfüllt haben, also eine neue Zuordnung herstellen. Das ist aufgrund der »Plastizität des Gehirns« möglich. Heute wissen wir, dass wir sogar Zellen in einer anderen Lokalisation trainieren können, neue (motorische) Aufgaben zu übernehmen. In Tierexperimenten kann man eine Seite des Cortex entfernen und die Tiere dann lehren, die fehlenden motorischen Funktionen von der anderen Cortexhälfte auszuüben. Sie können dann ihr gesamtes motorisches System mit einer Cortexhälfte steuern.

### Auf welcher Ebene läuft die Zellzuordnung ab? Gibt es biochemische Veränderungen?

Die Zellzuordnung wird nicht durch eine Veränderung in der biochemischen Struktur bewirkt, sondern durch Lernen. Wenn man das Gehen erlernt, entstehen im Gehirn keine biochemischen Veränderungen. Das Lernen geschieht durch »operante Konditionierung«. ZNS-Zellen lernen dadurch, dass eine korrekte Verbindung vom Gehirn über das Rückenmark zum Muskel durch das System damit »belohnt« wird, dass es jetzt eine permanente Verbindung etabliert. Wie lernt man z. B., Klavier zu spielen? Ein Buch darüber zu lesen, hilft nicht viel. Man muss also üben. Um eine Taste auf dem Klavier

anschlagen zu können, muss das Gehirn ein motorisches Signal senden. Das Anschlagen der Taste verursacht einen Ton, den man hört, und man erkennt, ob es die richtige Taste war. Falls nicht, wird das Gehirn das gleiche motorische Muster beim nächsten Mal wahrscheinlich nicht noch einmal nutzen. Man übt also weiter, bis immer die richtigen Tasten angeschlagen werden. Übt man andererseits auf einem Keyboard mit abgestelltem Ton, wird man nie lernen, es zu spielen. Es kommt zu keiner Zellzuordnung im Gehirn, da das Gehirn nicht weiß, ob es die richtige Rückmeldung ausgelöst hat.

### Wie lassen sich fehlende oder korrekte Zellzuordnungen sichtbar machen?

Wenn eine Hirnschädigung vorliegt, sieht man in der MRT (Magnetresonanztomographie), wo ein totaler Verlust von Zellstrukturen besteht. Es besteht aber keine Korrelation zwischen der MRT und dem Rehabilitationserfolg. Patienten benutzen jedoch nach einem Gehirntrauma mit Gewebsverlust nicht automatisch andere Zellen. Sie können diese feine Zellzuordnung nicht durchführen. Ich kann diese aber mittels der BBFM in kurzer Zeit herstellen, indem ich Signale von den entsprechenden Motoneuronen messe und auf dem Computerbildschirm sichtbar mache. Wenn also bestimmte Hirnzellen fehlen und stattdessen andere noch vorhandene Zellen genutzt werden sollen, können diese über das Brucker-Biofeedback identifiziert werden.

### Welche funktionellen Einbußen können Sie behandeln?

Mit unserer Methode werden nur motorische Einbußen behandelt. Patienten mit Gehirnschädigungen sind z. B. nicht in der Lage zu stehen. Es kommen also nicht genügend motorische Signale bei den entsprechenden Muskel an, die ihnen das Stehen ermöglichen. Auch nach zwei Jahren ist oft die Stehfähigkeit trotz intensiver Rehabilitationsmaßnahmen nicht wiederhergestellt. Wenn dieser Patient zu uns kommt, führen wir zunächst eine Evaluation durch. Kann der Patient nicht stehen, müssen wir zunächst etwas für die entsprechenden Muskelgruppen unternehmen. Dazu werden Oberflächenelektroden auf diesen Muskeln angebracht, die aber nicht die Muskelbewegung oder -stärke aufzeichnen, sondern Signale von den motorischen Zellen, die gerade aktiv sind und

mit dem Muskelareal in Verbindung stehen. Je nach der Anzahl der feuernden Zellen steigt die Spannung.

### Wie werden die Signale registriert?

Die Signale werden mit einem Elektromyographen (EMG) aufgenommen, der neuromuskuläre Signale über Oberflächenelektroden vom Muskel ableitet. Mit einem speziell für die BBFM entwickelten Computerprogramm werden selbst geringste Signale vom Gehirn zum Muskel sehr genau registriert. Der Patient sieht eine kontinuierliche Grundlinie auf dem Bildschirm. Er wird aufgefordert, eine Bewegung durchzuführen, und sieht dann anhand der Ausschläge von dieser Grundlinie nach oben, ob er seine Aufgabe richtig macht und bestimmte Muskeln oder Muskelgruppen Signale erhalten. Damit lernt er über die Rückmeldung (Feedback) auf dem Computer, seine betroffene Muskulatur gezielt anzusteuern und wieder koordiniert einzusetzen.

### Funktioniert die BBFM auch bei schweren Schädigungen des Gehirns?

Ich habe noch nie erlebt, dass keine Rückmeldung oder keine Aktivität vom Gehirn kam. In Fällen mit schwerer Schädigung kommt es vor, dass nur eine minimale neuronale Aktivität vorliegt, die zu gering ist, um eine Funktion auszulösen. Meist steht aber genügend Nervenmaterial zur Verfügung, um einen Lernprozess in Gang bringen zu können. So z. B. in einem Fall nach einem schweren Schlaganfall mit Verlust einer ganzen Hemisphäre. Der Patient konnte nach sieben Jahren weder gehen noch stehen. Nach drei Behandlungsserien mit je 25 Einzelbehandlungen innerhalb von 18 Monaten – für diesen Fall eine sehr kurze Behandlungszeit – war er wieder in der Lage zu stehen und vorsichtig zu gehen.

### Wenden Sie zusätzliche Therapien an, um den Lernprozess zu unterstützen?

Sobald der Körper lernt zu reagieren, spricht er auch auf andere Therapien an. Die BBFM ist kein Ersatz für andere Therapien, sondern legt eher die Basis dafür, mit anderen Therapien weiterarbeiten zu können. Biofeedback stärkt nicht die Muskulatur, sondern schafft die verlorengegangene Nervenverbindung und lehrt den Patienten die entsprechenden Funktionen. Brucker-Biofeedback ist oft die unbedingt erforderliche Basis für die Anwendung anderer Geräte, so z. B. für die Elektrostimulation etc. Brucker-Biofeedback repariert

die Ursache für den Verlust der Bewegungsfähigkeit. Ist der Muskel wieder mit Hirnzellen verbunden, ist er auch wieder in der Lage, seine Funktion zu erfüllen.

### Gibt es einen Zeitpunkt, ab dem es zu spät ist für Brucker-Biofeedback?

Im Gegensatz zu bisher oft gehörten Lehrmeinungen ist es nie zu spät dafür! Unsere wissenschaftlichen Erkenntnisse belegen eindeutig etwas anderes. Die Nervenzellen, mit denen eine Zuordnung durchgeführt werden kann, sind auch nach vielen Jahren weiterhin vorhanden. Ich bin im Gegenteil oft froh, wenn die Patienten erst dann kommen, wenn alle anderen Verletzungen abgeheilt sind und sich, z. B. nach Rückenmarksverletzungen, neue Nervenbahnen ausgebildet haben.

### Herr Nickel, was kostet Brucker-Biofeedback, und zahlt die Krankenversicherung dafür?

Die Kosten pro Behandlungseinheit betragen 175 Euro. Die BBFM ist noch nicht im gesetzlichen Leistungskatalog enthalten. Patienten, die für diese Behandlung geeignet sind, erhalten auf Wunsch ein entsprechendes Empfehlungsschreiben für ihre Krankenkasse. Es ist eine Einzelfallentscheidung der Sachbearbeiter, ob die Kasse einen Teil oder gelegentlich auch die ganze Behandlung erstattet.

### Aus wievielen Behandlungseinheiten besteht eine Therapie normalerweise, und wie oft wiederholen Sie die Behandlung?

Die Anzahl der Behandlungseinheiten wird individuell im Erstvorstellungsgespräch festgelegt. Das sind pro zu behandelnde Muskelgruppe ca. 3–4 Einheiten. Die absolute Anzahl an Behandlungen hängt somit davon ab, wie schwer der Patient betroffen ist.

Nach Ende der BBFM-Therapie muss intensiv physio-/ergotherapeutisch geübt werden, um das erreichte Steuerungssignal vom ZNS zum Muskel in funktionelle Bewegung umsetzen zu können. Durch das Brucker-Biofeedback schafft man oft erst die Voraussetzung für eine Bewegung, sie kann aber ein nachfolgendes Muskelaufbautraining nicht ersetzen. Die Wiederholungen hängen von der Betroffenheit der Patienten ab und davon, wie viele Muskelgruppen beim ersten Mal behandelt werden konnten.

Kontakt: Tel.: 089/6211-2071, e-mail: [brucker-biofeedback@schoen-kliniken.de](mailto:brucker-biofeedback@schoen-kliniken.de)