

## Spot

# Neurologische Musiktherapie in der Rehabilitation von Störungen der Hand- und Armmotorik nach Schlaganfällen: Hintergründe und Ergebnisse

Eckart Altenmüller & Daniel S. Scholz

Schon seit über zwei Jahrzehnten ist bekannt, dass Musikhören und Musizieren adaptive neuroplastische Prozesse im zentralen Nervensystem (ZNS) fördern: Musiker besitzen im Vergleich zu Nicht-Musikern größere sensomotorische und auditive Hirnareale und weisen dichtere Nervenfaserverbindungen zwischen auditiven und sensomotorischen Arealen auf. Auch die Verbindung zwischen beiden Hirnhälften, das sogenannte Corpus callosum, ist verbreitert. Die motorische Ausgangsbahn von der motorischen Hirnrinde zum Rückenmark, die Pyramidenbahn, ist vergrößert und leitet motorische Impulse schneller zu den ausführenden Muskeln. All diese Veränderungen korrelieren mit der kumulativen Lebenszeit und sind somit höchstwahrscheinlich nicht Voraussetzung, sondern Folge intensiven Musizierens (Altenmüller & Schlaug, 2015). Überraschend ist die Dynamik dieser neuroplastischen Anpassungen: Bei erwachsenen Laien zeigen sich bereits nach der ersten Klavierstunde verstärkte neuronale Interaktionen zwischen den Hör- und Handregionen des Schläfenlappens bzw. des Stirnhirns und bei längerem Musizieren über etwa vier Wochen entsteht auch bei musikalischen Laien eine gemeinsame auditiv-sensomotorische Repräsentation, das heißt, Hören von Musik aktiviert sensomotorische Areale und Bewegen von Fingern auditive Regionen (Münste et al., 2002; Bangert et al., 2006; Rojo et al., 2011).

Die Idee war naheliegend, derartige Vernetzungseffekte in der Rehabilitation der Hand- und Armmotorik nach Schlaganfällen zu nutzen und bei Schädigungen motorischer Regionen der Großhirnrinde eine verbesserte Bewegungskontrolle über das Hören zu erzielen. Hypothetisch ist dies dadurch möglich, dass sich direkte Verbindungen zwischen der aufsteigenden Hörbahn im Hirnstamm und Zwischenhirn und motorischen Zentren im Bereich der Basalganglien bilden, die vorbewusst und reflexartig die Hörinformation in Bewegung umsetzen. Ein derartiger „neuronaler Kurzschluss“ entsteht allerdings nur, wenn eine zeitlich-räumliche Koppelung von akustischen Ereignissen und Bewegungserfolg existiert (Rodríguez-Fornells et al., 2012). Hier ist das aktive Musizieren zum Beispiel am Klavier ein idealer Stimulus, da durch Anschlagen einer Taste sofort zurückgemeldet wird, welcher Finger bewegt wurde. Diese Information ist für betroffene Schlaganfallpatienten auch noch aus einem anderen Grund

de sehr wichtig: Sie leiden oft unter Einbußen der Körperwahrnehmung, insbesondere ist der Gelenksinn und der Sinn für Muskelspannung und Seh-  
nendehnung beeinträchtigt. Das Klangergebnis informiert indirekt Patienten  
über die Position der Finger und ermöglicht so einen Ersatz dieser gestörten  
Propriozeption. Um solche förderlichen Effekte zu erzielen, sind regelmäßiges  
Üben und systematische Erhöhung des Schwierigkeitsgrades der zu bewältigen-  
den Bewegungen Voraussetzungen. In der Rehabilitationswissenschaft wird  
dies als „massed practice“ und „individual shaping“ bezeichnet. Da Musizieren  
meist als sehr motivierend empfunden wird, ist es für die Patienten nicht schwie-  
rig, die täglich erforderliche Übezeit von ca. 30 Minuten einzuhalten. Hier ist  
ein wichtiges psychologisches Element zu erwähnen: Meist ist der Aufenthalt  
in Kliniken für Patienten mit Schlaganfall ein sehr traumatisierendes Erlebnis,  
und die übliche Rehabilitation ist eher am Defizit orientiert. Patienten sollen  
etwas so gut wie möglich wieder erlernen, was sie früher mühelos konnten. Der  
erstmalige Kontakt mit einem Musikinstrument ermöglicht den Patienten, die-  
se negative Haltung zu überwinden und die Erkrankung als eine Möglichkeit  
zu sehen, neue, emotional positive Erfahrungen zu sammeln (Altenmüller &  
Schlaug, 2013).

Wie sieht das nun in der Praxis aus? Zunächst führten wir zusammen mit  
Thomas Münte, Sabine Schneider und weiteren Kollegen einige Therapiestudi-  
en an insgesamt über 60 Schlaganfallpatienten mit leichteren Halbseitenlähmun-  
gen durch. Dabei setzten wir neben dem Klavier auch ein elektronisches Drum-  
Set ein, das über eine MIDI-Schnittstelle das Spielen von Tonleitern  
ermöglichte. Die Patienten hatten die Aufgabe, einfache Klaviermelodien mit  
der eingeschränkten Hand nachzuspielen oder auf dem Drum-Set zu klopfen.  
Nach und nach wurden diese Melodien komplizierter und am Schluss konnten  
viele Patienten einfache Lieder mit zwei Händen auf der Klaviertastatur spielen.  
Dieses Training wurde von uns „MUT“ getauft – ein Akronym für „Musikun-  
terstütztes Training“. Der Erfolg war eindeutig: Gegenüber den konventionellen  
Therapien führte MUT zu signifikanten Verbesserungen in Verhaltenstests (u. a.  
9-Hole-Peg-Board-Test, Armparese-Score nach Wade, Box-und-Block-Test,  
Tapping-Geschwindigkeit) und zu neurophysiologisch nachgewiesener Rekrui-  
tierung motorischer Areale durch auditive Aktivierung (Altenmüller et al., 2009;  
Schneider et al., 2007). Dieses Ergebnis ermutigte uns, Patienten, die ihren  
Schlaganfall vor über einem Jahr erlitten hatten, in das Training aufzunehmen.  
Auch hier zeigte sich, dass MUT noch Jahre nach dem Ereignis wirksam ist  
(Amengual et al., 2013; Grau-Sanchez et al., 2013) und dass es noch besser  
funktioniert, wenn die Töne nach Niederdrücken der Klaviertaste randomisiert  
verzögert erklingen (van Vugt et al., 2016). Als Begründung für letzteren Effekt  
vermuten wir Mechanismen des stochastischen Lernens, der vermehrten Auf-  
merksamkeitszuwendung und einen verstärkten Transfer vom Klavier in den  
Alltag durch ungenaues, „summarisches“ Feedback.

Einen Nachteil hatte dieses Training: Es wurde die Fingerfeinmotorik trainiert,  
aber nach Schlaganfällen sind Störungen der Armkontrolle im Alltag viel ein-  
schränkender. Patienten können nicht mehr selbstständig essen und trinken und  
sich nicht mehr kämmen oder die Zähne putzen. Daher untersuchen wir derzeit

in einem von der Hertie-Stiftung geförderten Projekt, wie sich eine Echtzeit-Verklanglichung von Bewegungen des Armes auf die motorische Rehabilitation auswirkt. Sensoren am Ober- und Unterarm werden über ein Computerinterface so programmiert, dass Bewegungen in der horizontalen Ebene in Klangfarbenveränderungen, Bewegungen in der vertikalen Ebene in Tonhöhenveränderung und Bewegungen nach vorn und hinten in Lautstärkeänderungen umgesetzt werden (Scholz et al., 2014). Durch diese Verklanglichung können Patienten mit ihren Armbewegungen musikalisch „improvisieren“, aber auch vorgegebene Melodien realisieren. In einer ersten größeren randomisierten Studie mit einer Kontrollgruppe, die gleiche Bewegungen ohne Verklanglichung durchführte, zeigen sich nicht nur positive Auswirkungen der Verklanglichung auf die Armkontrolle, sondern auch geringere Schmerzen im betroffenen Arm und verbesserte Lebenszufriedenheit, Stimmung und Motivation der Patienten (Scholz et al., 2015; Scholz et al., 2016). Wir glauben nämlich, dass ein großer Effekt dieser neuen Therapie in den emotionalen Wirkungen von Musik liegt!

In Zukunft werden wir diese Verklanglichung technisch verbessern. Erste Messungen mit dem System „Leap-Motion“ und einer speziell angefertigten Software ermöglichen sehr kostengünstig eine frei gestaltbare Verklanglichung, die den Musikgeschmack des Patienten berücksichtigt. Die Idee ist, dass jeder Patient ein derartiges preiswertes System mit nach Hause nimmt und täglich eine halbe Stunde seinen Lieblingssong bewegt.

## Literatur

- Altenmüller, E. & Schlaug, G. (2013). Neurobiological aspects of neurologic music therapy. *Music and Medicine*, 5, 210–216. <http://doi.org/10.1177/1943862113505328>
- Altenmüller, E. & Schlaug, G. (2015). Apollo's gift: new aspects of neurologic music therapy. *Progress in Brain Research*, 217, 237–252. <http://doi.org/10.1016/bs.pbr.2014.11.029>
- Altenmüller, E., Schneider, S., Marco-Pallares, P.W. & Münte, T.F. (2009). Neural reorganization underlies improvement in stroke induced motor dysfunction by music supported therapy. *Annals of the New York Academy of Science*, 1169, 395–405. <http://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04580.x>
- Amengual, J.L., Rojo, N., Veciana de las Heras, M., Marco-Pallarés, J., Grau-Sánchez, J., Schneider, S. et al. (2013). Sensorimotor Plasticity after musical-supported therapy in chronic stroke patients revealed by transcranial magnetic stimulation. *PlosOne*, 8, e61883. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0061883>
- Bangert, M., Peschel, T., Schlaug, G., Rotte, M., Drescher, D., Hinrichs, H., Heinze, H.-J. & Altenmüller, E. (2006). Shared networks for auditory and motor processing in professional pianists: Evidence from fMRI conjunction. *NeuroImage*, 30, 917–926.
- Grau-Sánchez, J., Amengual, J.L., Rojo, N., Veciana de las Heras, M., Montero, J., Rubio, F. et al. (2013). Plasticity in the sensorimotor cortex induced by music-supported therapy in stroke patients: a TMS study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 3, 494.
- Münte, T.F., Altenmüller, E. & Jäncke, L. (2002). The musician's brain as a model of neuroplasticity. *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 473–478.

- Rodriguez-Fornells, A., Rojo, N., Amengual, J. L., Ripollés, P., Altenmüller, E. & Münte, T. F. (2012). The involvement of audio-motor coupling in the music-supported therapy applied to stroke patients. *Annals of the New York Academy of Science*, 1252, 282–293. <http://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06425.x>
- Rojo, N., Amengual, J., Juncadella, M., Rubio, F., Camara, E., Marco-Pallares, J. et al. (2011). Music-supported therapy induces plasticity in the sensorimotor cortex in chronic stroke: A single-case study using multimodal imaging (fMRI-TMS). *Brain-Injury*, 25, 1–7.
- Schneider, S., Schönle, P. W., Altenmüller, E. & Münte, T. F. (2007). Using musical instruments to improve motor skill recovery following a stroke. *Journal of Neurology*, 254, 1339–1346. <http://doi.org/10.1007/s00415-006-0523-2>
- Scholz, D., Rohde, S., Großbach, M., Rollnik, J. & Altenmüller, E. (2015). Moving with music for stroke rehabilitation: a sonification feasibility study. *Annals of the New York Academy of Science*, 1337, 69–76. <http://doi.org/10.1111/nyas.12691>
- Scholz, D. S., Rohde, S., Nikmaram, N., Brückner, H.-P., Großbach, M., Rollnik, J. D. & Altenmüller, E. (2016). Sonification of arm movements in stroke rehabilitation – a novel approach in neurologic music therapy. *Frontiers in Neurology*, 7, 106.
- Scholz, D. S., Rohde, S., Nikmaram, N., Großbach, M., Rollnik, J. D. & Altenmüller, E. (2014). Sonification of arm movements in stroke rehabilitation – a clinical trial. *Frontiers in Auditory Neuroscience*, 8, 332.
- van Vugt, F. T., Kafczyk, T., Kuhn, W., Rollnik, J. D., Tillmann, B. & Altenmüller, E. (2016). Random delay is more efficient than immediate auditory feedback in fine motor rehabilitation after stroke. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 34, 297–311.