

Repetitive magnetic stimulation induces plasticity of inhibitory synapses  
M. Lenz, Ch. Galanis, F. Müller-Dahlhaus, A. Opitz, CJ. Wierenga, G. Szabó, U. Ziemann, T. Deller, K. Funke, A. Vlachos  
*Nature Communications*



Januar 2016

Institut für klinische Neuroanatomie

Goethe-Universität Frankfurt

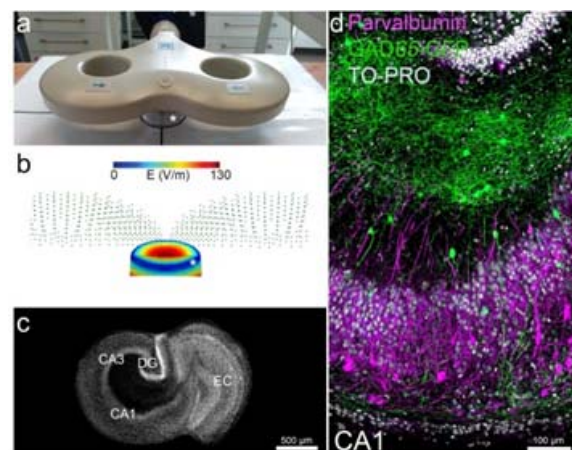
## Wie magnetische Hirnstimulation funktioniert

von Maximilian Lenz und Andreas Vlachos  
editiert von Markus Kipp (LMU München)

Die repetitive transkranielle Magnetstimulation (rTMS) ist ein nicht-invasives Hirnstimulationsverfahren, das in der Therapie neurologischer und psychiatrischer Erkrankungen zum Einsatz kommt. Sie beruht auf dem physikalischen Grundprinzip der elektromagnetischen Induktion. Hierbei werden mittels Spulen zeitlich wechselnde Magnetfelder außerhalb des Schädels aufgebaut, die innerhalb des Schädels zur Induktion elektrischer Felder und dadurch zu einer Aktivierung von Nervenzellen führen. Da die Magnetfelder den intakten Schädelknochen durchdringen, gilt dieses Verfahren als nicht-invasiv. Trotz des klinischen Einsatzes der rTMS, z.B. bei der Behandlung von Depressionen, sind die molekularen und zellulären Wirkmechanismen rTMS-basierter Therapie bislang nicht genau verstanden.

### Einfluss auf hemmende Synapsen

In Vorarbeiten etablierten die Frankfurter Neuroanatomien ein *in vitro* Modell zur Untersuchung rTMS-induzierter struktureller und funktioneller Veränderungen des Zentralnervensystems. Der Einsatz dieses Modells ermöglichte es ihnen, anhaltende Effekte der rTMS auf erregende Synapsen zwischen Nervenzellen aufzuzeigen. In einer aktuellen Arbeit gelang es der Arbeitsgruppe um Herrn PD Dr. med. Andreas Vlachos nun erstmals, einen Einfluss der nicht-invasiven Magnetstimulation auf hemmende Synapsen zu demonstrieren. Gemeinsam mit den erregenden Synapsen steuern diese neuronalen Strukturen den Informationsfluss im Gehirn. Somit ist die rTMS in der Lage durch die Beeinflussung erregender und hemmender Verbindungen die Hirnaktivität anhaltend zu modulieren. Untersuchungen der zugrundeliegenden molekularen Mechanismen dieses Phänomens führen zu einem verbesserten Verständnis von rTMS-Effekten im Gehirn und können dadurch zu einer Optimierung rTMS-basierter Therapien in der Neurologie und Psychiatrie beitragen.



Die Wirkmechanismen der rTMS werden an Hirnschnittkulturen untersucht, die aus dem Gehirn der Maus (entorhinaler Kortex und Hippokampus) gewonnen werden. (a) Eine spezielle Spule - die auch beim Menschen zum Einsatz kommt - wird zur Stimulation des Nervengewebes in der Petrischale (Stern) verwendet. (b) Das induzierte elektromagnetische Feld kann mittels Computersimulationen beschrieben werden. (c, d) Beispiele histologischer Schnitte des kultivierten (und *in vitro* stimulierten) Hirngewebes (TO-PRO Zellkernfärbung, weiß). Effekte der rTMS auf somatische (durch Parvalbumin-positive Interneurone vermittelt; magenta) und dendritische Inhibition wurden in CA1-Pyramidenzellen untersucht. (modifiziert nach Lenz et al., 2016 Nat Commun 7:10020)

### Titelabbildung

Simultane Ableitung elektrischer Ströme von einer CA1-Pyramidenzelle (rot) und einem hemmenden Interneuron, welches dendritische Inhibition vermittelt (GAD65-GFP, grün; zusätzlich mit rotem Fluoreszenzfarbstoff gefüllt). Die Ableitelektroden (Sterne) enthalten einen Fluoreszenzfarbstoff zur Darstellung der Morphologie der Nervenzellen. Diese Technik ermöglicht es, Struktur-Funktionsbeziehungen auf Ebene einzelner miteinander verbundener Nervenzellen zu untersuchen. rTMS induziert anhaltende Veränderungen der Synapsen der Nervenzellen. (modifiziert nach Lenz et al., 2016 Nat Commun 7:10020)

### Weitere Informationen

Institut für klinische Neuroanatomie  
Dr. Senckenbergische Anatomie  
Goethe-Universität Frankfurt  
60528 Frankfurt am Main  
a.vlachos@med.uni-frankfurt.de