



## Transkranielle Stimulationsverfahren in der Aphasitherapie

### Transcranial stimulation for patients with post-stroke aphasia

Simone Miller, Daniela Kühn, Martin Ptok

#### Zusammenfassung

**Hintergrund:** Die konventionelle Aphasitherapie bei Patienten in der sog. chronischen Phase hat i.d.R. zum Ziel, vorhandene sprachliche Fähigkeiten zu stabilisieren. Seit einiger Zeit wird diskutiert, ob transkranielle Stimulationsverfahren als nicht-invasive und schmerzfreie Verfahren bei Aphasiepatienten in dieser Phase ein sinnvolles Addendum sind, d.h. ob man mit einer solchen Therapie mehr erreichen kann als mit einer konventionellen Therapie.

**Methodik:** Um einen Überblick über die verschiedenen Verfahren der transkraniellen Stimulationsverfahren und bisherige klinische Studien zu geben, wurde hier eine Literaturrecherche in der Datenbank PubMed durchgeführt.

**Ergebnisse:** Prinzipiell unterscheidet man die transkranielle Magnetstimulation TMS und die transkranielle Stromstimulation tDCS. Bei beiden werden bestimmte Hirnareale durch die intakte Schädeldecke hindurch stimuliert. Über die Stimulation können sowohl hemmende als auch erregende Wirkungen erzielt werden. Somit können kompensatorische apoplexbedingte Überaktivierungen in bestimmten kortikalen Arealen gehemmt bzw. ein vorübergehender Anstieg kortikaler Erregbarkeit im geschädigten Areal ausgelöst werden. Bisherige klinische Studien zeigen für beide Verfahren ermutigende Erfolge.

**Diskussion:** Leider existieren überwiegend Fallberichte und noch keine größeren Studien. Solche Studien wären aber dringend wünschenswert, da die bisherigen Publikationen darauf hindeuten, dass transkranielle Stimulationsverfahren prinzipiell ein erfolgversprechender Baustein in der Therapie während der chronischen Phase sein könnten.

#### Schlüsselwörter

repetitive transkranielle Magnetstimulation, transkranielle Gleichstromstimulation, Aphasie, Therapie, Sprachstörungen

#### Summary

**Background:** Conventional therapy during chronic aphasia generally focuses on stabilising available and trained language functions. Whether or not transcranial stimulation procedures – non-invasive and free of pain – are of use in the treatment of chronic aphasia and Potentially are more effective than traditional therapy alone is discussed in the current literature.

**Methods:** A selective search of the literature has been carried out using Pubmed, in order to review different stimulation procedures and published clinical trials.

**Results:** Two general procedures can be distinguished: transcranial magnetic stimulation (TMS) and transcranial direct current stimulation (tDCS). Both procedures stimulate areas of the brain through the intact skull and aim to inhibit or excite corresponding areas in the brain. This enables the inhibition of compensatory stroke-related hyper activations or increase in cortical excitability of lesioned areas. The current literature holds promising results for both procedures.

**Discussion:** Most of the publications up to date are case reports. More clinical trials are needed to verify the promising results of minor trials and case reports.

#### Keywords

repetitive transcranial magnetic stimulation, transcranial direct current stimulation, aphasia, therapy, speech and language impairment

## 1 Einleitung

Ist ein Jahr nach einem Schlaganfall vergangen, wird die dann anschließende Phase als „chronische Phase“ bezeichnet. Bei 10 % bis 18 % der Betroffenen bleiben die sprachlichen Defizite über die ersten Wochen hinaus dauerhaft bestehen (Wade et al. 1986). Besteht in der chronischen Phase noch eine Aphasie, ist die Sprachtherapie auch weiterhin, die Standardtherapie (Tesak 1997, 2005), SP5 Heilmittelkatalog: <http://www.heilmittelkatalog.de/logo/sp5.htm>, Zugriff 26.02.2013). Sie ist prinzipiell sinnvoll und effektiv (Holland et al. 1996, Bhogal et al. 2003, Pulvermüller et al. 2001), wobei der Häufigkeit der therapeutischen Intervention eine bedeutende Rolle zukommt (Ackermann et al. 2005).

Die Therapie ist dann nicht mehr auf systematisches Wiedererlernen spezifischer sprachlicher Fähigkeiten ausgerichtet, sondern auf die Erarbeitung kompensatorischer Strategien sowie kommunikativ-pragmatischer Aspekte, um die soziale Teilhabe und Handlungsfähigkeit im Alltag des Patienten zu verbessern (Huber et al. 2006, Vgl. Miller et al. 2013).

In der Praxis hat sich jedoch gezeigt, dass signifikante Fortschritte zum „Zurückgewinnen“ sprachlicher Fähigkeiten selten sind<sup>1</sup>. Dies berechtigt die Suche nach neuen, ggf. zusätzlich zur konventionellen Aphasitherapie durchzuführenden Verfahren.

Die elektrische oder magnetische Stimulation definierter Hirnareale gehört zu diesen potenziell nützlichen Therapieverfahren. Mittlerweile gibt es eine Reihe von Berichten in der Literatur, die zumindest teilweise ermutigend sind. Deshalb soll hier für Aphasitherapeutinnen/-therapeuten ein Überblick über diese innovativen Verfahren gegeben werden.

## 2 Methodik

Wir führten eine selektive Literaturrecherche in ‚PubMed‘ mit den folgenden Suchstrategien durch:

- “transcranial direct current stimulation AND aphasia”, 31 Treffer (letztmaliger Zugriff am 25. Februar 2013)
- “transcranial magnetic stimulation AND aphasia”, 101 Treffer (letztmaliger Zugriff am 25. Februar 2013)

Doppelte Treffer wurden aussortiert, Arbeiten mit einer anderen Publikationssprache als Englisch oder Deutsch blieben unberücksichtigt.

Zusätzlich wurde das Buch „Das TMS Buch. Handbuch der transkraniellen Magnetstimulation“ (Siebner et al. 2006) berücksichtigt.

## 3 Hirnstimulation

Bis in das vorletzte Jahrhundert hinein glaubte man, dass das Gehirn elektrisch unerregbar sei, obwohl Rolando 1809 (Vgl. Siebner et al. 2006) schon beobachtete, dass eine Reizung des Gehirns mit galvanischem Strom bei verschiedenen Haustieren motorische Bewegungen auslösen konnte. Er führte dies aber nicht auf die Stromapplikation, sondern auf die im Rahmen seiner Experimente verursachten kortikalen Läsionen zurück.

Erst verschiedene Versuche Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts konnten dann eindeutig belegen, dass das Gehirn sehr wohl durch elektrischen Strom erregbar ist. Den damaligen Forschern kam, zumindest bei den Experimenten bei Menschen, zugute, dass neurochirurgische Operationen am Gehirn überwiegend in Lokalanästhesie durchgeführt wurden. Systematische Untersuchungen von Penfield kurz vor dem zweiten Weltkrieg führten dann zu dem sog. Homunculus, also der Darstellung der Repräsentation der Körperregionen im Gehirn (vgl. Siebner et al. 2006).

Ende des 19., Anfang des 20. Jahrhunderts erkundeten Forscher auch die Wirkung von alternierenden Magnetfeldern auf das Gehirn. Der eigentliche Durchbruch für die transkranielle Magnetstimulation war aber die Entwicklung eines Gerätes der Arbeitsgruppe um Barker und Kollegen (Barker et al. 1985), mit dem gezielt stimuliert werden konnte. Barker und Kollegen waren in der Lage, Neuronen in kortikalen Regionen durch die intakte Schädeldecke hindurch zu aktivieren.

<sup>1</sup> Einige Studien berichten jedoch, dass besonders durch die hochfrequente Aphasitherapie auch in späteren Stadien noch signifikante Fortschritte auf der sprachlichen Ebene erzielt werden können (u. a. Meinzer et al. 2005, 2004)

Mittlerweile gibt es kommerziell erhältliche Geräte sowohl zur transkraniellen elektrischen, wie auch magnetischen Stimulation. Insbesondere die transkranielle Magnetstimulation (TMS) hat ihren festen Platz in der Diagnostik bei verschiedenen neurologischen Erkrankungen, wie z. B. der multiplen Sklerose, gefunden. Während in der Diagnostik im Wesentlichen mit Einzelimpulsen gearbeitet wird, wird die repetitive TMS (rTMS), also die Anwendung vieler Reize hintereinander, therapeutisch bei Erkrankungen wie Depressionen, M. Parkinson, Dystonien, Epilepsien (Hasey 2001) und der Tinnituserkrankung erprobt und diskutiert (Kleinjung et al. 2007, Plewnia 2011). In den USA hat die rTMS bereits die Zulassung der Food and Drug Administration (FDA) zur Behandlung von Depressionen erhalten (Vgl. Miller et al. 2013).

Die transkranielle Stimulation mit elektrischem Strom (tDCS) wurde besonders im Zusammenhang mit erworbenen Sprach- und Sprechstörungen (Murdoch et al. 2012), aber auch im Zusammenhang mit Aufmerksamkeitsprozessen untersucht.

### 3.1 Prinzipien der transkraniellen Magnetstimulation (TMS)

Die apparativen Hauptkomponenten für eine (r)TMS sind ein Stimulator und eine daran angeschlossene Spule, die über dem zu stimulierenden Hirnareal auf der Schädeldecke aufgesetzt wird. Die verschiedenen Spulen (Rund-, Doppel- oder Präzisionsspule) unterscheiden sich im Wesentlichen durch das Stimulationsfeld: Dieses ist bei einer Rundspule größer als bei einer Doppellachspule, d. h. mit Letztgenannter kann gezielter, respektive ein kleineres Areal stimuliert werden (s. Abbildung 1 und 2). Am Gerät selbst lassen sich dann die gewünschte Stimulationsstärke und -frequenz einstellen. Noch genauer lässt sich eine Stimulation durchführen, wenn man zusätzlich ein Neuronavigationssystem einsetzt (s. Abbildung 3).

Eine Stimulation kann entweder mit Einzelimpulsen (i. d. R. für diagnostische Zwecke) oder repetitiv erfolgen. Für die Repetitionsparameter gibt es eine Vielzahl von Protokollen. Diese lassen sich grundsätzlich in niederfrequente rTMS zur Hemmung überaktiverter Hirnareale und in hochfrequente rTMS zur Fazilitierung geschädigter bzw. unteraktiverter Areale unterteilen.

Die hochfrequente Stimulation, z. B. mit einer Frequenz von  $\geq 10$  Hz, hat durch die sogenannte Long-term Potentiation (LTP) einen aktivierenden Effekt auf das stimulierte Kortexareal, die niederfrequente rTMS, in der Regel  $\leq 1$  Hz, durch die Long-term Depression (LTD) einen hemmenden Effekt (Siebner et al. 2006).



Abb. 1: TMS-Stimulations-  
therapie in der Abteilung  
für Phoniatrie und Päd-  
audiologie der Medizinischen Hochschule Han-  
nover

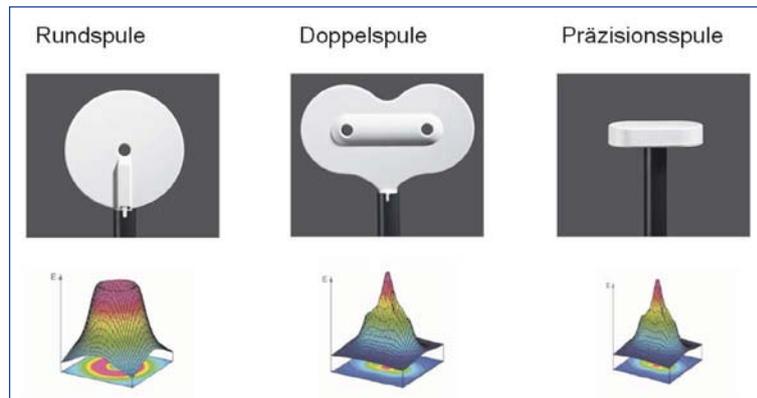


Abb. 2: TMS-Spulen und Feldverteilungen (modifiziert nach Mag & More)

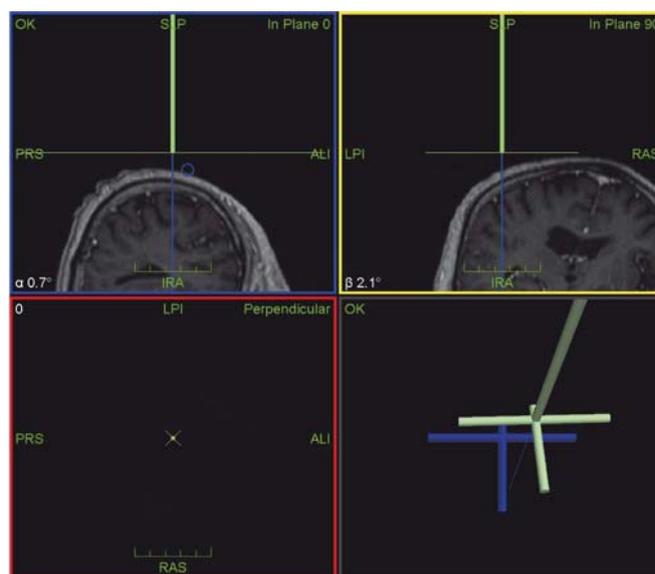


Abb. 3: Navigationssoftware (Fa. Localite): Softwareunterstützte Auffindung des gespeicherten Stimulationspunktes

### 3.1.1 TMS und Sprache

Mittlerweile existieren zahlreiche Studien, in denen sprachliche Fähigkeiten und deren Beeinflussung durch eine transkranielle Magnetstimulation untersucht wurden (Miller et al. 2013). Im Fokus der Untersuchungen standen z.B. die funktionelle Organisation des Kortex hinsichtlich verschiedener Sprachprozesse sowie die Beeinflussbarkeit von sprachlichen Prozessen durch die rTMS (Wittler et al. 2007, Gebert 2006, Pascual-Leone et al. 1991, Shapiro et al. 2001, Sakai et al. 2002, Holland et al. 2010, Pobric et al. 2009, 2010, Visser et al. 2010, Binney et al. 2010). So wurde z. B. mehrfach belegt, dass eine rTMS im linken frontalen Kortex einen so genannten „speech arrest“ (vorübergehende Unfähigkeit zu sprechen) bewirken kann (Jennum et al. 1994, Epstein et al. 1999, Aziz-Zadeh et al. 2005).

### 3.1.2 rTMS in der Aphasitherapie

Wie oben ausgeführt, bewirkt eine rTMS mit einer niedrigen Frequenz eine Hemmung, eine rTMS mit einer hohen Frequenz eine Stimulation (Vgl. Miller et al. 2013). Dies führt dazu, dass prinzipiell sowohl adaptive Reorganisationsvorgänge faszilitiert, als auch interhemisphärische Interaktionen moduliert werden können (Naeser et al. 2004).

### 3.1.3 rTMS mit inhibitorischer Wirkung

Grundgedanke des therapeutischen Einsatzes mit einer niederfrequenten, hemmenden rTMS bei Aphasie ist die Annahme eines grundsätzlichen interhemisphärischen Gleichgewichts, das durch apoplektische Läsionen (einseitig) verlagert sein kann. Somit findet eine pathologische Mehraktivierung in der gesunden Hemisphäre statt. Wird diese Mehraktivierung gehemmt, könnte die mit der Mehraktivierung einhergehende Inhibition der geschädigten Hirnhälfte verringert werden (Winhuisen et al. 2005).

Die niederfrequente, inhibitorische rTMS wurde von Naeser und Martin (Naeser et al. 2004, 2005) bei Patienten mit chronischer, nichtflüssiger Aphasie, bei denen häufig eine rechtshemiphrische Mehraktivierung vorlag, eingesetzt. Konkret bedeutet es, dass die Patienten in vier Sitzungen jeweils für 10 Minuten eine inhibitorische 1 Hz rTMS erhielten (90% des motorischen Schwellenwertes<sup>2</sup>). Die zu stimulierenden Hirnareale („regions of interest“, ROI), wurden durch eine funktionelle Kernspintomographie, bei der die Patienten Bilder benennen mussten, ermittelt. Die Areale R Pars triangularis (BA 45), R Pars opercularis (BA 44), R Gyrus temporalis posterior superior (BA 22) und R orbicularis oris zeigten dabei eine fMRI Aktivierung. Nach Stimulation des R BA 45 (R pars triangularis, rechtes Homolog zur Broca Region) ließ sich bei allen Patienten eine signifikante Verbesserung bei Benennaufgaben nachweisen. Nachfolgend wurde in einer zweiten Therapiephase bei vier der sechs Patienten über einen Zeitraum von zehn Tagen jeweils 20 Minuten nochmals mit 1 Hz rTMS stimuliert. Die Bildbenennungsfähigkeiten wurden unmittelbar nach der letzten rTMS Behandlung erneut getestet. Signifikante Verbesserungen zeigten sich bei allen Patienten. Erfreulicherweise konnten auch noch bei Nachuntersuchungen zwei Monate später, ohne erneute Intervention, positive Effekte nachgewiesen werden.

Die gleiche Arbeitsgruppe fand 2011, dass die Hemmung der rechten pars triangularis, nicht aber die Hemmung des pars opercularis der rechten Hemisphäre zu deutlichen Verbesserungen in der Benennungsfähigkeit bei Aphasiepatienten führt (Naeser et al. 2011).

Das von Naeser et al. beschriebene Protokoll wurde auch in klinischen Studien anderer Arbeitsgruppen verwendet. So konnten Barwood et al. (Barwood et al. 2011) nach der Stimulationsbehandlung signifikante Verbesserungen in Bildbenennungsaufgaben, dem auditiven Sprachverständnis und spontansprachlichen Äußerungen nachweisen. Auch Hamilton (Hamilton et al. 2010) und Miller (Miller et al. 2013) beschrieben positive therapeutische Effekte.

Die Wirkungen einer niederfrequenten rTMS bei Patienten mit Aphasie nach Schlaganfall (sensorisch-dominant) untersuchten Kakuda et al. (Kakuda et al. 2010). Hier wurde die Spule über dem Wernicke Areal platziert. Auch hier zeigten sich nach der Stimulation deutliche Verbesserungen. In einer nachfolgenden Studie untersuchten Kakuda et al. die Auswirkungen von zwei sukzessiven rTMS Protokollen in Kombination mit intensiver Sprachtherapie bei vier Patienten mit Aphasie (motorisch-dominant). Alle Patienten zeigten Verbesserungen in rezeptiven und expressiven Sprachkompetenzen (Kakuda et al. 2011).

Im Gegensatz dazu konnten Winhuisen et al. (Winhuisen et al. 2005) nach einer 4 Hz-Stimulation des linken oder rechten Gyrus frontalis inferior (je nach Positronen-Emissions-Tomographie (PET) Aktivierung) bei Patienten nach Schlaganfall in der mittleren Zerebralarterie (links) solche positiven therapeutischen Effekte nicht uneingeschränkt bestätigen. Vielmehr schlussfolgerten die Autoren, dass die nicht-dominante Hemisphäre nur beschränkt kompensationsfähig ist.

#### 3.1.4 rTMS mit exzitatorischer Wirkung

Finocchiaro und Kollegen (Finocchiaro et al. 2006) fanden bei einem Patienten mit primär progressiver Aphasie erste Hinweise für die Wirksamkeit fazilitierender hochfrequenter rTMS (hf-rTMS) auf sprachliche Funktionen.

Szaflarski et al. (Szaflarski et al. 2011) stimulierten mit einer exzitatorischen rTMS bei 8 Aphasiepatienten im chronischen Stadium das linkshemiphrische, betroffene, Broca-Areal. Sie führten jeweils zehn Sitzungen über 200 Sekunden durch. Sechs der acht Patienten zeigten erhebliche Verbesserungen in der Sprachflüssigkeit und im Wortabruf innerhalb einer semantischen Kategorie. Die nachfolgenden fMRT Aufnahmen zeigten Aktivitätsanstiege in den fronto-temporal-parietalen Sprachnetzwerken sowie eine linkshemiphrische Verlagerung besonders in der linken Stirnregion, den linken fronto-temporalen Regionen und globalen Sprachregionen (LI, ROI).

### 3.2 Prinzipien der transkraniellen Stromstimulation

Grundprinzip der transkraniellen Stromstimulation ist, wie der Name besagt, dass ein (Gleich-) Strom durch Hirnareale, die sich zwischen den an der Kopfoberfläche applizierten Elektroden befinden (s. Abbildung 4), geleitet wird. Typischerweise wird die Stimulationselektrode über dem zu stimulierenden Areal platziert und die Basiselektrode auf dem Schädel („bicephalic or bipolar

2 Der motorische Schwellenwert wird über dem motorischen Handareal des Gyrus Praecentralis bestimmt und ist definiert als die Stimulusintensität, die erstmalig eine motorische Antwort bedingt.

tDCS') oder einem anderen Körperteil, meist der rechten Schulter ('monocephalic or monopolar tDCS') angebracht (Siebner et al. 2006, Monti et al. 2012).



Abb. 4: tDCS-Stimulationssequenz in der Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie der Medizinischen Hochschule Hannover

Die wohl am häufigsten dabei eingesetzte Stromform ist ein nicht modulierter Gleichstrom mit geringer Intensität (transkranielle Gleichstromstimulation = transcranial direct current stimulation = tDCS). Im Gegensatz zur TMS, bei der Aktionspotenziale in den Neuronen erzeugt werden, wird bei einer transkraniellen Stromstimulation das Aktivitätsniveau der Neuronen moduliert (nach Murdoch et al. 2012, Holland et al. 2012).

Die Stimulationselektrode kann als Anode oder als Kathode verwendet werden. Die anodale Stimulation hat eine exzitatorische, die kathodale Stimulation eine inhibierende Wirkung.

Neben der Stimulation mit nicht moduliertem Gleichstrom ist auch eine niedrigfrequent oszillierende tDCS mit rampenförmiger Amplitudenmodulation, eine Rauschfrequenz Stimulation (tRNS: random noise stimulation) und eine Stimulation mit Wechselstrom (tACS: transcranial alternating current stimulation) vorgeschlagen worden (Siebner et al. 2006).

### 3.2.1 tDCS und Sprache

Dass eine anodale Stimulation u. a. zu einer Verbesserung im Wortzugriff/der Wortfindung (Iyer et al. 2005, Fertoni et al. 2010), und verbesserten Reaktionszeiten für Verben (Fertoni et al. 2010) führen kann, zeigten Untersuchungen bei Sprachgesunden (Monti et al. 2012). Die Stimulation des Broca Areals führte zu einer Verbesserung der Syntaxanalyse und Fehlererkennung (de Vries et al. 2010).

Fraglich ist, ob die linguistischen Verbesserungen auf eine Verbesserung des Lernens an sich oder aber auf eine Verbesserung des Arbeitsspeichers zurückzuführen sind (Coffman et al. 2012, Zaehle et al. 2011 nach Monti et al. 2012).

### 3.2.2 tDCS in der Aphasitherapie

In der Aphasitherapie wurden sowohl anodale wie kathodale Stimulationen eingesetzt (Murdoch et al. 2012). So zeigten Monti et al. (Monti et al. 2008), dass eine kathodale, d. h. inhibierende Stimulation über der geschädigten linken frontotemporalen Region bei Patienten mit chronischer nicht-flüssiger Aphasie zu Verbesserungen in der Benennleistung führte. Jung et al. (Jung et al. 2011) verwendeten ebenfalls eine kathodale Stimulation (10x 1 mA, 20 min) über dem Brodmann Areal 45 und fanden Verbesserungen in der Sprachfunktion bei Aphasiepatienten.

Auch wurde untersucht, ob eine hemmende tDCS-Stimulation über dem rechten Homologen, ähnlich wie bei der TMS-Behandlung, zu einer Aktivitätssteigerung in den linkshemisphärischen Spracharealen führt (Murdoch et al. 2012, Flöel et al. 2011, You et al. 2011, Kang et al. 2011). Flöel et al. (Flöel et al. 2011) zeigten im Vergleich der kathodalen, anodalen und Scheinstimulation über dem rechten temporo-parietalen Kortex, dass alle Trainingskonditionen zu signifikanten Verbesserungen in der Benennungsfähigkeit (Aachener Aphasie Test, Untertest: Benennen) führten, die anodale Stimulation jedoch den größten Effekt aufzeigte. Auch You et al. (You et al. 2011) verglichen die anodale (links), kathodale (rechts) und Scheinstimulation über dem linken sowie

dem rechten Gyrus temporalis superior (Wernicke). Die Testung mit der „Korean Western Aphasia Battery“ ergab, dass alle Stimulationsgruppen signifikante Verbesserungen im Aphasie-Quotienten, der Spontansprache und dem auditiven Sprachverständnis aufzeigten, die stärkste Verbesserung jedoch mit der kathodalen Stimulation über dem rechten Homolog des Wernicke Areals assoziiert war. Die Stimulation des rechten Homologs des Broca-Areals zeigte in der Studie von Kang et al. (Kang et al. 2011) im Vergleich zur Scheinstimulation eine signifikante Verbesserung in Bildbenennleistungen (getestet mit der koreanischen Version des Boston Naming Tests).

Andere Autoren verwendeten die anodale Stimulation mit positiven Resultaten (Fridriksson et al. 2011, Baker et al. 2010) hinsichtlich semantic und phonemic fluency (über Broca Areal) (Cattaneo et al. 2011), der Benennungsfähigkeit (Stimulation über Wernicke Areal) (Fiori et al. 2011) oder Wortfindung (über dem geschädigten linken frontalen Kortex) in Kombination mit computergesteuerter Wortfindungstherapie (Baker et al. 2010).

## 4 Diskussion

Die bisherigen Studien zur transkraniellen Stimulation deuten zumindest ein hoffnungsvoll stimmendes Potenzial an. Für eine endgültige Bewertung fehlen allerdings noch größere Studien. Dass solche Studien, z. B. prospektive, randomisierte, doppelt-verblindete Studien bislang nicht ausreichend publiziert wurden, liegt vermutlich daran, dass es sehr schwierig ist, homogene Studienstichproben zusammenzustellen. Umso wichtiger scheint zunächst die Veröffentlichung guter Fallberichte. Insgesamt scheint es als wäre die Stimulationstherapie der Aphasie mit inhibitorischen Stimulationsprotokollen über dem rechten Homolog des Broca Areals am ehesten Erfolg versprechend (vgl. Miller 2013, Murdoch 2012).

Die aufgeführten Studien berichten einheitlich, dass die transkranielle Stimulation von den Patienten gut vertragen wurde. Als Nebenwirkungen werden generell Kopfschmerzen, Kurzzeiteffekte auf die Stimmung, ein Verschieben der Hörschwelle und die Auslösung epileptischer Anfälle aufgeführt (Klinik und Poliklinik für Psychiatrie und Psychotherapie, Uniklinikum München). Letzteres ist allerdings meist mit zu hohen Stimulationsintensitäten älterer Geräte assoziiert. Trotzdem wird die, auch familiär auftretende, Epilepsie neben Metallimplantaten häufig als Kontraindikation der TMS genannt.

Für eine rTMS-Therapie benötigt man sehr kostenintensive Stimulationsgeräte<sup>3</sup>, die tDCS-Stimulationsgeräte sind deutlich preisgünstiger. Allerdings sind die tDCS-Studienergebnisse bislang weniger eindeutig und teilweise konträr.

Auch in der Klinik für Phoniatrie und Pädaudiologie der Medizinischen Hochschule Hannover werden beide Therapieverfahren probatorisch eingesetzt und untersucht. Da es sich, wie gesagt, als schwierig gestaltet, homogene Stichproben für größere Studien zusammenzustellen, konnte auch von uns noch keine größere Gruppe untersucht werden. In Anbetracht des häufig hohen Leidensdruckes<sup>4</sup> der von Aphasie betroffenen Patienten und ihrer Angehörigen ist aber, insbesondere vor dem Hintergrund, dass es sich bei den transkraniellen Stimulationstherapien um nicht invasive, und unter Beachtung entsprechender Kautelen<sup>5</sup> (Stimulationsintensität, Muskelzuckungen direkt aktivierter Gesichts-/Kaumuskulatur, ggf. Gehörschutz etc.) auch relativ risikoarme Verfahren handelt, ein probatorischer Therapieversuch in Kombination zur Sprachtherapie häufig berechtigt.

3 Kosten liegen für ein Therapiekomplettsystem je nach Ausstattung und Zubehör bei ca. 30.000€

4 Resultiert aus dem starken Störungsbewusstsein der Patienten, besonders bei gutem Erhalt semantischer Funktionen und starker Einschränkung expressiver Fähigkeiten.

5 Vorsichtsmaßnahmen, Einschränkungen, Absicherungen

## Erklärung zum Interessenskonflikt

Ein Interessenkonflikt gemäß „Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals“ liegt nicht vor.

## Literatur

- Ackermann, H., Goldenberg, G., Huber, W., Springer, L., Willmes von Hinkeldey, K., Ziegler, W. (2005): Rehabilitation aphasischer Störungen nach Schlaganfall. Leitlinien der deutschen Gesellschaft für Neurologie. URL: <http://www.dgn.org/component/content/article/45-leitlinien-der-dgn-2012/2434-ll-92-2012%20rehabilitation-aphasischer-stoerungen-nach-schlaganfall.html?q=aphasie+leitlinie> [Auf-ruf am: 08.07.2013]
- Aziz-Zadeh, L., Cattaneo, L., Rochat, M. & Rizzolatti, G. (2005): Covert speech arrest induced by rTMS over both motor and non-motor left hemisphere frontal sites. *Journal of cognitive neuroscience* 17, 928-938.
- Baker, J.M., Rorden, C. & Fridriksson, J. (2010): Using transcranial direct-current stimulation to treat stroke patients with aphasia. *Stroke* 41, 1229-1236.
- Barker, A.T., Jalinous, R. & Freeston, I.L. (1985): Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex. *Lancet* 1, 1106-1107.
- Barwood, C.H., Murdoch, B.E., Whelan, B.M., Lloyd, D., Riek, S., O'Sullivan, J.D., Coulthard, A. & Wong, A. (2012): Improved receptive and expressive language abilities in nonfluent aphasic stroke patients after application of rTMS: an open protocol case series. *Brain Stimul.* 3, 274-286
- Bhagal, S.K., Teasell, R. & Speechley, M. (2003): Intensity of aphasia therapy, impact on recovery. *Stroke* 34, 987-993.
- Binney, R.J., Embleton, K.V., Jefferies, E., Parker, G.J. & Ralph, M.A. (2010): The ventral and inferolateral aspects of the anterior temporal lobe are crucial in semantic memory: evidence from a novel direct comparison of distortion-corrected fMRI, rTMS, and semantic dementia. *Cereb Cortex* 20, 2728-2738.
- Cattaneo, Z., Pisoni, A. & Papagno, C. (2011): Transcranial direct current stimulation over Broca's region improves phonemic and semantic fluency in healthy individuals. *Neuroscience* 183, 64-70.
- Coffman, B.A., Trumbo, M.C., Flores, R.A., Garcia, C.M., van der Merwe, A.J., Wassermann, E.M., Weisend, M.P. & Clark, V.P. (2012): Impact of tDCS on performance and learning of target detection: interaction with stimulus characteristics and experimental design. *Neuropsychologia* 50, 1594-1602.
- de Vries, M.H., Barth, A.C., Maiworm, S., Knecht, S., Zwieterlood, P. & Floel, A. (2010): Electrical stimulation of Broca's area enhances implicit learning of an artificial grammar. *J Cogn Neurosci.* 22, 2427-2436.
- Epstein, C.M., Meador, K.J., Loring, D.W., Wright, R.J., Weissman, J.D., Sheppard, S., Lah, J.J., Puhlovich, F., Gaitan, L. & Davey, K.R. (1999): Localization and characterization of speech arrest during transcranial magnetic stimulation. *Clin Neurophysiol.* 110, 1073-1079.
- Fertonani, A., Rosini, S., Cotelli, M., Rossini, P.M. & Miniussi, C. (2010): Naming facilitation induced by transcranial direct current stimulation. *Behav Brain Res.* 208, 311-318.
- Finocchiaro, C., Maimone, M., Brighina, F., Piccoli, T., Giglia, G. & Fierro, B. (2006): A case study of Primary Progressive Aphasia: improvement on verbs after rTMS treatment. *Neurocase* 12, 317-321.
- Fiori, V., Coccia, M., Marinelli, C.V., Vecchi, V., Bonifazi, S., Ceravolo, M.G., Provinciali, L., Tomaiuolo, F. & Marangolo, P. (2011): Transcranial direct current stimulation improves word retrieval in healthy and nonfluent aphasic subjects. *J Cogn Neurosci.* 23, 2309-2323.
- Flöel, A., Meinzer, M., Kirstein, R., Nijhof, S., Deppe, M., Knecht, S. & Breitenstein, C. (2011): Short-term anomia training and electrical brain stimulation. *Stroke* 42, 2065-2067.
- Fridriksson, J., Richardson, J.D., Baker, J.M. & Rorden, C. (2011): Transcranial direct current stimulation improves naming reaction time in fluent aphasia: a double-blind, sham-controlled study. *Stroke* 42, 819-821.
- Gebert, D.A.M. (2006): Eine TMS-Studie zur funktionellen Verbindung zwischen kortikalem motorischen Handareal und Sprachareal bei Schlaganfallpatienten mit Restaphasie. Dissertation Universität Kiel
- Hamilton, R.H., Sanders, L., Benson, J., Faseyitan, O., Norise, C., Naeser, M., Martin, P. & Coslett, H.B. (2010): Stimulating conversation: enhancement of elicited propositional speech in a patient with chronic non-fluent aphasia following transcranial magnetic stimulation. *Brain Lang.* 113, 45-50.
- Hasey, G. (2001): Transcranial magnetic stimulation in the treatment of mood disorder: a review and comparison with electroconvulsive therapy. *Can J Psychiatry.* 46, 720-727.
- Holland, A.L., Fromm, D.S., DeRuyter, F. & Stein, M. (1996): Treatment efficacy: aphasia. *J Speech Hear Res* 39, 27-36.
- Holland, R. & Crinion, J. (2012): Can tDCS enhance treatment of aphasia after stroke? *Aphasiology* 26, 1169-1191.
- Holland, R. & Lambon Ralph, M.A. (2010): The anterior temporal lobe semantic hub is a part of the language neural network: selective disruption of irregular past tense verbs by rTMS. *Cereb Cortex.* 20, 2771-2775.
- Huber, W., Poeck, K. & Springer, L. (2006): *Klinik und Rehabilitation der Aphasie*. Stuttgart: Thieme.
- Iyer, M.B., Mattu, U., Grafman, J., Lomarev, M., Sato, S. & Wassermann, E.M. (2005): Safety and cognitive effect of frontal DC brain polarization in healthy individuals. *Neurology.* 64, 872-875.

- Jennum, P., Friberg, L., Fuglsang-Frederiksen, A. & Dam, M. (1994): Speech localization using repetitive transcranial magnetic stimulation. *Neurology* 44, 269-273.
- Jung, I.Y., Lim, J.Y., Kang, E.K., Sohn, H.M. & Paik, N.J. (2011): The factors associated with good responses to speech therapy combined with transcranial direct current stimulation in post-stroke aphasic patients. *Ann Rehabil Med* 35, 460-469.
- Kakuda, W., Abo, M., Momosaki, R. & Morooka, A. (2011): Therapeutic application of 6-Hz-primed low-frequency rTMS combined with intensive speech therapy for post-stroke aphasia. *Brain Inj* 25, 1242-1248.
- Kakuda, W., Abo, M., Uruma, G., Kaito, N. & Watanabe, M. (2010): Low-frequency rTMS with language therapy over a 3-month period for sensory-dominant aphasia: case series of two post-stroke Japanese patients. *Brain Inj* 24, 1113-1117.
- Kang, E.K., Kim, Y.K., Sohn, H.M., Cohen, L.G. & Paik, N.J. (2011): Improved picture naming in aphasia patients treated with cathodal tDCS to inhibit the right Broca's homologue area. *Restor Neurol Neurosci* 29, 141-152.
- Kleinjung, T., Steffens, T., Londero, A. & Langguth, B. (2007): Transcranial magnetic stimulation (TMS) for treatment of chronic tinnitus: clinical effects. *Prog Brain Res* 166, 359-367.
- Klinik und Poliklinik für Psychiatrie und Psychotherapie, Uniklinikum München. Repetitive transkranielle Magnetstimulation (rTMS). URL: <http://www.klinikum.uni-muenchen.de/Klinik-und-Poliklinik-fuer-Psychiatrie-und-Psychotherapie/de/forschung/tms/schwerpunkte/rtms.html>, [Aufruf am 03.07.2013]
- Mag & More. Produktinformation PowerMAG 100 URL: <http://www.magandmore.com/uploads/media/powermagclinical080503d02.pdf> [Aufruf am 26.02.2013]
- Meinzer, M., Djundja, D., Barthel, G., Elbert, T. & Rockstroh, B. (2005): Long-Term stability of improved language functions in chronic aphasia after constraint-induced aphasia therapy. *Stroke* 36, 1462-1466.
- Meinzer, M., Elbert, T., Wienbruch, C., Djundja, D., Barthel, G. & Rockstroh, B. (2004): Intensive language training enhances brain plasticity in chronic aphasia. *BMC Biol* 2, 20.
- Miller, S., Kühn, D. & Ptok, M. (2013): Repetitive transcranial magnetic stimulation : A reasonable adjuvant therapeutic method in the treatment of post-stroke aphasia? *HNO* 61, 58-64.
- Monti, A., Ferrucci, R., Fumagalli, M., Mameli, F., Cogiamanian, F., Ardolino, G. & Priori, A. (2012): Transcranial direct current stimulation (tDCS) and language. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* [Epub ahead of print]
- Monti, A., Cogiamanian, F., Marceglia, S., Ferrucci, R., Mameli, F., Mrakic-Spota, S., Vergari, M., Zago, S. & Priori, A. (2008): Improved naming after transcranial direct current stimulation in aphasia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 79, 451-453.
- Murdoch, B.E. & Barwood, C.H. (2013): Non-invasive brain stimulation: A new frontier in the treatment of neurogenic speech-language disorders. *Int J Speech Lang Pathol* 3: 234-244
- Naeser, M.A., Martin, P.I., Theoret, H., Kobayashi, M., Fregni, F., Nicholas, M., Tormos, J.M., Steven, M.S., Baker, E.H. & Pascual-Leone, A. (2011): TMS suppression of right pars triangularis, but not pars opercularis, improves naming in aphasia. *Brain Lang* 119, 206-213.
- Naeser, M.A., Martin, P.I., Nicholas, M., Baker, E.H., Seekins, H., Kobayashi, M., Theoret, H., Fregni, F., Maria-Tormos, J., Kurland, J., Doron, K.W. & Pascual-Leone, A. (2005): Improved picture naming in chronic aphasia after TMS to part of right Broca's area: an open-protocol study. *Brain Lang* 93, 95-105.
- Naeser, M.A., Martin, P.I., Baker, E.H., Hodge, S.M., Sczerzenie, S.E., Nicholas, M., Palumbo, C.L., Goodglass, H., Wingfield, A., Samaraweera, R., Harris, G., Baird, A., Renshaw, P. & Yurgelun-Todd, D. (2004): Overt propositional speech in chronic nonfluent aphasia studied with the dynamic susceptibility contrast fMRI method. *Neuroimage* 22, 29-41.
- Pascual-Leone, A., Gates, J.R. & Dhuna, A. (1991): Induction of speech arrest and counting errors with rapid-rate transcranial magnetic stimulation. *Neurology* 41, 697-702.
- Plewnia, C. (2011): Brain stimulation: new vistas for the exploration and treatment of tinnitus. *CNS Neurosci Ther* 17, 449-461.
- Pobric, G., Jefferies, E. & Ralph, M.A. (2010): Amodal semantic representations depend on both anterior temporal lobes: evidence from repetitive transcranial magnetic stimulation. *Neuropsychologia* 48, 1336-1342.
- Pobric, G., Lambon Ralph, M.A. & Jefferies, E. (2009): The role of the anterior temporal lobes in the comprehension of concrete and abstract words: rTMS evidence. *Cortex* 45, 1104-1110.
- Pulvermüller, F., Neining, B., Elbert, T., Mohr, B., Rockstroh, B., Koebbel, P. & Taub, E. (2001): Constraint-induced therapy of chronic aphasia after stroke. *Stroke* 32, 1621-1626.
- Sakai, K.L., Noguchi, Y., Takeuchi, T. & Watanabe, E. (2002): Selective priming of syntactic processing by event-related transcranial magnetic stimulation of Broca's area. *Neuron* 35, 1177-1182.
- Shapiro, K.A., Pascual-Leone, A., Mottaghy, F.M., Gangitano, M. & Caramazza, A. (2001): Grammatical distinctions in the left frontal cortex. *Journal of cognitive neuroscience* 13, 713-720.
- Siebner, H. & Ziemann, U. (Hrsg.) (2006): *Das TMS Buch. Handbuch der transkraniellen Magnetstimulation*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Szaflarski, J.P., Vannest, J., Wu, S.W., DiFrancesco, M.W., Banks, C. & Gilbert, D.L. (2011): Excitatory repetitive transcranial magnetic stimulation induces improvements in chronic post-stroke aphasia. *Med Sci Monit* 17, CR132-9.

- Tesak, J. (1997, 2005): Einführung in die Aphasie. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag.
- Visser, M., Embleton, K.V., Jefferies, E., Parker, G.J. & Ralph, M.A. (2010): The inferior, anterior temporal lobes and semantic memory clarified: novel evidence from distortion-corrected fMRI. *Neuropsychologia* 48, 1689-1696.
- Wade, D.T., Hewer, R.L., David, R.M. & Enderby, P.M. (1986): Aphasia after stroke: natural history and associated deficits. *J Neurol, Neurosurg Psychiatry* 49, 11-16.
- Winhuisen, L., Thiel, A., Schumacher, B., Kessler, J., Rudolf, J., Haupt, W.F. & Heiss, W.D. (2005): Role of the contralateral inferior frontal gyrus in recovery of language function in poststroke aphasia: a combined repetitive transcranial magnetic stimulation and positron emission tomography study. *Stroke* 36, 1759-1763.
- Wittler, M. & Ptok, M. (2007): Transkranielle Magnetstimulation – eine neue Therapieoption bei Aphasie? *Sprache Stimme Gehör*, 112-117.
- You, D.S., Kim, D.Y., Chun, M.H., Jung, S.E. & Park, S.J. (2011): Cathodal transcranial direct current stimulation of the right Wernicke's area improves comprehension in subacute stroke patients. *Brain Lang.* 119, 1-5.
- Zaehle, T., Sandmann, P., Thorne, J.D., Jancke, L. & Herrmann, C.S. (2011): Transcranial direct current stimulation of the prefrontal cortex modulates working memory performance: combined behavioural and electrophysiological evidence. *BMC Neurosci.* 12, 2-2202-12-2.

## Zu den AutorInnen

*Daniela Kühn*, 2006–2009 Ausbildung zur staatl. anerkannten Logopädin an der Medizinischen Hochschule Hannover; 2009–2011 Studium an der HAWK Hochschule für Angewandte Wissenschaft und Kunst, Fachhochschule Hildesheim (B. Sc. Speech and language therapy); seit 2011 wissenschaftliche Mitarbeiterin und klinische Logopädin in der Klinik und Poliklinik für Phoniatrie und Pädaudiologie, Medizinische Hochschule Hannover.

*Simone Miller*, 2004–2007 Studium der allgemeinen Linguistik, Universität Paderborn und University of Ulster, Campus Magee, Derry (NI); 2007–2010 Ausbildung zur staatlich anerkannten Logopädin, Fachakademie für Gesundheitswesen, Hannover; seit 2010 wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin in der Klinik und Poliklinik für Phoniatrie und Pädaudiologie, Medizinische Hochschule Hannover

*Martin Ptok*, Prof. Dr. med. Dr. med. h.c., Arzt für Phoniatrie und Pädaudiologie und Arzt für HNO-Heilkunde, Stimm- und Sprachstörungen, Allergologie, Umweltmedizin  
Ausbildung zum Arzt für HNO-Heilkunde und Stimm- und Sprachstörungen an der Universität Würzburg, zum Arzt für Phoniatrie und Pädaudiologie an der Universität Tübingen; Postdoktorandenstipendiat der DFG am Kregse Hearing Research Institute, Univ. of Michigan, Ann Arbor, USA; seit 1994 Direktor der Klinik und Poliklinik für Phoniatrie und Pädaudiologie der Medizinischen Hochschule Hannover sowie Ärztlicher Leiter der Logopädenschule an der MHH; Direktor des Zentrums Schulen an der MHH; Schriftleiter der Rubrik Phoniatrie und Pädaudiologie der Zeitschrift „HNO“; Schriftleiter der Zeitschrift „Sprache-Stimme-Gehör“;  
Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Universität Riga, Lettland  
Präsident – Deutschsprachige Gesellschaft für Sprach- und Stimmheilkunde  
Klinische Schwerpunkte: Behandlung von Kehlkopfblähungen, audiometrische Untersuchungen von Kleinstkindern, Hörgeräteversorgung, Diagnostik und Therapie von Wahrnehmungsstörungen  
Wissenschaftliche Schwerpunkte: Psychoakustik, objektive Hördiagnostik, quantitative Stimm-diagnostik, Neurolaryngologie

## Korrespondenzadresse

Simone Miller  
Klinik für Phoniatrie und Pädaudiologie  
MHH, OE 6510  
30623 Hannover  
Tel.: +49 (511) 532 9104  
Fax: +49 (511) 532 4609  
Miller.Simone@mh-hannover.de

DOI dieses Beitrags: 10.2443/skv-s-2013-57020130203

