

Interaktion des sprachlichen und des motorischen Systems

Bedeutung für die Aphasitherapie

Nina Heck

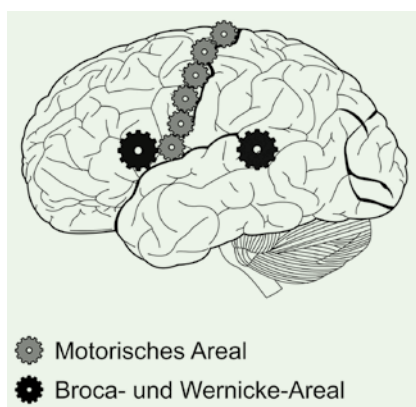
ZUSAMMENFASSUNG. Aphasien sind eine häufige Folge von Schlaganfällen. Da Aphasien oft zu einer schwerwiegenden Beeinträchtigung der sozialen Integration führen, sind effektive Therapieverfahren von großer Bedeutung. Zur Entwicklung neuer Therapieverfahren sind Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung essenziell. In diesem Artikel werden Studien aus der neuropsychologischen und neurowissenschaftlichen Grundlagenforschung zur Interaktion des sprachlichen und motorischen Systems als Basis der Aphasitherapie diskutiert. Im Anschluss wird die „Intensive Language Action Therapy“ vorgestellt und die Nutzung von Bewegungsbeobachtung in der Aphasitherapie diskutiert.

Schlüsselwörter: Aphasitherapie – Grundlagenforschung – Motorik – Sprachverarbeitung – Therapiefrequenz

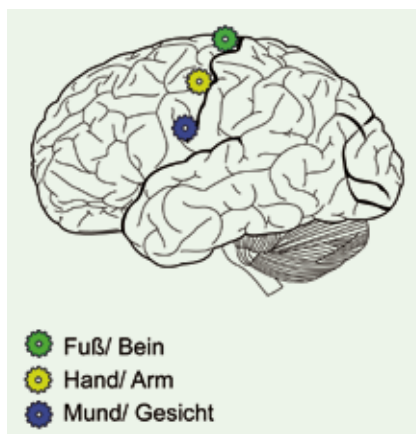
Nina Heck ist Diplom-Sprachheilpädagogin (Universität Köln) und war mehrere Jahre in verschiedenen logopädischen Praxen mit Schwerpunkt Sprachentwicklungsstörungen und LRS tätig. Seit Oktober 2011 studiert sie im Zweitstudium Medizin und promoviert an der Charité Berlin zum Thema „Interaktion des sprachlichen und des motorischen Systems im menschlichen Gehirn“. Seit 2007 informiert ihre Internetseite <http://lese-rechtschreib-training.de> Betroffene mit LRS und Angehörige über evidenzbasierte Lese- und Rechtschreibtherapie.



■ **Abb. 1: Motorisches Areal (primär motorischer Kortex) und Sprachareale (Broca- und Wernicke-Areal)**



■ **Abb. 2: Somatotopie des motorischen Kortex**



Einleitung

Aphasien treten bei ca. einem Drittel der Schlaganfälle auf (Engelter et al. 2006, Pedersen et al. 1995, Pedersen et al. 2003) und gehen häufig mit einer schwerwiegenden Störung der sozialen Interaktion und Integration einher. Zudem sind Aphasien prognostisch ungünstig für die Rückkehr an den Arbeitsplatz nach einem Schlaganfall (Black-Schaffer & Osberg 1990). Aus diesem Grund ist effektive Aphasitherapie von großer Bedeutung. Erkenntnisse aus der neuropsychologischen und neurowissenschaftlichen Grundlagenforschung dienen dabei als Grundlage für die Entwicklung neuer sowie die Weiterentwicklung bereits vorhandener Therapieansätze (Berthier & Pulvermüller 2011, Pulvermüller & Berthier 2008, Taub et al. 2002, Small et al. 2013). Seit vielen Jahren wird die Interaktion des motorischen und des sprachlichen Systems im menschlichen Gehirn erforscht (für einen Überblick s. Schomers & Pulvermüller 2016). Diese Erkenntnisse können nicht zuletzt für die Verbesserung der Aphasitherapie genutzt werden.

Interaktion von Sprache und Motorik

Die Interaktion des motorischen und des sprachlichen Systems findet seit Jahren Beachtung in der neurowissenschaftlichen und neuropsychologischen Forschung. In verschiedenen Studien mit funktioneller Magnet-

resonanztomographie (fMRT) konnte gezeigt werden, dass bei der Sprachverarbeitung neben den klassischen Spracharealen (Broca- und Wernicke-Areal) weitere Gehirnareale aktiv sind, die in engem Zusammenhang mit der Wortbedeutung stehen. Wenn Wörter oder Sätze mit Bewegungen assoziiert sind, z.B. Bewegungsverbren wie „treten“, „klatschen“ oder „kauen“, zeigt sich eine Aktivierung der Gehirnareale, die für die Motorik, also die tatsächliche Ausführung von Bewegungen wie Treten, Klatschen oder Kauen zuständig sind (Willems et al. 2010, Hauk & Pulvermüller 2011, Hauk et al. 2004) (Abb. 1).

Dabei zeigt sich eine somatotopische Aktivierung (Abb. 2). Dies bedeutet, dass sich das Aktivierungsmuster beim Lesen oder Verstehen von Bewegungsverbren des Fußes (z.B. treten) von dem Aktivierungsmuster bei Bewegungsverbren der Hand (z.B. klatschen) unterscheidet. Die Aktivierung betrifft dabei jeweils nur einen Unterbereich der motorischen Areale.

Diese spezifische Zuordnung von Unterbereichen der motorischen Areale zu bestimmten Körperteilen ist für die Motorik seit Langem bekannt (Pabst & Putz 2007). Die Bedeutung motorischer Gehirnareale bei der Sprachverarbeitung zeigt sich jedoch nicht nur bei Verben, sondern auch bei Nomen, die stark mit Bewegungen assoziiert sind. So zeigt sich bei

der Verarbeitung von Werkzeugnamen eine Aktivierung der Hand-/Armregion des motorischen Kortex, während Lebensmittelbezeichnungen zu einer Aktivierung der Mund-/Gesichtsregion des motorischen Kortex führen (Carota et al. 2012).

Erkenntnisse zur Interaktion des sprachlichen und motorischen Systems liefern auch Studien mit Personen mit neurodegenerativen Erkrankungen (Boulenger et al. 2008, York et al. 2014) oder Gehirnläsionen (Dreyer et al. 2015, Neiningen & Pulvermüller 2003). Beim Idiopathischen Parkinsonsyndrom beispielsweise treten neben der klassischen Trias Rigor, Tremor und Akinese, Sprech- und Schluckstörungen auf (Ceballos-Baumann 2005).

Bei genauerer Untersuchung wird jedoch deutlich, dass auch Defizite in der Sprachverarbeitung auftreten. So zeigt sich eine langsamere Verarbeitung von Wörtern, die mit Bewegungen assoziiert sind (Péran et al. 2013, Boulenger et al. 2008, Ferdinando et al. 2013). Zudem zeigt sich nach L-DOPA-Gabe (medikamentöse Therapie der ersten Wahl des Idiopathischen Parkinsonsyndroms, Ceballos-Baumann 2005) neben einer Verbesserung der motorischen Leistungen auch eine Verbesserung der sprachlichen Leistungen (Péran et al. 2013).

Eine weitere Möglichkeit, die Interaktion des sprachlichen und des motorischen Systems genauer zu untersuchen, bieten sogenannte Dual-Task-Experimente. Dabei wird die Leistung bei zwei parallel ausgeführten Aufgaben (Dual Task) mit der Leistung bei der isolierten Ausführung einer der beiden Aufgaben (Single Task) verglichen (Medland et al. 2002). Zur Untersuchung der Interaktion des sprachlichen und motorischen Systems führen die Probanden eine Sprachaufgabe

(z.B. Sprachgedächtnisaufgabe, lexikalische Entscheidungsaufgabe oder Benennaufgabe) und eine motorische Aufgabe (z.B. Fingertapping oder Greifaufgabe) simultan oder unmittelbar nacheinander aus (Glenberg & Kaschak 2002, Sato et al. 2008, Buccino et al. 2005, Pulvermüller et al. 2005, Fargier et al. 2012). Durch die parallele Ausführung der motorischen und sprachlichen Aufgabe können Rückschlüsse auf Gehirnareale gezogen werden, die für beide Aufgaben benötigt werden. Darüber hinaus ergeben sich Hinweise auf die Lateralisierung, also die Dominanz einer Gehirnhälfte für bestimmte Aufgaben (Medland et al. 2002).

Es existiert jedoch nicht nur eine Interaktion zwischen dem sprachlichen und dem motorischen System, sondern auch zwischen dem sprachlichen und dem sensorischen System (Kiefer et al. 2012, Trumpp et al. 2013, González et al. 2006, Neiningen & Pulvermüller 2001, Neiningen & Pulvermüller 2003, Moscoso del Prado Martín et al. 2006). So zeigt sich beispielsweise bei der Verarbeitung von Wörtern, die mit Geräuschen (z.B. Telefon; Kiefer et al. 2012), visuellen Eindrücken (z.B. Farben, Formen; Moscoso del Prado Martín et al. 2006) oder Gerüchen (z.B. Gewürze; González et al. 2006) assoziiert sind, eine Aktivierung der entsprechenden sensorischen Areale im Gehirn.

Bedeutung der Grundlagenforschung für die sprachtherapeutische Praxis

Viele Erkenntnisse der Grundlagenforschung haben eine direkte Bedeutung für die alltägliche sprachtherapeutische Praxis. Häufig finden Forschungsergebnisse jedoch nur un-

zureichende Beachtung, oder die Umsetzung in die Praxis erfolgt erst mit einer erheblichen Verzögerung. Es hat sich gezeigt, dass Aphasiotherapie effektiv ist, wenn sie hochfrequent durchgeführt wird (Grötzbach 2015, Bhogal et al. 2003, Kelly et al. 2010, Pulvermüller et al. 2001, Breitenstein et al. 2017). Dennoch ist hochfrequente Aphasiotherapie in Deutschland bisher selten. So findet in den meisten logopädischen Institutionen Aphasiotherapie mit einer Frequenz von nur 1–2 Therapieeinheiten pro Woche statt, obwohl viele Sprachtherapeuten gerne eine höherfrequente Therapie anbieten würden (Asmussen et al. 2013).

Der Heilmittelkatalog gibt für die Aphasiotherapie aktuell eine Frequenz von mindestens einmal pro Woche, ohne Angabe einer Maximalfrequenz, sowie eine Maximaldauer von 60 Min. pro Therapieeinheit an (Heilmittelkatalog 2017). Somit ist eine Intensivtherapie mit einer täglich mehrstündigen Therapie nach dem aktuellen Heilmittelkatalog nicht möglich, jedoch eine deutlich höhere Therapiefrequenz, als sie aktuell in Deutschland realisiert wird (Asmussen et al. 2013).

Durch die kürzlich veröffentlichte Aphasiotherapie-Versorgungsstudie FCET2EC (Breitenstein et al. 2017) könnte sich zudem zukünftig eine Änderung des Heilmittelkatalogs ergeben. Neben einer gesteigerten Effektivität der Aphasiotherapie bieten Intensivtherapien für Inhaber von freien Praxen die Möglichkeit, Fluktuationen von Therapiezeiten und Ausfälle von Therapien beispielsweise während der Schulferien durch geplante Aphasiotherapien zu kompensieren.

Eine weitere Möglichkeit zur Erhöhung der Trainingsdauer bieten technologiegestützte Therapieverfahren, die von den Betroffenen

eigenständig (Katz & Wertz 1997, Katz 2010, Radermacher 2009, Schwarz 2002, Meyer & Bilda 2017) oder in Form einer teletherapeutischen Maßnahme (Cherney & van Vuuren 2012, Choi et al. 2016, Hall et al. 2013, Steele et al. 2015, Woolf et al. 2016, Sünderhauf et al. 2008) durchgeführt werden können.

Auch die Erkenntnisse zur Interaktion des motorischen und des sprachlichen Systems sollten in der sprachtherapeutischen Rehabilitation genutzt werden (Pulvermüller & Berthier 2008, Berthier & Pulvermüller 2011).

Intensive Language Action Therapy (ILAT)

Ein Therapiekonzept, das Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung effektiv umsetzt, ist die „Intensive Language Action Therapy“ (ILAT), die auch als „Constraint-Induced Aphasia Therapy“ (CIAT) bezeichnet wird (Difrancesco et al. 2012). Die ILAT wurde durch zahlreiche Studien evaluiert und es wurden sprachliche Verbesserungen bei akuter, subakuter und chronischer Aphasie nachgewiesen (MacGregor et al. 2015, Szaflarski et al. 2015).

Die ILAT wird als Gruppentherapie, in der Regel mit drei Betroffenen und einem Therapeuten sowie ggf. einem zusätzlichen Kotheapeuten durchgeführt. Die Therapie findet als Intensivtherapie drei Stunden täglich über zehn aufeinanderfolgende Werkstage statt. Dabei werden Sprachübungen im kommunikativen Kontext durchgeführt.

Die Teilnehmer haben jeweils Karten vor sich auf dem Tisch liegen, die verschiedene Gegenständen oder Aktivitäten zeigen. Durch eine Barriere wird die Einsicht in die Karten der anderen Teilnehmer verhindert und die Möglichkeit nonverbaler Kommunikation durch Gestik minimiert. Jede Karte existiert in zweifacher Ausfertigung. Durch sprachliche Äußerungen in Form von gezieltem Fragen nach oder Biten um bestimmte Karten müssen die Teilnehmer Paare von Karten sammeln.

Sowohl die Komplexität des Sprachmaterials auf den Karten (Frequenz der Wörter, semantische beziehungsweise phonologische Ähnlichkeit, Wörter oder komplexe Nominalphrasen etc.) als auch die Komplexität der getätigten sprachlichen Äußerung können durch den Therapeuten an die individuellen Leistungen der Teilnehmer angepasst und im Verlauf der Therapie gesteigert werden (Difrancesco et al. 2012).

Die ILAT basiert auf der „Constraint-Induced Movement Therapy“ (CIMT) (Taub et al. 1998) aus der Physiotherapie, bei der bei Personen mit Paresen gezielt die Bewegungen der gesunden Extremität eingeschränkt werden, um die motorischen Fähigkeiten der betroffenen

■ **Abb. 3: Aktivierung des motorischen Kortex durch Bewegungsausführung, -vorstellung, -beobachtung sowie Sprachverarbeitung**



Extremität zu fördern und Vermeidungsverhalten zu verhindern. Übertragen auf die Aphasietherapie wird nonverbale Kommunikation in der ILAT verhindert, sofern sie als Ersatz der verbalen Kommunikation eingesetzt wird. Eine detaillierte Beschreibung der ILAT findet sich bei Difrancesco et al. (2012).

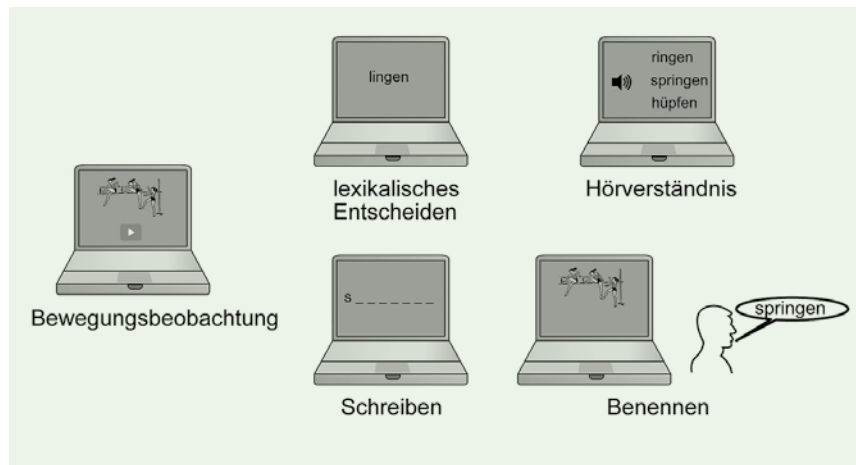
Action Observation Treatment

Da eine Schädigung der motorischen Gehirnareale zu einer sprachlichen Beeinträchtigung insbesondere bewegungsassoziierter sprachlicher Inhalte führt (Péran et al. 2013, Boulenger et al. 2008, Ibáñez et al. 2013, York et al. 2014, Ferdinando et al. 2013, Dreyer et al. 2015) und gleichzeitig die Aktivierung motorischer Areale die Sprachverarbeitung verbessert (Pulvermüller et al., 2005), sollte die Aktivierung motorischer Areale eine spezifische Beachtung in der Aphasietherapie finden. Eine Aktivierung der motorischen Areale kann durch die Ausführung von Bewegungen erfolgen.

Häufig bestehen neben einer Aphasie bei den Betroffenen jedoch auch erhebliche motorische Beeinträchtigungen, beispielsweise Hemiparesen. Aus diesem Grund ist die Ausführung von Bewegung in der Aphasietherapie nur begrenzt umsetzbar. Jedoch haben verschiedene Studien gezeigt, dass die Beobachtung von Bewegungen (Abb. 3) sowie deren Vorstellung ebenfalls zu einer Aktivierung motorischer Areale führt (Buccino et al. 2001, Cochin 1999, Desy & Theoret 2007, Fadiga et al. 1995, Flanagan & Johansson 2003, Hari et al. 1998, Gangitano et al. 2001, Lui et al. 2008, Gatti et al. 2013, Hanakawa et al. 2003).

Da die Beobachtung oder Vorstellung von Bewegungen wesentlich einfacher in ein sprachtherapeutisches Setting eingebaut und zudem auch von Personen mit motorischen Störungen umgesetzt werden kann, eignet sich diese Vorgehensweise gut für die Aphasietherapie. Die Bewegungsbeobachtung kann in der Aphasietherapie durch Videos realisiert werden und in ein software-

■ **Abb. 4: Aphasietherapie mit Bewegungsbeobachtung: exemplarisch als softwaregestützte Therapie dargestellt**



gestütztes Therapieprogramm integriert werden. Dabei können die Videos mit bereits etablierten Sprachübungen (Abb. 4) und Methoden (Shaping und Repetition, Grötzbach 2015) sowie hierarchischen Hilfen (Abel et al. 2007) kombiniert werden.

Um eine möglichst spezifische (somatotopische) Aktivierung der motorischen Areale der einzelnen Körperregionen zu provozieren, haben Videos den zusätzlichen Vorteil, dass eine isolierte Darstellung der Bewegung einzelner Körperareale möglich ist. So kann beispielsweise bei der Bewegung „Klatschen“ der Videoausschnitt ausschließlich die Hände und Arme zeigen. Bei einer Bewegung wie „Tanzen“ hingegen ist eine Darstellung des gesamten Körpers sinnvoll.

In der Physiotherapie hat sich die Beobachtung von Bewegungen zur Förderung motorischer Fähigkeiten bei neurologischen Störungen bereits etabliert. Dieser als „Action Observation Treatment“ bezeichnete Ansatz zeigt positive Effekte auf die motorischen Leistungen von Kindern und Erwachsenen nach Schlaganfällen sowie bei Personen mit dem Idiopathischen Parkinsonsyndrom (Buccino 2014, Pelosin et al. 2010, Pelosin et al. 2013, Buccino et al. 2012).

In ersten Studien hat sich die Bewegungsbeobachtung auch zur Förderung sprachlicher Leistungen bei Aphasien als erfolgreich erwiesen (Ertelt & Binkofski 2012, Marangolo et al. 2010, Marangolo et al. 2012, Marangolo & Caltagirone 2014, Gili et al. 2016, Lee et al. 2011). In einer Studie von Marangolo et al. (2010) zeigte sich ein verbesserter Wortabruf bei Verben durch den Einsatz von Bewegungsbeobachtung. Dabei gab es keinen Unterschied zwischen einer reinen Bewe-

gungsbeobachtung und einer Bewegungsbeobachtung mit zusätzlicher Ausführung der Bewegung.

Eine Studie von Marangolo et al. (2012) zeigt jedoch, dass Bewegungsbeobachtung nur zu verbesserten Leistungen bei Verben führt, wenn es sich um für Menschen typische Bewegungen handelt. Keine Auswirkung zeigte sich hingegen bei der Beobachtung von für Menschen untypische Bewegungen (z.B. „Bellen“). Gili et al. (2016) wiesen nicht nur verbesserte sprachliche Leistungen nach, sondern auch Veränderungen im fMRT nach einer Therapie mit Bewegungsbeobachtung in Kombination mit Sprachproduktionsübungen.

Fazit

Die Frequenz der Aphasietherapien in Deutschland sollte erheblich gesteigert werden und es sollten vermehrt Intensivtherapien zum Einsatz kommen. Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung, insbesondere zur Interaktion des sprachlichen und des motorischen Systems sollten zur Entwicklung neuer Ansätze und Modifikation bereits etablierter Ansätze genutzt werden. Ein gut evaluiertes Therapieprogramm, das direkt aus den Erkenntnissen der Grundlagenforschung abgeleitet wurde, ist die „Intensive Language Action Therapy“. Darüber hinaus stellt die Integration von Bewegungsbeobachtung in die Aphasietherapie einen vielversprechenden Ansatz dar, der bereits in ersten Studien positive Effekte gezeigt hat. Weitere Studien zur Effektivität des Ansatzes sind aufgrund bisher kleiner Fallzahlen jedoch unerlässlich.

LITERATUR

- Abel, S., Willmes, K. & Huber, W. (2007). Model-oriented naming therapy: testing predictions of a connectionist model. *Aphasiology* 21 (5), 411-447, doi:10.1080/02687030701192687
- Asmussen, L., Bremer, W., Heldt, C. & Krüger, S. (2013). Therapiefrequenz in der ambulanten logopädischen Praxis. *Forum Logopädie* 27 (2), 12-19, doi:10.2443/skv-s-2013-53020130202
- Berthier, M.L. & Pulvermüller, F. (2011). Neuroscience insights improve neurorehabilitation of poststroke aphasia. *Nature Reviews Neurology* 7, 86-97, doi:10.1038/nrneurol.2010.201
- Bhogal, S.K., Teasell, R. & Speechley, M. (2003). Intensity of aphasia therapy, impact on recovery. *Stroke* 34, 987-993, doi:10.1161/01.STR.0000062343.64383.D0
- Black-Schaffer, R.M. & Osberg, J.S. (1990). Return to work after stroke: development of a predictive model. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 71 (5), 285-290
- Boulenger, V., Mechtouff, L., Thobois, S., Broussolle, E., Jeannerod, M. & Nazir, T.A. (2008). Word processing in Parkinson's disease is impaired for action verbs but not for concrete nouns. *Neuropsychologia* 46 (2), 743-756, doi:10.1016/j.neuropsychologia.2007.10.007
- Breitenstein, C. et al. (2017). Intensive speech and language therapy in patients with chronic aphasia after stroke: a randomised, open-label, blinded-endpoint, controlled trial in a health-care setting. *The Lancet* 389 (10078), 1528-1538, [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30067-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30067-3)
- Buccino, G. (2014). Action observation treatment: a novel tool in neurorehabilitation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 369 (1644), doi:10.1098/rstb.2013.0185
- Buccino, G., Arisi, D., Gough, P., Aprile, D., Ferri, C., Serotti, L., Tiberti, A. & Fazzi, E. (2012). Impro-

- ving upper limb motor functions through action observation treatment: a pilot study in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology* 54 (9), 822-828, doi:10.1111/j.1469-8749.2012.04334.x
- Buccino, G., Riggio, L., Melli, G., Binkofski, F., Gallese, V. & Rizzolatti, G. (2005). Listening to action-related sentences modulates the activity of the motor system: a combined TMS and behavioral study. *Cognitive Brain Research* 24 (3), 355-363, doi:10.1016/j.cogbrainres.2005.02.020
- Carota, F., Moseley, R. & Pulvermüller, F. (2012). Body-part-specific representations of semantic noun categories. *Journal of Cognitive Neuroscience* 24 (6), 1492-509, doi:10.1162/jocn_a_00219
- Ceballos-Baumann, A. (2005). Idiopathisches Parkinson-Syndrom: Grundlagen, Medikamente, Therapieeinleitung. In: Ceballos-Baumann, A. & Conrad, B. (Hrsg.), *Bewegungsstörungen* (33-70). Stuttgart: Thieme
- Cherney, L.R. & van Vuuren, S. (2012). Telerehabilitation, virtual therapists, and acquired neurologic speech and language disorders. *Seminars in Speech and Language* 33 (3), 243-258, doi: 10.1055/s-0032-1320044
- Choi, Y.-H., Park, H.K. & Paik, N.-J. (2016). A telerehabilitation approach for chronic aphasia following stroke. *Telemedicine and e-Health* 22 (5), 434-440, doi: 10.1089/tmj.2015.0138
- Cochin, S. (1999). Observation and execution of movement: similarities demonstrated by quantified electroencephalography. *European Journal of Neuroscience* 11 (5), 1839-1842, doi:10.1046/j.1460-9568.1999.00598.x
- Desy, M.-C. & Theoret, H. (2007). Modulation of motor cortex excitability by physical similarity with an observed hand action. *PLoS ONE* 2 (10), e971, doi:10.1371/journal.pone.0000971
- Difrancesco, S., Pulvermüller, F. & Mohr, B. (2012). Intensive language-action therapy (ILAT): the methods. *Aphasiology* 26 (11), 1317-1351, <http://dx.doi.org/10.1080/02687038.2012.705815>
- Dreyer, F.R., Frey, D., Arana, S., von Saldern, S., Picht, T., Vajkoczy, P. & Pulvermüller, F. (2015). Is the motor system necessary for processing action and abstract emotion words? Evidence from focal brain lesions. *Frontiers in Psychology* 6 (1661), 1-17, doi:10.3389/fpsyg.2015.01661
- Engelter, S.T., Gostynski, M., Papa, S., Frei, M., Born, C., Ajdacic-Gross, V., Gutzwiller, F. & Lyrer, P.A. (2006). Epidemiology of aphasia attributable to first ischemic stroke: incidence, severity, fluency, etiology, and thrombolysis. *Stroke* 37 (6), 1379-1384, doi:10.1161/01.STR.0000221815.64093.8c
- Ertelt, D. & Binkofski, F. (2012). Action observation as a tool for neurorehabilitation to moderate motor deficits and aphasia following stroke. *Neural Regeneration Research* 7 (26), 2063-2074, doi:10.3969/j.issn.1673-5374.2012.26.008
- Fadiga, L., Fogassi, L., Pavesi, G. & Rizzolatti, G. (1995). Motor facilitation during action observation: a magnetic stimulation study. *Journal of Neurophysiology* 73 (6), 2608-2611
- Fargier, R., Ménoret, M., Boulenger, V., Nazir, T.A. & Paulignan, Y. (2012). Grasp it loudly! Supporting actions with semantically congruent spoken action words. *PLoS ONE* 7 (1), e30663, doi:10.1371/journal.pone.0030663
- Fernandino, L., Conant, L.L., Binder, J.R., Blindauer, K., Hiner, B., Spangler, K. & Desai, R.H. (2013). Where is the action? Action sentence processing in Parkinson's disease. *Neuropsychologia* 51 (8), 1510-1517, doi:10.1016/j.neuropsychologia.2013.04.008
- Flanagan, J.R. & Johansson, R.S. (2003). Action plans used in action observation. *Nature* 424, 769-771, doi:10.1038/nature01861
- Gangitano, M., Mottaghy, F.M. & Pascual-Leone, A. (2001). Phase-specific modulation of cortical motor output during movement observation. *Neuroreport* 12 (7), 1489-1492
- Gatti, R., Tettamanti, A., Gough, P.M., Riboldi, E., Marinoni, L. & Buccino, G. (2013). Action observation versus motor imagery in learning a complex motor task: a short review of literature and a kinematics study. *Neuroscience Letters* 540, 37-42, doi:10.1016/j.neulet.2012.11.039
- Gili, T., Fiori, V., De Pasquale, G., Sabatini, U., Caltagirone, C. & Marangolo, P. (2016). Right sensory-motor functional networks subserve action observation therapy in aphasia. *Brain Imaging and Behavior*, 1-15, doi:10.1007/s11682-016-9635-1
- Glenberg, A.M. & Kaschak, M.P. (2002). Grounding language in action. *Psychonomic Bulletin & Review* 9 (3), 558-565, doi:10.3758/BF03196313
- González, J., Barros-Loscertales, A., Pulvermüller, F., Meseguer, V., Sanjuán, A., Belloch, V. & Avila, C. (2006). Reading cinnamon activates olfactory brain regions. *Neuroimage* 32 (2), 906-912, doi:10.1016/j.neuroimage.2006.03.037
- Grötzbach, H. (2015). Evidenzbasierte Aphasiotherapie. *Sprachtherapie aktuell: Schwerpunktthema Aus der Praxis für die Praxis* 2 (e1015-06), 1-11, doi:10.14620/stadbs150906
- Hall, N., Boisvert, M. & Steele, R. (2013). Telepractice in the assessment and treatment of individuals with aphasia: a systematic review. *International Journal of Telerehabilitation* 5 (1), 27-38, <https://doi.org/10.5195/ijt.2013.6119>
- Hanakawa, T., Immsch, I., Toma, K., Dimyan, M.A., van Gelderen, P. & Hallett, M. (2003). Functional properties of brain areas associated with motor execution and imagery. *Journal of Neurophysiology* 89, 989-1002, doi: 10.1152/jn.00132.2002
- Hari, R., Forss, N., Avikainen, S., Kirveskari, E., Salenius, S. & Rizzolatti, G. (1998). Activation of human primary motor cortex during action observation: a neuromagnetic study. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 95 (25), 15061-15065, doi:10.1073/pnas.95.25.15061
- Hauk, O., Johnsrude, I. & Pulvermüller, F. (2004). Somatotopic representation of action words in human motor and premotor cortex. *Neuron* 41 (2), 301-307, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14741110>
- Hauk, O. & Pulvermüller, F. (2011). The lateralization of motor cortex activation to action-words. *Frontiers in Human Neuroscience* 5, 149, doi:10.3389/fnhum.2011.00149
- Hauk, O., Shtyrov, Y. & Pulvermüller, F. (2008). The time course of action and action-word comprehension in the human brain as revealed by neurophysiology. *Journal of Physiology* 102 (1-3), 50-58, doi:10.1016/j.jphysparis.2008.03.013
- Heilmittelkatalog (2017). *Heilmittel der Stimm-, Sprech- und Sprachtherapie. Störungen der Sprache nach Abschluss der Sprachentwicklung (SP5)*, <https://heilmittelkatalog.de/files/hmk/logo/sp5.htm>
- Ibáñez, A., Cardona, J. F., Dos Santos, Y. V., Blenkmann, A., Aravena, P., Roca, M. et al. (2013). Motor-language coupling: direct evidence from early Parkinson's disease and intracranial cortical recordings. *Cortex* 49 (4), 968-984, <http://doi.org/10.1016/j.cortex.2012.02.014>
- Katz, R. (2010). Computers in the treatment of chronic aphasia. *Seminars in Speech and Language* 31 (1), 34-41, doi: 10.1055/s-0029-1244951
- Katz, R.C. & Wertz, R.T. (1997). The efficacy of computer-provided reading treatment for chronic aphasic adults. *Journal of Speech Language and Hearing Research* 40 (3), 493, doi: 10.1044/jshr.4003.493
- Kelly, H., Brady, M.C. & Enderby, P. (2010). Speech and language therapy for aphasia following stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* (5) CD000425, doi:10.1002/14651858.CD000425.pub2
- Kiefer, M., Trumpp, N.M., Herrnberger, B., Sim, E.-J., Hoenig, K. & Pulvermüller, F. (2012). Dissociating the representation of action- and sound-related concepts in middle temporal cortex. *Brain and Language* 122 (2), 120-125, doi:10.1016/j.bandl.2012.05.007
- Lee, J., Fowler, R., Rodney, D., Cherney, L. & Small, S.L. (2011). IMITATE: an intensive computer-based treatment for aphasia based on action observation and imitation. *Aphasiology* 24 (4), 449-465, doi:10.1080/0268703802714157
- Lui, F., Buccino, G., Duzzi, D., Benuzzi, F., Crisi, G., Baraldi, P., Nichelli, P., Porro, C.A. & Rizzolatti, G. (2008). Neural substrates for observing and imagining non-object-directed actions. *Social Neuroscience* 3 (3-4), 261-275, doi:10.1080/17470910701458551
- MacGregor, L. J., Difrancesco, S., Pulvermüller, F., Shtyrov, Y. & Mohr, B. (2015). Ultra-rapid access to words in chronic aphasia: the effects of Intensive Language Action Therapy (ILAT). *Brain Topography* 28 (2), 279-291, doi:10.1007/s10548-014-0398-y
- Marangolo, P., Bonifazi, S., Tomaiuolo, F., Craighero, L., Coccia, M., Altoè, G., Provinciali, L. & Cantagallo, A. (2010). Improving language without words: first evidence from aphasia. *Neuropsychologia* 48 (13), 3824-3833. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2010.09.025

- Marangolo, P. & Caltagirone, C. (2014). Options to enhance recovery from aphasia by means of non-invasive brain stimulation and action observation therapy. *Expert Review of Neurotherapeutics* 14 (1), 75-91, doi:10.1586/14737175.2014.864555.
- Marangolo, P., Cipollari, S., Fiori, V., Razzano, C. & Caltagirone, C. (2012). Walking but not barking improves verb recovery: implications for action observation treatment in aphasia rehabilitation. *PLoS ONE* 7, 1–7, doi:10.1371/journal.pone.0038610
- Medland, S.E., Geffen, G. & McFarland, K. (2002). Lateralization of speech production using verbal/manual dual tasks: meta-analysis of sex differences and practice effects. *Neuropsychologia* 40 (8), 1233-1239
- Meyer, E. & Bilda, K. (2017). Die App DiaTrain – ein videobasiertes Skripttraining Entwicklung und Anwendung eines evidenzbasierten Heimtrainings. *Forum Logopädie* 3 (31), 16-19, doi: 10.2443/skv-s-2017-53020170303
- Moscoso del Prado Martín, F., Hauk, O. & Pulvermüller, F. (2006). Category specificity in the processing of color-related and form-related words: an ERP study. *Neuroimage* 29 (1), 29-37, doi:10.1016/j.neuroimage.2005.07.055
- Neininger, B. & Pulvermüller, F. (2001). The right hemisphere's role in action word processing: a double case study. *Neurocase* 7 (4), 303-317, doi:10.1093/neucas/7.4.303
- Neininger, B. & Pulvermüller, F. (2003). Word-category specific deficits after lesions in the right hemisphere. *Neuropsychologia* 41 (11), 53-70, doi:10.1016/S0028-3932(02)00126-4
- Pabst, R. & Putz, R. (2007). *Sobotta Atlas der Anatomie in einem Band*. München: Urban & Fischer
- Pedersen, P.M., Jørgensen, H.S., Nakayama, H., Raaschou, H.O. & Olsen, T.S. (1995). Aphasia in acute stroke: incidence, determinants, and recovery. *Annals of Neurology* 38 (4), 659-666, doi:10.1002/ana.410380416
- Pedersen, P.M., Vinter, K. & Olsen, T.S. (2003). Aphasia after stroke: type, severity and prognosis. *Cerebrovascular Diseases* 17 (1), 35-43, doi:10.1159/000073896
- Pelosin, E., Avanzino, L., Bove, M., Stramesi, P., Nieuwboer, A. & Abbruzzese, G. (2010). Action observation improves freezing of gait in patients with parkinson's disease. *Neurorehabilitation and Neural Repair* 24 (8), 746-752, doi:10.1177/1545968310368685
- Pelosin, E., Bove, M., Ruggeri, P., Avanzino, L. & Abbruzzese, G. (2013). Reduction of bradykinesia of finger movements by a single session of action observation in parkinson disease. *Neurorehabilitation and Neural Repair* 27 (6), 552-560, doi:10.1177/1545968312471905
- Péran, P., Nemmi, F., Mèlignè, D., Cardebat, D., Peppe, A., Rascol, O., Caltagirone, C., Demonet, F. & Sabatini, U. (2013). Effect of levodopa on both verbal and motor representations of action in Parkinson's disease: a fMRI study. *Brain and Language* 125 (3), 324-329, doi:10.1016/j.bandl.2012.06.001
- Pulvermüller, F. & Berthier, M.L. (2008). Aphasia therapy on a neuroscience basis. *Aphasiology* 22 (6), 563-599, doi:10.1080/02687030701612213
- Pulvermüller, F., Hauk, O., Nikulin, V.V. & Ilmoniemi, R.J. (2005). Functional links between motor and language systems. *European Journal of Neuroscience* 21 (3), 793-797, doi:10.1111/j.1460-9568.2005.03900.x
- Pulvermüller, F., Neininger, B., Elbert, T., Mohr, B., Rockstroh, B., Koebbel, P. & Taub, Edvard (2001). Constraint-induced therapy of chronic aphasia after stroke. *Stroke* 32 (7), 1621-1626, doi:10.1161/01.STR.32.7.1621
- Radermacher, I. (2009). Einsatz computergestützter Verfahren in der Aphasitherapie – Medienpädagogische und therapeutische Aspekte. *Sprache - Stimme - Gehör* 33 (4), 166-171, doi: 10.1055/s-0029-1241806
- Sato, M., Mengarelli, M., Riggio, L., Gallese, V. & Buccino, G. (2008). Task related modulation of the motor system during language processing. *Brain and Language* 105 (2), 83-90, doi:10.1016/j.bandl.2007.10.001
- Schomers, M.R. & Pulvermüller, F. (2016). Is the sensorimotor cortex relevant for speech perception and understanding? An integrative review. *Frontiers in Human Neuroscience* 10, 435, doi:10.3389/fnhum.2016.00435
- Schwarz, F. (2002). Computergestützte evaluative Aphasitherapie. In: Huber, W., Schönle, P.-W., Weber, P. & Wiechers, R. (Hrsg.), *Computer helfen heilen und leben. Computer in der neurologischen Rehabilitation* (217-225). Bad Honnef: Hippocampus
- Small, S.L., Buccino, G. & Solodkin, A. (2013). Brain repair after stroke – a novel neurological model. *Nature Reviews Neurology* 9, 698-707, doi:10.1038/nrneurol.2013.222
- Steele, R.D., Baird, A., McCall, D. & Haynes, L. (2015). Combining teletherapy and on-line language exercises in the treatment of chronic aphasia: an outcome study. *International Journal of Telerehabilitation* 6 (2), 3, https://doi.org/10.5195/ijt.2014.6157
- Sünderhauf, S., Rupp, E. & Tesak, J. (2008). Supervidierte Teletherapie bei Aphasie: Ergebnisse einer BMBF-Studie. *Forum Logopädie* 1 (22), 34-37
- Szaflarski, J.P., Ball, A.L., Vannest, J., Dietz, A.R., Allendorfer, J.B., Martin, A.N., Hart, K. & Lindsell, C.J. (2015). Constraint-Induced Aphasia Therapy for Treatment of chronic post-stroke aphasia: a randomized, blinded, controlled pilot trial. *Medical Science Monitor* 21, 2861-2869, doi:10.12659/MSM.894291
- Taub, E., Crago, J.E. & Uswatte, G. (1998). Constraint-induced movement therapy: a new approach to treatment in physical rehabilitation. *Rehabilitation Psychology* 43 (2), 152-170, http://doi.apa.org/getdoi.cfm?doi=10.1037/0090-5550.43.2.152
- Taub, E., Uswatte, G. & Elbert, T. (2002). New treatments in neurorehabilitation founded on basic research. *Nature Reviews Neuroscience* 3, 228-236, doi:10.1038/nrn754
- Trumpp, N.M., Kliese, D., Hoenig, K., Haarmeier, T. & Kiefer, M. (2013). Losing the sound of concepts: damage to auditory association cortex impairs the processing of sound-related concepts. *Cortex* 49 (2), 474-486, doi:10.1016/j.cortex.2012.02.002
- Willems, R.M., Hagoort, P. & Casasanto, D. (2010). Body-specific representations of action verbs: neural evidence from right- and left-handers. *Psychological Science* 21 (1), 67-74, doi:10.1177/0956797609354072
- Woolf, C., Cautè, A., Haigh, Z., Galliers, J., Wilson, S., Kessie, A., Hirani, S., Hegarty, B. & Marshall, J. (2016). A comparison of remote therapy, face to face therapy and an attention control intervention for people with aphasia: a quasi-randomised controlled feasibility study. *Clinical Rehabilitation* 30 (4), 359-373, https://doi.org/10.1177/0269215515582074
- York, C., Olm, C., Boller, A., McCluskey, L., Elman, L., Haley, J., Seitzer, E., Chahine, L., Woo, J., Rascovsky, K., McMillan, C. & Grossmann, M. (2014). Action verb comprehension in amyotrophic lateral sclerosis and Parkinson's disease. *Journal of Neurology* 261 (6), 1073-1079, doi:10.1007/s00415-014-7314-y

DOI dieses Beitrags (www.doi.org)
10.2443/skv-s-2017-53020170403

Autorin

Nina Heck
Charité Universitätsmedizin Berlin
Klinik für Psychiatrie & Psychotherapie
Hindenburgdamm 30
12203 Berlin
nina.heck@charite.de

SUMMARY. Interaction of language and motor system – relevance for aphasia treatment

Aphasia occurs frequently after stroke. As aphasia often leads to severe impairment of social integration, effective therapy approaches are essential. Findings from neuropsychological and neuroscience research help to develop new approaches. In this article studies concerning the interaction of the language and the motor system are discussed as basis for aphasia therapy. The 'Intensive Language Action Therapy' is described. Furthermore, the use of action observation in aphasia therapy is discussed.

KEY WORDS: Aphasia treatment – basic research – motor system – language processing – therapy frequency