

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissioemed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

Spiegelneurone

Sie fördern mit „Lichtgeschwindigkeit“

das Lernen und

das Kommunizieren!

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissioemed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

Herausgeber

Prof. Dr. med. Bernd Fischer

Hirnforscher und Begründer der wissenschaftlichen Methode des Integrativen/Interaktiven Hirnleistungstrainings IHT® und des Brainjogging® sowie Mitbegründer des Gehirnjoggings. Autor/Koautor von mehr als 60 Büchern und ca. 400 Veröffentlichungen. Chefarzt a. D. der ersten deutschen Memoryklinik. Träger des Hirt - Preises. Präsident des Verbandes der Gehirntainer Deutschlands VGD® und der Memory - Liga.

Adresse: 77736 Zell. a. H., Birkenweg 19, Tel. : 07835-548070 www.wissioemed.de

© by B. Fischer

Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved. Tous droits réservés.

WissIOMed® Akademie 77716 Haslach i. K., Eichenbachstr. 15, Tel. 07832-5828, Fax 07832- 4804, e - mail: wissioemed@t-online.de Internet: www.WissIOMed.de

Literatur auf Anfrage

Edition 11. Aktualisierung, 2009

Korrespondenzadresse: Prof. Dr. med. Bernd Fischer, Birkenweg 19, 77736 Zell a. H., Tel: 07835-548070

Spiegelneurone

Welches Bauprinzip zeichnet die Nervenzellen aus?

1. Im Gegensatz zu anderen Körperzellen, z. B. Leberzellen, Nierenzellen usw., haben Nervenzellen (Neurone) stark verzweigte „Ästchen“ (Dendriten), an denen die Informationsaufnahme stattfindet.

2. Ein einziger Nervenstrang, das Axon, ist für die Informationsweiterleitung verantwortlich.

Die Information kann an periphere Organe wie z. B. die Muskulatur weitergeleitet werden.

Die Information kann innerhalb des Gehirns an viele andere Nervenzellen weitergeleitet werden. Hierbei splittet sich das Axon vielfach (z. B. 1.000-fach bis 20.000-fach im Großhirn; im Kleinhirn splittet sich das Neuron 250000-fach auf) auf.

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissioemed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

3. Die Nervenzellen verbinden sich untereinander zu neuronalen

Schaltkreisen. Diese können je nach Bedarf arbeiten.

Ein Nervenimpuls braucht ca. 0,5 bis 1 Millisekunde, um eine zweite Zelle zu

erregen. (Hinterhuber, 2001, 195)

4. Spiegelneurone

„Anfang der 90er Jahre untersuchte ein Wissenschaftlerteam im norditalienischen Parma (Rizzolatti et al. 1996; Gallese et al. 1996) die Bewegungssteuerung bei Affen. Dabei machten sie rein zufällig eine erstaunliche Entdeckung: Einzelne Nervenzellen im ventralen prämotorischen Kortex - einem Hirnbereich, der für die Bewegungssteuerung zuständig ist - reagierten nicht nur, wenn das Tier nach einem Holzklötz griff oder eine Banane schälte. Sie wurden auch aktiviert, wenn der Affe selbst bewegungslos sitzen blieb, aber den Versuchsleiter bei dieser Handlung beobachtete. Das Tier schien die Bewegung förmlich im Kopf zu simulieren. Mittlerweile gibt es viele Hinweise darauf, dass derartige Spiegelneurone (mirror neurons) auch im Menschenhirn (A.d.V: Broca-Zentrum: dies ist dem prämotorischen Kortex von Mackacken homolog (entsprechend); z. Zt. wird ein ganzes System von Spiegelneuronen angenommen) zu finden sind.“ (Gaschler 2006; Hanke 2005) (ventraler prämotorischer Kortex; Brodmann Areal 44)s. a.

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissioemed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

Buccino et al. 2001, Calvo-Merino et al. 2005, Decety et al. 1999, Gangitano et al. 2004, Grezes et al. 2003, Hamilton et al. 2004, Haslinger et al. 2005, Iacoboni 2005, Kilner et al. 2003, Nelissen et al. 2005, Nishitani et al. 2000, Thornton et al. 2006, Zatorre et al. 2007, S. 551)

„Immer dann, wenn wir eine Bewegung vorbereiten, beobachten oder uns nur vorstellen, beginnen im Gehirn dieselben Bereiche zu arbeiten, als wenn wir die Bewegung tatsächlich selbst ausführen.“ (Gaschler 2006, Hanke 2005)

Vermutlich kommen die spiegelnden Nervenzellen nicht nur bei der Bewegungswahrnehmung, sondern ganz allgemein dann ins Spiel, wenn wir versuchen, uns in unser Gegenüber hineinzusetzen: Wir imitieren, um zu verstehen - Einfühlungsvermögen auf neuronaler Ebene.“ (Hanke 2005, Calvo-Merino 2005)

Wenn professionelle Pianisten ein Klavierspiel beobachten, kommt es zu einer ausgeprägteren Aktivierung als bei Nichtmusikern. (Haslinger et al. 2005)

Wenn ein fröhliches Anlitz auch nur für 40 Millisekunden eingeblendet wird, so kurz, dass man es gar nicht bewusst wahrnimmt, lächelt der Proband leicht mit. Evtl. springen bei schizophrenen und autistischen Patienten die Spiegelneurone nicht an. (Gaschler 2006)

„Spiegelneurone stellen eine direkte Kommunikation her (durch spontane interne Simulation), ohne dass man sich erst mühsam über Sinn und Wortbedeutungen einigen muss.“ (Keysers 2006)

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissimed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

Damit verbunden ist eine Aktivierung von Spiegelneuronen, u. a. ein Spiegeln von Handlungsmustern. Dies geht nur, wenn der Mensch zu dem anderen Menschen eine emotionale Beziehung hat. Spiegelneurone werden durch Roboter nicht aktiviert.

Es kommt zu einem Imitationslernen. So werden z. B. Bewegungsmuster von Verwandten häufig übernommen. **Die gilt auch im späteren Leben für geistige**

Muster. (Buccino 2004, Ertelt et al. 2007, Hüther 2006)

Spiegelneuronensysteme (ventraler praemotorischer Kortex; Brodmann Areal 44) antworten, wie oben ausgeführt, auf Aktionen und auf Beobachtungen von Aktionen.

Auch durch Geräusche, die während den motorischen Aktionen vorhanden waren, wurden die Spiegelneuron aktiviert. (Keyers et al. 2003, Formisano et al. 2003)

Bei Affen sind dies Geräusche Erdnüsse knacken. (Keyers et al. 2003, Kohler et al. 2002)

Weiterhin werden die Gehirnaktivitäten im kortikalen motorischen linkshirnigen Gesichtsareal wurden bei aktivem Zuhören erhöht. (Watkins et al. 2003)

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissioemed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

Somit haben auditorische Signale Zugang zum motorischen System. (Keyers et al. 2003,

Kohler et al. 2002, Rizzolatti et al. 2001) Diese „Echo“-Neurone sind eventuell die neuronale Basis

für die Sprache. (Rizzolatti et al. 1998) Sie sind möglicherweise das Bindeglied zwischen

Sender und Empfänger. (Rizzolatti et al. 2005) Dies passt zu älteren Beobachtungen, dass

Phoneme (kleinste bedeutungstragende sprachliche Einheit) gut mit entsprechenden

gestischen Lauten zusammenpassen. (Lieberman et al. 1985; Zatorre et al. 2007, S. 551)

Aktives Zuhören aktiviert die motorische Sprachregion im Gehirn, speziell das

Brodman Areal 44 und den anschließenden ventralen prämotorischen Kortex. (Burton

et al. 2000; Paus et al. 1996; Zatorre et al. 1992, 2007)

Die Gehirnaktivitäten im kortikalen motorischen linkshirnigen Gesichtsareal

wurden bei aktivem Zuhören erhöht. (Watkins et al. 2003)

Die Beobachtung bedeutungsvoller motorischer Aktionen (z. B. einen Nagel

einschlagen) erhöht die Aktivität in Broca-Areal (Brodman Areal 45). (Decety et al. 1997;

Tettamanti et al. 2006))

Bereits die Geräusche, die entstehen, wenn man mit den Fingern schnippt, an die

Tür klopft, (Azis-Zadeh et al. 2004) in die Hände klatscht, (Pizzamiglio et al. 2005) mit der Zunge

schnalzt (Hauk et al. 2006) oder natürlich auch spricht (Buccino et al. 2005, Fadiga et al. 2002, Wilson et al. 2004),

veranlasst das Gehirn die Aktion zu simulieren. Nichtverbale Laute (z. B. Stöhnen,

harmonischer Stimmklang usw.) aktivieren wiederum andere neuronale Schleifen

im Gehirn. (Ozdemir et al. 2006, Pulvermüller 2001, Schon et al. 2005, Thierry et al. 2003, Zatorre et al. 2002)

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissimed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

Auch die Beobachtung von Handlungen (Video), die mit dem Mund oder der Hand

durchgeführt werden, erhöht die Aktivität des Broca-Areals. (Buccino et al. 2001; (Tettamanti et al.

2006))

Wenn sprachlich, im Gegensatz zur reinen Präsentation von Worten (Hauk et al. 2004),

Sätze angehört werden (Tettamanti et al. 2005), **bei denen Handlungen beschrieben**

werden, die mit verschiedenen Körperteilen in einer bestimmten Folge

(hierarchisch) durchgeführt werden, wird das Broca-Areal mit einbezogen.

Vermutlich spielt das Broca-Areal bei der Verarbeitung komplexer Aktionen auf

einer höheren, abstrakten, folgerichtigen, abstrakten Ebene eine Rolle. (Tettamanti et al.

2005, 2006)

Das Broca-Areal ist bekannt als Region die der

- folgerichtigen motorischen Aktivierung der expressiven Sprache dient.

- Weiterhin dient es **nichtsprachlichen motorischen Funktionen**, wie z. B.

-- der Erzeugung **motorischer Aktionen**, (Bonda et al. 1995, Parsons et al. 1995)

-- **der Vorbereitung und Durchführung komplexer Handbewegungen** (deshalb

reden wir „mit den Händen“), (Binkofski et al. 2000, Stephan et al. 1995)

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissioemed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

Die Beobachtung bedeutungsvoller motorischer Aktionen (z. B. einen Nagel einschlagen)

erhöht die Aktivität in Broca-Areal (Brodmann Areal 45). (Decety et al. 1997; Tettamanti et al. 2006))

Auch die Beobachtung von Handlungen (Video), die mit dem Mund oder der Hand

durchgeführt werden, erhöht die Aktivität des Broca-Areals. (Buccino et al. 2001; (Tettamanti et al.

2006))

Wenn sprachlich, im Gegensatz zur reinen Präsentation von Worten (Hauk et al. 2004), Sätze

angehört werden (Tettamanti et al. 2005), bei denen Handlungen beschrieben werden, die mit

verschiedenen Körperteilen in einer bestimmten Folge (hierarchisch) durchgeführt

werden, wird das Broca-Areal mit einbezogen. Vermutlich spielt das Broca-Areal bei der

Verarbeitung komplexer Aktionen auf einer höheren, abstrakten, folgerichtigen,

abstrakten Ebene eine Rolle. (Tettamanti et al. 2005, 2006)

Eine Untergruppe von Spiegelneuronen wird auch bei einem Klang einer Aktion aktiv.

Spiegelneurone werden aktiv, ob ein Musikstück gehört, gesehen oder aufgeführt wird.

(Formisano et al. 2003; Keyers et al. 2003; Kohler et al. 2002; Lahav et al. 2007; Schlaug et al. 2005, Westermann et al. 2004)

- dem **assoziativen sensomotorischen Lernen**, (Binkofski et al. 2004) sowie der

- **sensorischen Verarbeitung visueller Reize**. (Mechelli et al. 2005)

Die Broca-Region dient hierbei der **hierarchischen Organisation in Bezug auf**

die Auswahl und die Abfolge von Bewegungselementen. (Koechlin et al. 2006; Tettamanti et al.

2006)

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissioemed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

Weiterhin sind hierarchische Organisationsformen bei sprachlichen Prozessen

(gesprochen oder geschrieben), (Hauser et al. 2002) und

bei nichtlinguistischen Fähigkeiten und Fertigkeiten, wie Veränderungen von

Objekten, visuell-räumliche Informationsverarbeitung und Verarbeitung

musikalischer Informationen vorhanden. (Pattel 2003, Tettamanti 2003)

Affen können solche regelhafte hierarchische Struktureigenschaften nicht

extrahieren, bzw. erkennen. (Fitch et al. 2004, Jackendorf 1999)

Auch die vorausschauende (prädiktive) Kompetenz (Was hält der andere von meinem Tun? Was wird er als nächstes tun? Was denkt der andere von meinen Äußerungen? Was wird er als Nächstes darauf antworten?) im sprachlichen und motorischen Bereich entwickelt sich durch intensive

Wechselbeziehungen und vor allen Dingen beim Menschen.

Ein Affe entwickelt eine Objektpermanenz. Er kann eine gewisse Zeit nach Dingen suchen, die aus seinem Gesichtskreis verschwunden sind.

Er entwickelt jedoch keine voll ausgebildete prädiktive Kompetenz im Handlungsbereich.

„Die Tiere (Affen) versagen ...allesamt unweigerlich, sobald man auch nur ein einziges Mal

...die Hände hinter dem Rücken versteckt und irgendwelche Veränderungen durchführt. So

genügt es beispielsweise, die Belohnung hinter sich in der Hosentasche verschwinden zu

lassen und die Affen sind mit ihrer Schlaueit am Ende. Da dann die beiden geöffneten Hände

leer sind, obwohl eine Nuss erwartet wird, herrscht zunächst große Ratlosigkeit. Schließlich

kehrt, da das Ganze nicht verstanden wird - und auch das ist typische für Primaten, wenn sie

von einem Problem überfordert werden – große Verärgerung ein.“ (Heschl 2009, 80)

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissioemed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

Auch wenn man Ihnen ein Verhalten antrainieren würde, dass ein prädiktives Verhalten imitiert, können Sie die neuerworbene Fähigkeiten ihrem Nachwuchs nicht vermitteln, bzw. lehren

Das Sprachzentrum entwickelt sich nur dann, wenn Menschen miteinander kommunizieren. (Hüther 2006)

Alle diese Fähigkeiten und Fertigkeiten sind entscheidende Elemente zur Durchführung professioneller musikalischer Leistungen. (Kopiez et al. 2006, Waters et al. 1997)

Die vermehrte Aktivierung des Broca-Areals trägt vermutlich zu schnelleren und genaueren visuell-räumlichen Aufgabendurchführungen bei. (Slumming 2007)

Diese Musiker, die vom Blatt spielen benötigen gleichermaßen eine sehr gute visuell-räumliche Analyse und die Fähigkeit sehr schnell aufeinanderfolgende motorische Aktionen durchzuführen. (Bengtsson et al. 2006, Parsons et al. 2005, Sergent et al. 1992, Slumming et al. 2007)

Vorab müssen sie die musikalischen Symbole eingespeichert haben, (Furneaux et al. 1994) sie müssen, nachdem sie die Symbole gelesen und erkannt haben, weiterhin die sensomotorische Fähigkeit haben, die Finger in der richtigen Zeit in die genau richtige Position zu bringen. (Kopiez et al. 2006, Wolf 1976)

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissimed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

Die Broca-Region ist demnach

- **ein sensomotorisches Integrationssystem** (Baumann et al. 2005, Binkofski et al. 2004, Lahav et al 2007).

Diese audiovisuellen Spiegelneurone verschlüsseln Handlungen, unabhängig davon, ob sie motorisch durchgeführt, gesehen oder gehört werden (Kohler et al. 2002). Beim Affen liegen homologe Regionen, vergleichbar mit dem Broca-Areal vor. Evtl. werfen sie ein Licht auf die Entwicklung bzw. den Ursprung der Sprache: Audiovisuelle Spiegelneurone verschlüsseln (kodieren) abstrakte Inhalte - die Bedeutung von Handlungen - und haben den hörmäßigen Zugang mit Hilfe für die menschliche Sprache für diese Inhalte.

(Kohler et al. 2002)

- **ein Imitator von Handbewegungen** (Heiser et al. 2003, Krams et al. 1998),

- **ein supramodaler (multimodaler) Vorhersager (Prädiktor) von hintereinander geschalteten motorischen und tonalen Abläufen (Sequenzen)**

(Iacobini et al. 2005, Kilner et al. 2004, Maess et al. 2001),

- **ein interner Simulator von sequentiellen Aktionen** (Platel et al. 1997, Nishitani et al. 2000, Schubotz

et al. 2004).

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissioemed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

Es ist durchaus möglich, dass die Aktivität im Broca Areal während dem Hören und dem aktiven Spielen von Musik (Hören - Tun) ein Sequenz - spezifisches

Priming (Spezielle Aufeinanderfolge einer schon einmal gehörten und motorisch ausgeführten Tonfolge) von besonderen (repräsentativen) Handlungen widerspiegelt, die einhergehen mit automatischen Simulationen (Nachahmungen) und Vorhersagen in Bezug auf die nachfolgenden Töne bzw. Handlungen. Dies überschneidet sich teilweise mit den Aktivitäten des Spiegelneuronensystems. (Lahav et al. 2007)

Musik fördert neben der Sprache den Priming Effekt von Worten in Bezug auf deren Bedeutung. Damit kann auch Musik eine semantische Informationsverarbeitung anstoßen. (Koelsch et al. 2004)

Eine Untergruppe von Spiegelneuronen wird demnach auch bei einem Klang einer Aktion aktiv. Spiegelneurone werden aktiv, ob ein Musikstück gehört, gesehen oder aufgeführt wird. (Formisano et al. 2003; Keyers et al. 2003; Kohler et al. 2002; Lahav et al. 2007; Schlaug et al. 2005, Westermann et al. 2004)

Nichtmusiker, die trainiert werden ein Musikstück hören und es, ohne Noten zu lesen, zu spielen erlernen (5 Tage) zeigen folgende Besonderheiten in Bezug auf ihre Hirnaktivitäten:

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissimed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

Bereits das Hören (ohne entsprechende Bewegungen) dieses neugelernten

Musikstückes (oder auch nur einiger Sequenzen davon! 5-8 Sekunden) aktiviert in

beiden Hirnhälften das motorisch-bezogene frontoparietale neuronale

audiomotorische Netzwerk (Broca-Region, prämotorische Region, intraparietaler Sulcus,

untere (inferiore) parietale Region.) Hierbei wird das System der Spiegelneurone durch

„Hören und Tun“ aktiviert. Für diese Aktivierung ist die Broca-Region der Dreh-

und Angelpunkt. (Lahav et al. 2007; s. a. Bangert et al. 2006, Buccino et al. 2004, D'Ausilio et al. 2006, Geres et al. 2003, Hamzei et

al. 2003, Haslinger et al. 2005, Iacobini et al. 2005, Lotz et al. 2006, Nelissen et al. 2005, Nishitani et al. 2000, Rizzolatti et al. 2004)

Das Hören eines vertrauten Musikstückes, das nicht motorisch geübt wurde, zeigte

keine Aktivierung dieses neuronalen Netzwerkes. (Lahav et al. 2007; s.a. Aziz-Zadeh et al. 2004, Hauk et al.

2006, Pizzamiglio et al. 2005)

Diese Unterschiede in Bezug auf die Hirnaktivierung liegen evtl. im Broca-Areal.

Es werden die Ergebnisse wegen der Wichtigkeit der Zusammenhänge bewusst

wiederholt. (s.o.)

Die Broca-Region ist ein

- sensomotorisches Integrationssystem (Baumann et al. 2005, Binkofski et al. 2004, Lahav et al 2007), ein

- Imitator von Handbewegungen (Heiser et al. 2003, Krams et al. 1998),

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissioemed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

- ein supramodaler (multimodaler) Vorhersager (Prädiktor) von hintereinander

geschalteten motorischen und tonalen Abläufen (Sequenzen) (Jacobini et al. 2005, Kilner et al. 2004,

Maess et al. 2001),

- ein interner Simulator von sequentiellen Aktionen (Platel et al. 1997, Nishitani et al. 2000, Schubotz et al.

2004).

Es ist durchaus möglich, dass die Aktivität im Broca Areal während dem Hören

und dem aktiven Spielen von Musik (Hören - Tun) ein Sequenz - spezifisches

Priming (Spezielle Aufeinanderfolge einer schon einmal gehörten und motorisch ausgeführten

Tonfolge) von besonderen (repräsentativen) Handlungen widerspiegelt, die

einhergehen mit automatischen Simulationen (Nachahmungen) und Vorhersagen in Bezug

auf die nachfolgenden Töne bzw. Handlungen. Dies überschneidet sich teilweise

mit den Aktivitäten des Spiegelneuronensystems. (Lahav et al. 2007)

Dadurch ergibt sich automatisch eine Dominanz der linken Gehirnhälfte (nur hier ist bei Rechtshändern das Broca-Areal vorhanden) für Töne, die mit Bewegung verbunden sind. (Lahav et al. 2007, Pizzamiglio et al. 2005, Aziz-Zadeh et al. 2006)

Es wird vermutet, dass die netzwerkartige Verbindung von Hören und Tun

wesentlich ist, um Sprache zu erwerben. Sie dient als entscheidende

sensomotorische Rückkopplungsschleife während der Sprachwahrnehmung

bereits im Babyalter. Auch die Kombination von Hören und Gesten im

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissioemed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

Mundbereich (orale Gesten) aktivieren diese neuronalen Schleifen (Lahav et al.

2007, Rizzolatti et al. 1998, Theoret et al. 2002, Westermann et al. 2004).

Weiterhin dient diese netzwerkartige Verbindung von Hören und Tun dem Überleben aller hörenden Organismen. Sie erlaubt ihnen Handlungen zu verstehen, wenn sie nur gehört, aber nicht gesehen werden. (z. B. Klappern von Schuhen im Dunklen) (Lahav et al. 2007, Westermann et al. 2004).

Die Rolle der rechten Gehirnhemisphäre liegt er in der Verarbeitung der Melodie. Jedoch können durch sie auch Bewegungen von einem Bein auf das andere übertragen werden. (Grafton et al, 2002, Lahav et al. 2007 , Rijntjes et al. 1999, Vangheluwe et al. 2005,

Zatorre et al. 1992)

Dieser o.g. Priming Effekt kann bei Musikstücken, die niemals motorisch erlernt wurden, nicht auftreten. (Lahav et al. 2007)

Trotzdem können manchmal prämotorische Aktivitäten auftreten. Vielleicht sind das unspezifische Rhythmusseffekte. (Lahav et al. 2007)

Die Aktivierung der Spiegelneuron ist sogar bei der Rehabilitation von Schlaganfallpatienten (Kontrollgruppe) wirksam. Die motorischen Fähigkeiten verbessern sich bei Videotherapie (nach vier Wochen; tägliche Übungen) von

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissimed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

Bewegungen, die der Schlagabfallpatient früher beherrscht hat, besser als bei rein motorischer Übungstherapie (Motorische Skalen: Frenchay Arm Test: FAT (DeSouza et al. 1980); Wolf Motor Function Test: WMFT (Wolf et al. 1989); Subjektive Skalen: Stroke impact Scale SIS (Duncan 1999)). Bei den Videofilmen muss die Bewegungsabsicht deutlich erkennbar sein (Z. B. Hand zur Kaffeetasse führen; Hand zu einem Apfel führen usw.) Es wird die Absicht erschlossen, was gemacht werden muss und es wird vorgeführt, wie es gemacht werden soll.

Weiterhin zeigten die bilateralen ventralen prämotorischen Kortexareale diese spielen eine bedeutende Rolle in der Wiederherstellung der motorischen Funktionen in diesem Netzwerk (Seitz et al. 1998; Johansen-Berg et al. 2002), die bilateralen temporalen superioren Gyri, die supplementär motorischen Areale (SMA) und die kontralateralen supramarginalen Gyri zeigten im Vergleich zur Kontrollgruppe einen signifikanten Anstieg in ihrer Aktivität. Dies ist ein Hinweis auf die Reaktivierung der physiologischen Netzwerke der motorischen Areale. (Ertelt et al. 2007)

Auch zwei Monate nach Ende des Trainings war der Therapiererfolg in Bezug auf motorische Funktionen, getestet durch standardisierte motorische Teste noch deutlich besser als bei der Kontrollgruppe, die nur geometrische Muster angeschaut hatte. (Binkofski et al. 2006, Ertelt et al. 2007)

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissioemed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

Auch wenn wir einfache motorische Übungen, wie das Bewegen des Daumens beobachten, wird eine neue neuronale Spur im sensomotorischen Kortex gelegt.

(Stefan et al. 2005) Dies gilt auch für ältere Personen. (Celnik et al. 2005)

Eine weitere Form der Spiegeltherapie hat Prof. Dr. C. Weiller auf dem zweiten Internationalen Symposium des Kompetenznetzwerkes Schlaganfall (ISKNS) im März 2008 in Berlin vorgestellt. „Der Patient erledigt mit dem gesunden Arm Aufgaben an einem Tisch, wie etwa Murmeln von einem Gefäß ins andere legen.. Dabei betrachtet er sich in einem Spiegel, der direkt vor seinem Oberkörper steht. So entsteht eine optische Täuschung: der Patient gewinnt den Eindruck er bewege seinen gelähmten Arm. Diese Illusion scheint bestimmte Hirnareale zu aktivieren, die einen positiven Einfluss auf die Rehabilitation haben. Selbst 10 bis 15 Jahre nach einem Schlaganfall konnte in Untersuchungen gezeigt werden, dass sich Hirngebiete aktivieren lassen.“

Auch bei gesunden, rechtshändigen Probanden „zeigte sich im Vergleich zur Kontrollgruppe ein deutlich besseres Trainingsergebnis der linken nicht trainierten Hand, wenn das Training mit dem Spiegel durchgeführt wurde. Dabei spielen spezialisierte Zellen, sogenannte Spiegelneurone eine wichtige Rolle. Die Spiegelneuron dienen wahrscheinlich als Mittler, entscheidend dabei ist, dass die gelähmte Hand an die nicht geschädigten Hirnareale gekoppelt wird...Die Spiegelneuron spielen eine Rolle bei der Wahrnehmung und Ausführung von

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissioemed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

Bewegungen; sie verknüpfen Beobachtungen oder Geräusche mit der eigentlichen Durchführung von Aktionen...

Mit den Spiegelneuronen haben die Hirnforscher auch die physiologische Grundlage des Mitgefühls und der Intuition entdeckt. Die Zellen befinden sich nicht nur in einer Region, sie sind nach ihren Aufgaben im Gehirn verteilt.“

Sogar wenn wir ein Ballett sehen, simulieren unsere Nervenzellen das, was sie auf der Bühne sehen, wir tanzen gleichsam „innerlich“ mit. (mod. n. Hanke 2005)

„Wir genießen also die Darbietungen der Tänzer, weil unser Gehirn uns die Tanzbewegungen teilweise wie eigenes Körpererleben präsentiert.“ (Hanke 2005; Calvo-Merino 2005)

Die Spiegelneurone von Tänzern werden besonders stark aktiviert, wenn sie Tanzszenen sehen, die sie im eigenen Repertoire haben. (Calvo-Merino 2005)

Die intensivste Empfindung von Bewegung entsteht vermutlich, wenn das Gehirn nicht vorhersagen kann, welche Bewegung der Tänzer/Tänzerin als nächstes ausführen wird. (Hanke 2005; Calvo-Merino 2005)

Spiegelneurone feuern demnach:

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissimed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

ÿ wenn ein Mensch nach einem Objekt greift.

ÿ wenn Alltagstätigkeiten (gemeinsam ein Packet tragen, Tanzen, Tisch decken, Gespräche führen usw.) koordiniert werden sollen (Sebanz 2005, 2006, Calvo-Merino et al. 2004)

ÿ wenn entsprechende Bewegungen beim anderen Menschen beobachtet werden.

ÿ wenn ein Kind aufrecht gehen kann. Dadurch erwirbt es „eine bewusste Kontrolle über die Kontrolle seines Körpers. Es eröffnet sich ihm die Möglichkeit, das Spiegelbild als ein Phänomen zu interpretieren, das ebenfalls seinem Willen gehorcht und somit nach Überwindung der anfänglichen Ratlosigkeit, nichts anderes sein kann als das gespiegelte Abbild seiner selbst. (Heschl, 2009, 110)

Die Vorstellung einer Handlung führt zur Aktivierung dieser Schaltkreise.

Spiegelneurone sind eng mit dem Broca - Areal (Sprachareal) verknüpft.

Die beim Gegenüber (Partner)beobachteten Aktivitäten werden geistig nachvollzogen und begriffen, da das Spiegelsystem sowohl mit den

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissioemed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

sprachlichen als auch mit den motorischen Zentren des Gehirns in Beziehung

steht. (Hinterhuber, 2001, 204; Entdecker: Vittorio Gallese 1991)

„Solche alltäglichen Kooperationen sind alles andere als trivial. Schließlich müssen dabei zwei oder mehrere Menschen ihre Gedanken und Taten aufeinander abstimmen.“ (Garrod et al. 2004, Pickering et al. 2004)

Damit sind Spiegelneurone stellen wesentliche Grundlage einer gelingenden Kommunikation dar. Sie steht auf zwei Beinen.

Das **eine „Bein“** ist Fähigkeit zur verbalen und nonverbalen Annäherung (**Konvergenz**). Hierzu ist ein geübtes Spiegelneuronensystem die biologische Grundlage.

Sogar beim gemeinsamen Lachen scheinen Spiegelneurone beteiligt zu sein. Man lacht mit, wenn jemand anders anfängt zu lachen. In diesem Augenblick werden die Areale im prämotorischen Kortex aktiviert, in denen sich Spiegelneurone befinden. Sie sind besonders bei positiven Gefühlsausdrücken aktiv. (Warren et al. 2006)

Das **zweite „Bein“** die Echtheit (**Authentizität**) meiner Person entsteht dann, wenn ich mich in den anderen **empfinden** kann, wenn ich gelernt habe, mich von ihm zu unterscheiden und wenn ich in das Gespräch mit dem Anderen echte und nicht

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissioemed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

vorgespielte nonverbale und verbale Informationen einbringe. Auch hierzu ist das Spiegelneuronensystem eine wichtige Voraussetzung.

Somit fühlen wir nicht, wie Aristoteles vermutete mit dem Herzen, sondern mit dem Gehirn. (Sentker A, Wigger F (Hrsg.) Schaltstelle Gehirn. Erkennen, Denken, Handeln, Spektrum akademischer Verlag Heidelberg 2009, VIII

Im Rahmen einer Konvergenz (verbale und nonverbale Annäherung) einigen sich Menschen in Bezug auf Sprache relativ rasch auf gemeinsame Begriffe und nähern sich sprachlich einander an (Satzbau, Dialekt, Sprechgeschwindigkeit; nonverbale Handlungen wie zum Glas greifen, Beine übereinanderschlagen, gemeinsam mit den Händen eine Aufgabe erledigen usw.), um eine schnelle sprachliche Verständigung zu garantieren und sich gegenseitig sympathisch zu finden. (Pickering et al. 2004)

Weiterhin wird, um schnelle kooperative Verständigung zu garantieren, die geteilte Aufmerksamkeit aktiviert. Wenn Personen eine gemeinsame Aufgabe erledigen, (z. B. Tisch decken, Puzzleaufgabe erledigen, aus Legosteinen ein Objekt bauen, Kiste mit unterschiedlichen Armlängen anheben, gemeinsam rudern usw.) beachten sie während der Erledigung der Aufgabe ihren Partner, können dessen Handlungen vorhersagen und dadurch die Handlungen mit denen des Partners besser und schneller abstimmen. (Clark et al. 2004)

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissioemed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

Säuglinge ahmen die Mimik und Gestik ihrer Kontaktpersonen nach.

Später ahmen sie schon nach, wenn nur der Beginn der Gestik bzw. Mimik beobachtet wird.

Danach sind sie fähig z. B. ein Lächeln einzusetzen, um beim Gegenüber ein Lächeln hervorzurufen bzw. etwas zu bekommen. (z. B. eine Flasche)

Mit ca. sieben Lebensjahren können Kinder Handlungen zuschauen ohne gleichzeitig motorisch zu sein.

Frühzeitig werden so Verbindungen geschaffen zwischen Handlungen, Handlungsabfolgen und inneren Zuständen.

Der Literaturwissenschaftler Gerhard Lauer meint der Nachahmungstrieb sei der Sprache vorgeschaltet.

Lesen heißt damit ‚Handeln als ob‘.

Diese Fähigkeit ist jedoch nur die erste Stufe des Lesens.

Sie wird vervollständigt durch Reflexion, Auslegung und allmählich im Wiederlesen, Wiederbedenken und Kommunizieren erfolgende Sinnzuweisung, die sich im zeitlichen Verlauf immer wieder ändert. (sog. hermeneutischer Zirkel) (Lauer 2007)

A.d.V: Bewiesen ist schon lange, dass motorische Wechselbeziehungen (Interaktionen) der Sprache vorausgehen. Die Sprache belegt danach die erfolgten Wechselbeziehungen mit Worten (sog. Symbolkodierung) (Erste Stufe der Sprachbildung) (Forgas 1994)

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissioemed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

Manche Autoren vermuten eine Verbindung des Autismus mit einer mangelnden Aktivierung von Spiegelneuronen. Im EEG (Hirnstrombild) werden bei gesunden Menschen bestimmte Wellenfrequenzen unterdrückt, wenn sie andere Menschen beobachten. Dies ist bei Menschen mit Autismus nicht der Fall. (Ramachandran 1999)

Wir wiederholen!

Die Vorstellung einer Handlung führt zur Aktivierung dieser Schaltkreise.

Spiegelneurone sind eng mit dem Broca - Areal verknüpft.

Die beim Gegenüber (Partner)beobachteten Aktivitäten werden geistig nachvollzogen und begriffen, da das Spiegelsystem sowohl mit den sprachlichen als auch mit den motorischen Zentren des Gehirns in Beziehung steht. (Hinterhuber, 2001, 204; Entdecker: Vittorio Gallese 1991)

Kommunikation ist nicht ein wechselseitiges entschlüsseln von Signalen, nach den Theorien des Spiegelsystems scheint sich diese eher im Sinne einer synchronisierten Parallelaktion darzustellen: Wer zuhört, kann sofort die Position des Sprechers übernehmen, der Sprecher jene des Zuhörers.“

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissioemed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

Die Spiegelneurone treten nur dann voll in Aktion, wenn die die Handlung zielgerecht abgeschlossen wurde. Die Spiegelneurone können jedoch gebremst werden, so dass nicht jede vorgemachte Handlung aus ausgeführt wird.

Bei Echopraxien scheint dieser Hemmmechanismus nicht zu funktionieren.

(Hinterhuber, 2001; Binkofski et al. 2004; Gaschler /2006)

Diese Erkenntnisse sind wichtig im normalen Leben für den Spracherwerb, für das Gesprächsverhalten, für die Empathie usw. Außerdem scheint die Therapie z. B. des Schlaganfalls von diesen Erkenntnissen zu profitieren, Z. B. in Form von Nachahmung von einfachen bis zu komplexen Bewegungen von Videoaufzeichnungen. (Beobachtungstraining)

„Menschen verfügen bereits von Geburt an über komplexe Fähigkeiten zur Kommunikation. Kleinkinder ahmen Handlungen nicht nur einfach nach, sie können diese auch aus der Perspektive des anderen realisieren und nachvollziehen.

„Die angeborenen Spiegelsysteme des Säuglings können sich nur dann entfalten und weiterentwickeln, wenn sie durch geeignete soziale Interaktionen stimuliert werden.“ (Bauer 2005, Sentker Wigger 2009)

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissioemed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

Offensichtlich sind auch Elefanten mit Spiegelneuronen ausgestattet und zur Selbsterkenntnis fähig. Elefanten, die mit einer lebensgroßen Spiegelplatte konfrontiert werden betrachten im Spiegel erst eingehend ihren Körper, bewegen ihren Rüssel systematisch von einer Seite zur anderen oder stecken den Rüssel mehrmals hintereinander in ihr Maul. Ein auf ihre Stirn gemaltes Kreuz betasteten sie ausführlich mit ihrer Rüsselspitze. Die Forscher sind der Meinung, dass vergleichbar den Delfinen und Menschenaffen, den Elefanten ein gewisses Bewusstsein ihrer selbst nicht abgesprochen werden kann. (Waal 2006)

Vorschlag für Folien

Spiegelneurone

Spiegelneurone feuern (**motorische Hirnrinde Sprachzentrum**),

• wenn ein Mensch nach einem **Objekt greift**.

• wenn Alltagstätigkeiten (gemeinsam ein Packet tragen, Tanzen, Tisch decken, **Gespräche** führen usw.) koordiniert werden sollen.

• wenn entsprechende Bewegungen beim anderen Menschen **beobachtet** werden.

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissimed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

**„Die angeborenen Spiegelsysteme des
Säuglings können sich nur dann entfalten
und weiterentwickeln, wenn sie durch
geeignete soziale Wechselbeziehungen
stimuliert werden.“**

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissioemed.de e-mail:memory-liga@t-online.de

Literaturhinweise:

- Ayan SJ:** Spiegeln, Spiegeln macht Verstand. Kurzer Abriss der Spiegelzellforschung. *Gehirn & Geist* 2/2004, 69-71
- Aziz-Zadeh L, Iacobini M, Zaidel E, Wilson S, Mazziotta J (2004)** Left hemisphere motor facilitation in response to manual action sound. *Eur J Neurosci* 19: 2609-2612
- Aziz-Zadeh L, Koski L Zaidel E, Mazziotta J, Iacobini M (2006):** Lateralisation of the human mirror neuron system. *J Neurosci* 26:2964-2970
- Bangert M, Altemueller EO (2003).** Mapping perception to action in piano practise a longitudinal DC-EEG study. *BCM Neurosci* 4:26
- Bangert M, Hausler U, Altemueller EO (2001)** On practise how the brain connects piano keys and piano sounds *Ann NY Acad Sci* 930: 425-428
- Bangert M, Peschel T, Schlaug G, Rotte M, Drescher D, Hinrichs H, Heinze HJ, Altemueller EO (2006)** Shared networks for auditory and motor processing in professional pianists: evidence from fMRI conjunction *NeuroImage* 30:917-926
- Bangert M, Jurgens U, Hausler U, Altemueller EO (2006)** Classical conditioned responses to absent tones *BCM Neurosci* 7:60
- Bauer J:** Warum ich fühle, was Du fühlst. Intuitive Kommunikation und das Geheimnis der Spiegelneurone, Hofmann und Campe, Hamburg 2005
- Baumann S, Koenke S, Meyer M, Lutz K, Jancke L (2005)** A network for sensory-motor integration: what happens in the auditory cortex during piano playing without acoustic feedback? *Ann NY Acad Sci* 1060: 186-188
- Bengtsson SL, Ullen F (2006)** Dissociation between melodic and rhythmic processing during piano performance from musical scores. *NeuroImage* 30: 272-284
- Bengtsson SL, Ehrsson HH, Forsberg H, Ullen F:** Dissociating brain regions controlling the temporal and ordinal structure of learned movement sequences. *Eur J Neurosci*. 19, 2591-2602 (2004)
- Binkofski F, et al.** Das Spiegelneuronensystem und seine Rolle in der neurologischen Rehabilitation. *Neurologie & Rehabilitation* 2004;10(3):113-120
- Binkofski F, Buccino G:** Der Nachmacher Effekt. *Gehirn&Geist* 10/2006, 41-43
- Binkofski F, Buccino G:** The role of premotor cortex in action. Execution and action understanding: *J Physiology* 99(4-6), 2006, 396-405
- Binkofski F, Ertelt D, Dettmers Ch, Buccino G:** 2004. Das System für Bewegungsbeobachtung/Bewegungsausführung und seine Rolle in der neurologischen Rehabilitation. *Neurol Rehabil.* 10, 1-10
- Binkofski F, Buccino G:** (2004) Motor functions of Broca's region. *Brain Lang* 89:362-369
- Blood A, Zatorre R:** Intensely Pleasurable Responses to Music Correlate with activity in Brain Regions Implicated in Reward and Emotions. In: *Proceedings of the national Academy of Science* 98, 2001, 11818-11823
- Blood A, Zatorre R, Bermudez P, Evans AC.** 1999. Emotional responses to pleasant and unpleasant music correlate with activity in pralimbic brain regions. *Net Neurosci* 2, 382-387
- Bonda E, Petrides M, Frey S, Evans A (1995)** Neural correlates of mental transformations of the body-in-space *Proc Natl acad Sci USA* 92: 11180-11184
- Buccino G LuiF, Canessa N, Patteril, Lagravinese G, Benuzzi F, Porro CA, Rizzolatti G.:** Neural circuits involved in the recognition of actions performed by nonconspecifics: a fMRI Study. *J Cognitive Neuroscience* 16 (1), 2004, 114-126
- Buccino G, Binkofski F, Riggio L:** The mirror system and action recognition *Brain Lang* 2004 May;89(2):370-376
- Buccino G, Binkofski F, Fink GR, Fadiga L, Fogassi L, Gallese V, Seitz RJ, Zilles K, Rizzolatti G, Freund HJ:** 2001. Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study. *Eur. J. Neurosci* 13, 400-404
- Buccino G, Vogt S, Ritzl A, Fink GR, Zilles K, Freund HJ, Rizzolatti G.** 2004. Neuronal circuits underlying imitation learning of hand actions: an event-related fMRI study. *Neuron* 42, 323-334
- Buccino G., Solodkin A, Small S.** 2006. Function of the mirror neuron system: implications for neurorehabilitation. *Cogn Behav Neurol* 19, 55-63
- Buccino G, Binkofski F, Fink GR, Fadiga L, Fogassi L, Gallese V, Seitz RJ; Zilles K, Rizzolatti G, Freund HJ:** Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: An fMRI study. *European J Neuroscience* 13:400-404, 2001
- 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. *Brain Res Cogn Brain Res* 24: 355-363
- Burton MW, Small SL, Blumstein SE:** The role of segmentation in phonological processing: an fMRI investigation. *J Cogn Neurosci.* 12, 679-690, 2000
- Calvo Merino B, Glaser DE, Grezes J, Passingham RF, Haggard P:** Action Observation and acquired motor skills: An fMRI study with expert dancers. In: *Cerebral Cortex* 15, 2004, S. 1243-1249
- Celnik P, Stefan K, Hummel F, Duque J, Classen J, Cohen LG., 2006.** Encoding a motor memory in the older adult by action observation. *NeuroImage* 29, 677-684
- Cisek P, Kalaska JF (2004)** Neural correlates of mental rehearsal in dorsal premotor cortex. *Nature* 431:993-996
- Chen JL, Penhune VB, Zatorre RJ:** Moving on time: Brain network for auditory Motor synchronisation is modulated by rhythm complexity and musical training *J Cog Neurosci* Feb 1, 2008; 20(2): 226-239
- Clark H, Krych M:** Speaking while monitoring addresses for understanding. In: *J. Memory and Language* 50, 2004, S. 62-81
- Dapretto M, Davies MS, Pfeiffer JH, et al:** Understanding emotions in others: Mirror neuron dysfunction in children with autism spectrum disorders. In: *Nature Neuroscience* 9(1), 2006, 28-30
- D'Ausilio A:** The role of the mirror system in mapping complex sounds into actions *J. Neurosci* May 2007; 27(22):5847-5848
- D'Ausilio A, Altemueller EO, Olivetti Belardinelli M, Lotze M (2006)** Cross modal plasticity of the motor cortex while listening to a rehearsed musical piece. *Eur J. Neurosci* 24:955-958:
- Decety J, Grèzes J, Costes N, Perani D, Jeannerod M, Procyk E, Grassi F, Fazio F:** Brain activity during observation of actions. Influence of action content and subject's strategy. *Brain*, 120: 1763-1777, 1997
- Decety J, Grèzes J (1999)** Neural mechanism subserving the perception of human actions. *Trends Cogn Sci* 3:172-178
- DeSouza LH, Hewer RL, Lynn PA, Miller S, Reed GA.** 1980. Assessment of recovery of arm control in hemiplegic stroke patients: 2.. Comparison of arm functioning tests and pursuit tracking in relation to clinical recovery. *Int Rehab. Med.* 2, 10-16
- Dönges J:** Mensch, du alte Plaudertasche. *Gehirn & Geist_Darwins Erbe* 1/2009, 26- 32
- Duncan PW, Wallace D, Lai SM, Johnson D, Embretson S, Laster LJ:** 1999. The stroke impact scale version 2.0. Evaluation of reliability, validity, and sensitivity to change. *Stroke* 30, 2131-2140

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissimed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

- Ertelt D** et al: Movement observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. *Neuroimage in press* 2006
- Ertelt D**, Small S, Solodkin A, Dettmers C, McNamara A, Binkofski F, Buccino G: Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. *NeuroImage* 36(2007) T164-T173
- Fadiga I**, Fogassi I, Pavesi G, Rizzolatti G. 1995. Motor facilitation during action observation: a magnetic stimulation study. *J. Neurophysiol.* 73, 2606-2611
- Fadiga I**, Craighero L, Buccino G, Rizzolatti G (2002) Speech listening specifically modulates the excitability of tongue muscles: a TMS study. *Eur J Neurosci* 15: 399-402
- Falk D**: Prelinguistic evolution in early hominins: Whence Motherese? In: *Behavioral and Brain Sciences* 2004, 27(4), S. 491-503
- Fitch WT**, Hauser MD: Computational constraints on syntactic processing in a nonhuman primate. *Science*, 303: 377-380, 2004
- Forgas, J. P.** (eds.): *Language and social situations*. New York: Springer (1985)
- Forgas, J. P.**: *Language and social situations*. Springer, New York (1985)
- Forgas, J.P.**: Feeling and speaking: Mood effects on verbal communication strategies. *Personality and social psychology bulletin*. Sage publ. Inc. Vol. 25, No. 7 (1999), S. 850-864
- Forgas, J. P.**: *Soziale Interaktion und Kommunikation. Eine Einführung in die Sozialpsychologie*. 2. Auflage Beltz Psychologie Verlags Union, Weinheim (1994)
- Formisano, E**, Kim DS, Di Salle F, van de Moortele PF, Ugurbil K, Goebel R: Mirror-symmetric tonotopic maps in human primary auditory cortex. *Neuron*. 2003 Nov 13;40(4): 859-869
- Gallese V**, Fadiga L, Fogassi L, Rizzolatti G. 1996. Action recognition in the premotor cortex. *Brain* 119, No. 2, S. 593-609
- Gangitano M**, Mottaghy FM, Pascual-Leone A (2004) Modulation of premotor mirror neurons activity during observation of unpredictable grasping movements *Eur J Neurosci* 20:2193-2202
- Garrod S**, Pickering MJ: Why is conversation so easy. *Trends Cogn Sci* 2004 Jan;8(1):8-11
- Gaschler K**: Spiegelneurone: Die Entdeckung des Anderen. *Gehirn&Geist* 10/2006, 26-33
- Grafton ST**, Arbib MA, Fadiga L, Rizzolatti G (1996) Localisation of grasp representations in humans by positron emission tomography. 2. Observation compared with imagination *Exp Brain Res* 112:103-111
- Grafton ST**, Hazeltine E, Ivry RB (2002) Motor sequence learning with nondominant left hand. A PET functional imaging study *Exp Brain Res* 146: 369-378
- Grezes J**, Decety J (2001) Functional anatomy of execution, mental simulation, observation, and verb-generation of actions: a meta-analysis. *Hum Brain Mapp* 12:1-19
- Grezes J**, Armony JL, Rowe J, Passingham RE (2003): Activations related to "mirror" and "canonical" neurones in the human brain: an fMRI study *NeuroImage* 18:928-937
- Hamilton A**, Wolpert D, Frith U (2004) Your own action influences how you perceive another person's action *Curr Biol* 14: 493-498
- Hamzei F**, Rijntjes M, Dettmers C, Glauche V, Weiller C, Büchel C (2003) The human action recognition system and its relationship to Broca's area: an fMRI study *NeuroImage* 19:637-644
- Hanakawa T**, Parikh S, Bruno MK, Hallett M (2005) Finger and face representations in the ipsilateral precentral motor areas in humans *J Neurophysiol* 93: 2950-2958
- Hari R**, Forss N, Avikainen S, Kiviskari E, Salenius S, Rizzolatti G, 1998. Activation of human primary motor cortex during action observation: a neuromagnetic study. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 95, 15061-15065
- Haslinger B**, Erhard P, Altenmüller E, Schroeder U, Boecker H, Ceballos-Baumann AO (2005) Transmodal sensorimotor networks during action observation in professional pianists *J Cogn Neurosci* 17:282-293
- Hauk O**, Shtyrov Y, Pulvermüller F (2006) The sound of actions as reflected by mismatch negativity: rapid activation of cortical sensory-motor networks by sound associated with finger and tongue movements. *Eur J Neurosci* 23:811-821
- Hauser MD**, Chomsky N, Fitch WT: The faculty of language: What is it, who has it, and how did it evolve? *Science*, 298: 1569-1579, 2002
- Hauser MD**, McDermott J: The evolution of the music faculty: a comparative perspective. *Nat Neurosci.* 2003 Jul;6(7):667-668
- Heiser M**, Iacobini M, Maeda F, Marcus J, Mazziotta JC (2003) The essential role of Broca's area in imitation *Eur J Neurosci* 17:1123-1128
- Hanke M**: *Magazin Festspielhaus Baden-Baden* 2005/2, S. 68-
- Haslinger B**, Erhard P, Altenmüller E, Schroeder U, Boecker H, Ceballos-Baumann AO: 2005. Transmodal sensorimotor networks during action observation in professional pianists *J. Cogn Neurosci.* 17, 282-293
- Hinterhuber, H**: *Die Seele*, Springer, Wien, 2001, 195, 204-205
- Hüther G**: *Brainwash: Einführung in die Neurobiologie für Pädagogen, Therapeuten und Lehrer* Original-Aufzeichnung einer Vorlesung in St. Gallen, März 2006; www.auditorium-netzwerk.de Jokers Edition
- Hüther G**: *Bedienungsanleitung für das Gehirn* Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 2001, 2006
- Hüther G**: *Die Macht der inneren Bilder*. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen
- Hüther G**: *Die Evolution der Liebe* Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen
- Hüther G**: *Biologie der Angst* Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen
- Hüther G**: *Wie aus Stress Gefühle werden*. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen
- Iacobini M**, Molnar-Szakacs I, Gallese V, Buccino G, Mazziotta JC, Rizzolatti G (2005) Grasping the intentions of others with one's own mirror neuron systems. *Public library of science biology* 3(3), 2005, 529-535; *PloS Biol* 3: e79
- Iacobini M** (2005) Neural mechanism of imitation. *Curr Opin Neurobiol* 15:632-637
- Iacoboni M**, Woods RP, Brass M, Bekkering H, Mazziotta IC, Rizzolatti G. 1999. Cortical mechanism of human imitation. *Science* 286, 2526-2528
- Jackendorf R**, Lerdahl F: The capacity for music: what is it and what's special about it? *Cognition* 100 33-72 (2006)
- Jackendorf R**: Possible stages in the evolution of language. *Trends in Cognitive Sciences*, 3; 272-279, 1999
- Janata P**, Grafton ST (2003) Swinging in the brain: shared neural substrates for behaviors related to sequencing and music *Nat Neurosci* 6:682-687
- Johannes-Berg**, Dawes H, Guy C, Smith SM, Wade DT, Matthews PM, 2002. Correlation between motor improvements and altered fMRI activity after rehabilitation therapy. *Brain* 125, 2731-2742

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissimed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

- Keyers C, Kohler E, Umiltà MA, Nanetti L, Fogassi L, Galesse V:** Audiovisual mirror neurons and action recognition. *Exp Brain Res.* 153, 628-636 (2003)
- Keyers K:** Interview von Steve Ayan: Mit den Fingern denken. *Gehirn&Geist* 10/2006, 34-36
- Kilner JM, Paulignan Y, Blakemore SJ (2003)** An interference effect of observed biological movement on action *Curr Biol* 13:522-525
- Kilner JM, Vargas C, Duval S, Blakemore SJ, Sirigu A (2004)** Motor activation prior to observation of a predicted movement. *Nat Neurosci* 7: 1299-1301
- Kim SG, Ashe J, Hendrich K, Ellermann JM, Merkle H, Ugurbil K, Georopoulos AP (1993)** Functional magnetic resonance imaging of motor cortex: hemispheric asymmetry and handedness. *Science* 261:615-617
- Koechlin E, Jubault T (2006):** Broca's area and the hierarchical organisation of human behavior. *Neuron* 50: 963-974
- Koelsch S, Mulder J., 2002.** Electric brain responses to inappropriate harmonies during listening to expressive music. *Clin Neurophysiol.* 113, 862-869
- Koelsch S, Gunter TC, Cramon D, Zysset S, Lohmann G, Friederici AD. 2002.** Bach speaks: a critical cortical "language-network" serves the processing of music. *NeuroImage* 17: 956-966
- Koelsch S, Fritz T, Cramon DY, Muller K, Friederici AD. 2006.** Investigating emotion with music: an fMRI study. *Hum Brain Mapp.* 27: 239-250
- Koelsch S, Kasper E, Sammler D, Schulze K, Gunter T, Friederici AD:** Music, language and meaning: brain signatures of semantic processing. *Nat Neurosci.* 2004 Mar;7(3):302-307 Epub 2004 Feb 22 Comment in: *Nat Neurosci* 2004 Mar; 7(3): 203-204
- Kohler E, Keyers C, Umiltà MA, Gallese V, Rizzolatti G.:**Hearing sounds, understanding actions: action representation in mirror neurons. *Science* 297, 846-848 (2002)
- Kopiez R:** Der Einfluss kognitiver Strukturen auf das Erlernen eines Musikstücks am Instrument. Frankfurt a. M. Lang 1990 (Dissertation)
- Kopiez R, Weihs C, Ligges J, Lee J (2006):** Classification of high and low achievers in music sight reading task. *Psychol Music* 36: 5-26
- Krams M, Rushworth MF, Deiber MP, Frackowiak RS, Passingham RE (1998)** The preparation and suppression of copied movements in the human brain. *Exp Brain Res* 120: 386-398
- Lahav A, Saltzman E, Schlaug G:** Action representation of sound: audiomotor recognition network while listening to newly acquired actions. *J Neurosci* 2007 Jan 10; 27(2): 308-314
- Lahav A, Boulanger A, Schlaug G, Saltzman E (2005)** the power of listening: auditory-motor interactions in musical training. *Ann NY Acad Sci* 1060: 189-194
- Langheim FJ, Callicott JH, Mattay VS, Duyn JH, Weinberger DR (2002)** Cortical systems associated with covert music rehearsal. *NeuroImage* 16:901-908
- Lauer G:** Spiegelneuronen. Über den Grund des Wohlgefallens an der Nachahmung. In: Eibl K, Mellmann K, Zymner R (Hg.): *Im Rücken der Kulturen.* Paderborn 2007
- Liberman AM, Mattingly IG:** The motor theory of speech perception revised. *Cognition* 21, 1-36, 1985
- Lotz M, Scheler G, Tan HR, Braun C, Birbaumer N (2003)** The musicians brain: functional imaging of amateurs and professionals during performance and imagery. *NeuroImage* 20:1817-1829
- Lotz M, Heymans U, Birbaumer N, Veit R, Erb M, Flor H, Halsband U (2006)** Differential cerebral activation during observation of expressive gestures and motor acts. *Neuropsychologia* 44: 1787-1795
- Maess B, Koelsch S, Gunter TC, Friederice AD (2001)** Musical syntax is processed in Broca's area: an MEG study *Nat Neurosci* 4: 540-545
- Mechelli A, Crinion JT, Long S, Friston KJ, Ralph MAL, Patterson M, McClelland JL, Price CJ (2005):** Dissociation reading processes on the basis of neuronal interactions. *J Cog Neurosci* 17: 1753-1765
- Molnar-Szakacs I, Iacobini M, Koski L, Mazziotta JC (2005)** Functional segregation with pars opercularis of the inferior frontal gyrus: evidence from fMRI studies of imitation and action observation. *Cereb Cortex* 15:986-994
- Mithen S:** *The Singing Neanderthals.* Harvard University Press, Cambridge 2006
- Nelissen K, Luppino G, Vanduffel W, Rizzolatti G, Orban GA (2005)** Observing others: multiple action representation in the frontal lobe. *Science* 310: 332-336
- Nishitani N, Hari R (2000)** Temporal dynamics of cortical representation for action. *Proc Natl Acad Sci USA* 97:913-918
- Ozdemir E, Norton A, Schlaug G (2006)** Shared and distinct neural correlates of singing and speaking. *NeuroImage* 33:628-635
- Page SJ, Levine P, Sisto S, Johnson MV. 2001.** A randomized efficacy and feasibility study in acute stroke. *Clin. Rehabil.* 15:233-240
- Parsons LM, Fox P, Downs J, glass T, Martin C, Jerabek P, Lancaster J (1995):** Use of the implicit motor imagery for visual shape discriminations as revealed by PET. *Nature* 375: 54-58
- Parsons LM, Sergent J, Hodges D, Fox P (2005):** The brain basis of piano performance. *Neuropsychologia* 43: 199-215
- Patel AD:** Musical rhythm, linguistic rhythm, and human evolution. *Music Perception* 24, 99-104 (2006)
- Patel AD, Balaban E 2000.** Temporal patterns of human cortical activity reflect tone sequence structure. *Nature* 404: 80-84
- Patel AD:** Language, music, syntax, and the brain. *Nature Neuroscience* 6: 674-681, 2003
- Patuzzo S, Fiaschi A, Manganotti P (2003)** Modulation of motor cortex excitability in the left hemisphere during action observation: a single- and paired-pulse transcranial magnetic stimulation study of self- and non-self-action observation. *Neuropsychologia* 41: 1272-1278
- Platel H, Price C, Baron JC, Wise R, Lambert J, Frakowiak RS, Lechevalier B, Eustache F (1997)** The structural components of music perception. A functional anatomical study *Brain* 120: 229-243
- Paus T, Perry DW, Zatorre RJ, Worsley KJ, Evans AC:** Modulation of cerebral blood flow in the human auditory cortex during speech: role of motor to sensory discharges. *Europ J Neurosci* 8, 2236-2246 (1996)
- Pickering MJ, Garrod S:** Toward a mechanistic psychology of dialogue *Behav Brain Sci* 2004 Apr;27(2):169-190
- Pizzamiglio L, Aprile T, Spitoni G, Pitzalis S, Bates E, D'Amico S, Di russo F (2005)** Separate neural systems for processing action- or non-action-related sounds. *NeuroImage* 24: 852-861
- Porro CA, Franciscato MP, Cettolo V, Diamond ME, Baraldi P, Zuiani C, Bazzocchi M, di Prampero PE (1996)** Primary motor and sensory cortex activation during motor performance and motor imagery: a functional magnetic resonance imaging study. *J Neurosci* 16: 7688-7698
- Pulvermuller F (2001)** Brain reflections of words and their meaning. *Trend Cogn Sci* 5: 517-524
- Ramachandran VS:** *Phantoms in the brain: Human Nature and the Architecture of the mind.* Fourth Estate 1999 ISBN 1857028953
- Recanzone GH; Merzenich MM; Schreiner CE:** Changes in the distributed temporal response properties of SI Cortical neurons reflect improvements in performance on a temporally based tactile stimulation. *J Neurophysiology* Vol 67, Nr. 5, May 1992
- Rijntjes M, Dettmers C, Buchel C, Kiebel S, Frackowiak RS, Weiller C (1999)** A blueprint for movement: functional and anatomical representations in the human motor system *J Neurosci* 19:8043-8048

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissioemed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

- Rizzolatti G, Craighero L.** 2004. The mirror-neuron system. *Annual Rev. Neurosci.* 27, 169-192
- Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V:** Mirrors in the mind. *Scientific American Bd.* 295, Nr. 5 Nov 2006, S. 30-37
- Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, Fogassi L.** 1996. Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Brain Res. Cogn. Brain Res.* 3, 131-141
- Rizzolatti G, Fogasi S, Gallese V:** Neurophysiological mechanism underlying the understanding and imitation of action. *Neurosci* 2, 661-670, 2001
- Rizzolatti G, Arbib MA:** Language within your grasp. *Trends Neurosci* 21, 188-194, 1998
- Rizzolatti G, Buccino G:** In: Dehane S, Duhamel JR, Hauser MD, Rizzolatti G (eds.): *From monkey brain to human brain* 213-233 (MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2005)
- Schellenberg EG, Hallam S:** Music listening and cognitive abilities in 10- and 11-year-olds: the blur effect. *Ann N Y Acad Sci* 2005 Dec; 1060: 202-209
- Schellenberg EG, Bigand E, Poulin-Charronat B, Garneir C, Stevens C:** Children's implicit knowledge of harmony Western music. *Dev Sci* 2005 Nov; 8 (6): 551-566
- Schlaug G, Janke L, Huang Y, Staiger JF, Steinmetz H:** Increased corpus callosum size in musicians. *Neuropsychologia.* 1995 Aug;38(8):1047-1055
- Schlaug G, Norton A, Overy K, Winner E:** Effects of music training on the child's brain and cognitive development. *Ann N Y Acad Sci* 2005 Dec; 1060: 219-230
- Schlaug G, Janke L, Huang Y, Staiger JF, Steinmetz H (1995):** Increased corpus callosum size in musicians. *Neuropsychologia* 33: 1047-1055
- Schon D, Gordon RL, Besson M (2005)** Musical and linguistic processing in song perception *Ann NY Acad Sci* 1060: 71-81
- Schön D, Boyer M, Moreno S, Besson M, Peretz I, Kolinsky R:** Songs as an aid for language acquisition *Cognition* 2007 Apr 30 (Epub ahead of print)
- Schön D, Gordon RL, Besson M:** Musical and linguistic processing in song perception *Ann n Y Acad Sci* 2005 Dec;1060:71-81
- Schubotz RI, von Cramon DY (2004)** Sequences of abstract nonbiological stimuli share ventral premotor cortex with action observation and imagery *J Neurosci* 24: 5467-5474
- Sebanz N, Knoblich G, Prinz W (2003).** Your task is my task. Shared task representations in dyadic interactions, In: Alterman, Kirsh D (eds.) *Proceedings of the 25th Annual Meeting of the cognitive Science Society (S. 1070-1075)* Mahwah: NJ: Erlbaum
- Sebanz N, Knoblich G, Stumpf L, Prinz W (2005):** Far from action blind: Representation of others' actions in individuals with autism. *Cognitive Neuropsychology* 22(3-4),433-454
- Seitz RJ, Hoflich P, Binkofski F, Tellmann L, Herzog H, Freund HJ.** 1998. Role of the premotor cortex in recovery from middle cerebral artery infarction. *Arch. Neurol.* 55, 1081-1088
- Seitz RJ, Binkofski F, Freund HJ.** 2002. Motor dysfunction and recovery. In: Bogousslavsky J (ed.). *Long-term effects of stroke.* Marcel Dekker, New York, pp. 105-147
- Sentker A, Wigger F (Hrsg.)** Schaltstelle Gehirn. Erkennen, Denken, Handeln, Spektrum akademischer Verlag Heidelberg 2009
- Sergent J, Zuck E, Terriah S, MacDonald B (1992):** Distributed neural network underlying musical sight-reading and keyboard performance. *Science* 257: 106 -109
- Sluming V, Brooks J, Howard M, Downes JJ, Roberts N:** Broca's area supports enhanced visuospatial cognition in orchestral musicians. *J. Neurosci.* 2007 Apr 4; 27(14): 3799-3806
- Sluming V, Barrick T, Howard M, Cezayirli E, Mayes A, Roberts N (2002):** Voxel-based morphometry reveals increased gray matter density in Broca's area in male symphony orchestra musicians. *NeuroImage* 17: 1613-1622
- Singer T, Seymour B, O'Doherty J, et al:** Empathy for pain involves the affective but not the sensory components of pain. In: *Science* 303(5661),2004, S. 1157-1162
- Singer T, Kraft U:** Zum Mitfühlen geboren. *Gehirn & Geist* 4/2004, 32-37
- Stefan K, Cohen LG, Duque J, Mezzocchio R, Celnik P, Sawaki L, Ungerleider L, Classen J.** 2005. Formation of a motor memory by action observation. *J. Neurosci.* 25, 9339-9346
- Stewart L, Henson R, Kampe K, Walsh V, Turner R, Frith U (2003)** Brain changes after learning to read and to play music. *NeuroImage* 20: 71-83
- Tettmanti M, Weniger D:** Broca's area: a supramodal hierarchical processor? *Cortex* 2006 May; 42(4): 491-494
- Tettmanti M:** Language, Acquisition and Processing: Hierarchically Organized cognitive Processes. Ph.D. Thesis. Zürich university of Zürich 2003
- Tettmanti M, Alkadhi H, Moro A, Perini D, Kollias S, Weniger D:** Neural correlates for the acquisition of natural language syntax. *NeuroImage,* 17: 700-709, 2002
- Tettmanti M, Buccino G, Saccuman MC, Gallese V, Danna M, Scifo P, Fazio F, Rizzolatti G, Cappa SF, Perani D:** Listening to action-related sentences activates fronto-parietal motor circuits. *J Cognitive Neuroscience,* 17: 273-281, 2005
- Theoret H, Pascual-Leone A (2002)** Language acquisition: do as you hear. *Curr Biol* 12: R736-R737
- Thierry G, Giraud AL, Price C (2003)** Hemispheric dissociation in access to the human semantic system *Neuron* 38: 499-506
- Thornton IM, Knoblich G (2006)** Action perception: seeing the world through a moving body. *Curr Biol* 16: R27-R29
- Vangheluwe S, Suy E, Wenderoth N, Swinnen SP (2005)** Learning and transfer of bimanual multifrequency patterns: effector-independent and effector-specific level of movement representation *Exp Brain Res* 1-12
- Frans de Waal:** Proceedings of the national academy of science Website: [doi10.1073/pnas.0608062103](https://doi.org/10.1073/pnas.0608062103)
- Warren JE, Sauter DA, Eisner F, Wiland J, Dresner MA, Wise RJS, Rosen S, Scott SK:** Positive emotions sPreferentially Engege an auditory-Motor „Mirror“ Sytem. *J Neuroscience* Dec 13, 2006 26(50): 13067-13075
- Waters A, Underwood G, Findlay J (1997):** Studying expertise in music reading: use of a pattern-matching paradigm. *Percept Psychophys* 59: 477-488
- Watkins KE, Strafella AP, Paus T:** Seeing and hearing speech excites the motor system involved in speech production. *Neurophysiologia* 41, 989-994 (2003)
- Weiller C:** 2. Internationales Symposium des Kompetenznetzwerkes Schlaganfall (ISKNS), Berlin März 2008: http://www.kompetenznetz-schlaganfall.de/183.0html?=-6no_cache=1&tx_ttnews%5Btt_news
- Westermann G, Reck Miranda E:** A new model of sensorimotor coupling in the development of speech. *Brain Lang* 2004 May; 89(2): 393-400
- Wicker B, Keysers C, Plailly J et al.:** Both of us disgusted in my insula: the common neural basis of seeing and feeling disgust. In: *Neuron* 40(3) 2003, 655-664

Studium generale: Projekt

© Herausgeber: Prof. Dr. med. Bernd Fischer www.wissimed.de e-mail: memory-liga@t-online.de

Wilson SM, Saygin AP, Sereno MI, Iacobini M (2004) Listening to speech activates motor areas involved in speech production. *Nat Neurosci* 7: 701-702

Wolf T (1976): A cognitive model of musical sight reading. *J Psycholinguist Res* 5: 143-171

Wolf SL, Lecraw DE, Barton LA, Jann BB.1989. Forced use of hemiplegic upper extremities to reverse the effect of learned nonuse among chronic stroke and head-injured patients. *Exp. Neurol.* 104, 125-132

www.bmbf.de Macht Mozart schlau

www.geo.de/singen

www.musikmagieundmedizin.com/standard_seiten/neurosemantik2.html

www.stangl-taller.at/Arbeitsblaetter/Gedaechtnis/ModellInhalt.shtml

Zatorre RJ, Chgen JL, Penhune VB: When the brain plays music: auditory-motor interactions in music perception and production. *Neuroscience* Vol 8 Jul 2007, S. 547-558

Zatorre RJ, Evans AC, Meyer E, Gjedde A: Lateralisation of phonetic and pitch processing in speech perception. *Science* 256, 846-849, 1992

Zatorre RJ, Belin P, Penhune VB (2002) Structure and function of auditory cortex: music and speech. *Trends Cogn Sci* 6: 37-46