
This item was submitted to [Loughborough's Research Repository](#) by the author.
Items in Figshare are protected by copyright, with all rights reserved, unless otherwise indicated.

Verkörperlichte Kognitionen oder warum 42 rechts ist. [Embodied cognition or why 42 is on the right side]

PLEASE CITE THE PUBLISHED VERSION

<http://www.weidler-verlag.de/Reihen/NRh/nrh19/nrh19.html>

PUBLISHER

Weidler

VERSION

AM (Accepted Manuscript)

PUBLISHER STATEMENT

Reproduced with permission of the publisher

LICENCE

CC BY-NC-ND 4.0

REPOSITORY RECORD

Bahnmueller, Julia. 2015. "Verkörperlichte Kognitionen Oder Warum 42 Rechts Ist. [embodied Cognition or Why 42 Is on the Right Side]". Loughborough University. <https://hdl.handle.net/2134/13109681.v1>.

Verkörperlichte Kognition oder warum 42 rechts ist

In unserem Alltag nehmen wir recht leichtfertig hin, dass wir als Individuen dazu in der Lage sind, auf höchst komplexe Art und Weise eigenständig zu handeln, Handlungen anderer zu verstehen, aber auch mit anderen Individuen zu interagieren, zu kommunizieren, zu kooperieren. Das große Wort Kognition schwingt in diesem ersten Satz unabdinglich mit. Wir können unsere Aufmerksamkeit gezielt, aber auch scheinbar unwillentlich auf wichtige Reize in unserer Umgebung lenken; andere, irrelevante oder gar störende Reize vermögen wir auszublenden. Wir sind in der Lage, uns an Geschehenes zu erinnern und Wissen unterschiedlichster Art abzuspeichern. Wir vermögen mit all unseren Sinnen wahrzunehmen, was in unserer Umgebung geschieht, und gleichzeitig über unsere Handlungen und Ziele zu wachen. Ob nun in individuellen oder sozialen Kontexten, in einem komplexen Zusammenspiel prägen diese Fähigkeiten, wie und was wir erfahren und lernen, wie und wann wir (re-)agieren, und schließlich was wir wann wie interpretieren. Die gewonnenen Erfahrungen wiederum prägen all das, was uns zukünftig widerfahren mag.

Wie gehen all diese Dinge vor sich? Ziel dieses Beitrages kann es keineswegs sein, die Funktionsweise dieses Zirkels, oder vielmehr dieses unaufhörlichen Prozesses, aufzudecken. Vielmehr soll auf den Ansatz verkörperlichter Kognition eingegangen werden, der – im Unterschied zu anderen (kognitions-) wissenschaftlichen Theorien – mit einbezieht, wie unsere körperliche Erfahrungen und unser konkret-sinnliches Erleben all unser Denken und Handeln beeinflussen, ohne dass wir es zwingend bemerken. Genauer soll im Folgenden anhand ausgewählter Erkenntnisse in Bezug auf zwei Symbolsysteme – Sprache und Zahlen – die Idee der verkörperlichten Kognition dargestellt und deren potentieller Nutzen für Individuen sowie für sozial-interaktive (Gesprächs-) Situationen diskutiert werden.

1. Nicht alles bleibt abstrakt

Lange Zeit herrschte in kognitionspsychologischer Forschung die Meinung vor, unser Gehirn sei eine hochkomplexe Maschine, in der – mehr oder weniger abgeschnitten von der uns umgebenden Welt – abstrakte Denkprozesse vor sich gehen, zu deren Verständnis motorische oder (multi-) sensorische In-

formationen wohl kaum einen entscheidenden Beitrag leisten können. Mögliche Wechselwirkungen zwischen solchen menschlichen kognitiven Systemen und der jeweils spezifischen Umwelt schienen von geringer Relevanz, um grundlegende kognitive Prozesse verstehen zu können. Dass aber vielleicht genau die Interaktion mit unserer Umwelt und die Tatsache, dass dieses System einen dazugehörigen Körper besitzt, ein Verstehen erst zu ermöglichen vermag, wurde erst später in theoretische Überlegungen und empirische Vorgehensweisen eingebettet. Diese Idee aufgreifend, entstand der immer weiter wachsende Forschungsbereich der sogenannten verkörperlichten Kognition. Verkörperlichte Kognition beschreibt hierbei die Annahme, dass der Ursprung abstrakter Repräsentationen unterschiedlichster Art (z.B. von Sprache) in körperlichen, multi-sensorischen Erfahrungen zu finden ist und weiter, dass diese physikalischen, multi-sensorischen Erfahrungen unaufhörlich abstrakte Repräsentationen oder auch sogenannte höhere kognitive Funktionen formen.¹ Jede Interaktion mit unserer Umwelt hinterlässt also Spuren (i.S.v. physikalischen, multisensorischen Informationen über Dinge, Situationen oder Erlebnisse) in unserem Gehirn, die alles zukünftige Erleben beeinflussen.

1.1 Sprachverarbeitung

Die Idee der verkörperlichten Kognition lässt sich im Bereich der Sprachforschung recht anschaulich beschreiben: Es konnte beispielsweise gezeigt werden, dass auf Worte (Objekte² oder auch Verben³), die sich typischerweise auf den oberen (z.B. Vogel oder aufsteigen) bzw. unteren (z.B. Boden oder fallen) vertikalen Raum beziehen, schneller mit einer Bewegung nach oben bzw. unten reagiert werden kann. Ein ähnliches Ergebnis zeigte sich bei der Untersuchung von Sätzen, die Aktionsverben enthalten: Bewegungen, die vom Körper wegführen, werden zügiger ausgeführt, wenn auch der präsentierte Satz eine Bewegung weg vom Körper inkludiert (z.B. eine Schublade öffnen vs. schließen).⁴ Studien dieser Art legen nahe, dass Sprache mit räumlichen, körperlichen Erfahrungen verknüpft ist und auch, dass wir diese Verknüpfung verwenden, um Sprache (möglichst) effizient zu nutzen und zu verstehen.

Behaviorale Befunde dieser Art legen also nahe, dass durch Sprache spezifische Aktionssimulationen induziert bzw. gebahnt werden, die dann auch auf neuronaler Ebene identifizierbar sein müssten. Diese Funktionsweise er-

1 Barsalou 2008; Wilson 2002; für einen Überblick im Bereich der Sprache, siehe Jirak et al. 2010.

2 Lachmair et al. 2011.

3 Dudschig et al. 2012.

4 Glenberg/Kaschak 2002.

innert stark an die sogenannter Spiegelneuronen. Spiegelneuronen sind Neuronen, die feuern, wenn eine Bewegung ausgeführt wird, aber auch, wenn eine Bewegung bei einem anderen Individuum beobachtet wird. Sie feuern also letztlich perspektivunabhängig.⁵ Zum Beispiel wurden in diesem Zusammenhang in einer bildgebenden Studie von Buccino und Kollegen⁶ unterschiedliche Handlungen (z.B. nach einem Ball greifen, mit dem Bein auf ein Pedal drücken) auf einem Bildschirm präsentiert. Es zeigte sich, dass allein durch die Beobachtung dieser Aktionen handlungsspezifische (d.h., somatotope) Aktivierungsmuster im motorischen Kortex identifiziert werden konnten. Durch die Beobachtung einer Beinbewegung waren folglich diejenigen motorischen Areale aktiv, die auch bei der Durchführung einer solchen Bewegung zu finden sind.

In recht ähnlicher Form scheinen auch Sprachinhalte Aktionssimulationen zu induzieren. Es zeigte sich beispielsweise, dass durch das Hören von Sätzen, die Aktionen mit Mund, Armen oder Beinen beinhalteten, in ähnlicher Weise Aktivierungsmuster in den zu erwartenden motorischen Hirnarealen zu finden sind.⁷ Diese Erkenntnisse legen nahe, dass nicht nur die Beobachtung anderer Akteure, sondern auch Sprache unser Handeln bzw. die Planung unserer Handlungen lenkt und bahnt. Sprache ist also mit körperlichen Aktionen direkt verknüpft.

Offen ist an diesem Punkt, ob die Verknüpfung von Sprachinhalt und körperlicher Erfahrung eine Einbahnstraße ist: ob also der Sprachinhalt nur die körperliche Erfahrung beeinflusst, und nicht umgekehrt. Dieser Frage wurde beispielsweise von Pulvermüller und Kollegen⁸ nachgegangen. Genauer untersuchten sie in einer TMS-Studie (transkranielle Magnetstimulation), inwiefern motorische Körperfunktionen unser Sprachverständnis beeinflussen. Hierzu wurden den Studienteilnehmern arm- und beinbezogene Wörter (z.B. falten bzw. wandern) sowie Pseudowörter präsentiert. Die Aufgabe bestand darin, so schnell wie möglich bedeutungsvolle Wörter zu identifizieren. Kurz vor der Präsentation eines jeden Wortes wurde jeweils entweder der motorische Bereich für Arm oder Bein in der linken Hemisphäre stimuliert. Tatsächlich konnten die Autoren zeigen, dass bedeutungsvolle armbezogene Worte schneller identifiziert werden konnten als beinbezogene Worte, wenn zuvor der motorische Bereich für Arm stimuliert worden war. Und umgekehrt: Wenn der motorische Bereich für Bein stimuliert wurde, war die Identifikation schneller bei beinbezogenen im Vergleich zu armbezogenen

5 Fischer/Zwaan 2008.

6 Buccino et al. 2001.

7 Tettamanti et al. 2005.

8 Pulvermüller et al. 2005.

Worten. Eine andere Herangehensweise, um herauszufinden, ob Motorik unser Sprachverstehen beeinflusst, ist Personen, zu untersuchen, deren motorische Fähigkeiten aufgrund von bestimmten Krankheitsbildern oder Läsionen in motorischen Hirnarealen eingeschränkt sind. Boulenger und Kollegen⁹ beispielsweise fanden keinen Einfluss von Aktionsverben auf Reaktionszeiten bei Parkinsonpatienten. Bak und Kollegen¹⁰ berichten von einer selektiven Störung der Verarbeitung von Verben bei zwei Patienten – Vater und Sohn – die motorische Funktionsstörungen aufwiesen. Zudem zeigen sich Defizite bei der Verarbeitung von Verben bei Vorliegen einer degenerativen Motoneuronenerkrankung (Amyotrophe Lateralsklerose = ALS).¹¹ Sowohl Untersuchungen an gesunden Stichproben als auch an Patienten mit eingeschränkten motorischen Fähigkeiten deuten demnach darauf hin, dass die Verarbeitung lexikalisch-semantischer Informationen von der Integrität des motorischen Systems abhängt.

Insgesamt zeigt sich also, dass es sich beim Zusammenspiel von Sprache und motorisch-sensorischen Erfahrungen keineswegs um eine Einbahnstraße handelt. Sprache nimmt Einfluss darauf, wie wir in unserer Umwelt agieren und reagieren, und wird umgekehrt selbst von motorisch-sensorischen Eindrücken gelenkt.

1.2 Zahlenverarbeitung

In jüngster Zeit rückt auch im Bereich der numerischen Kognition der Einfluss verkörperlichter Kognitionen immer mehr in den Fokus des Forschungsinteresses. Die verkörperlichte numerische Repräsentation beschreibt hierbei eine spezifische Assoziation zwischen Zahl und körperlichem, multi-sensorischem Input wie beispielsweise dem Fingerzählen. Gemäß neueren Befunden beeinflussen solche körperlich-sensorischen Erfahrungen die räumliche Repräsentation von Zahlen (den sogenannten mentalen Zahlenstrahl) und auch deren Entwicklung.¹²

Parallel zu Ergebnissen, die bereits für Sprachverstehen dargelegt wurden, lässt sich zeigen, dass körperliche Erfahrungen auch die Verarbeitung von Zahlen beeinflussen. In unterschiedlichsten Studien konnte bereits gezeigt werden, dass Zahlen Einfluss auf unser motorisch-körperliches Handeln nehmen. So zeigte sich beispielsweise, dass eine öffnende Greifbewegung schneller initiiert werden kann, wenn zuvor eine große Zahl (im Vergleich zu

9 Boulenger et al. 2008.

10 Bak et al. 2006.

11 Bak/Hodges 2004.

12 Z.B. Fischer/Brugger 2011, Moeller et al. 2012.

einer kleinen Zahl) dargeboten wurde. Umgekehrt führten kleine Zahlen zu einer schnelleren Initiierung von schließenden Greifbewegungen.¹³

Auch für die umgekehrte Beziehung gibt es Evidenz. In einer recht einfach konzipierten Studie wurden Probanden gebeten, ihren Kopf hin und her zu drehen und jeweils eine zufällige Zahl zu nennen, wenn ihr Kopf ganz nach rechts bzw. ganz nach links gedreht war.¹⁴ Es zeigte sich, dass bei der rechten Position größere Zahlen produziert wurden, als bei der linken Position. Dieser Befund lässt sich damit erklären, dass in westlichen Kulturkreisen der sogenannte mentale Zahlenstrahl in der Regel von links nach rechts orientiert ist, dass also größere Zahlen mit rechts und kleinere Zahlen mit links assoziiert werden. Diese auf vorhergehenden Erfahrungen basierende Assoziation scheint durch unsere aktuelle motorisch-körperliche Erfahrung aktiviert zu werden und beeinflusst so unser (numerisches) Denken und Handeln.

Weiterhin finden sich Hinweise, dass die Assoziation zwischen körperlich-sensorischen Erfahrungen und der Verarbeitung von Zahlen zum einen früh erlernt wird und bis ins Erwachsenenalter persistiert. Zum anderen zeigt sich, dass – ist diese Verbindung erst einmal hergestellt – die Assoziation von Zahl und körperlich-sensorischem Input höchst automatisch aktiviert wird. Im Bereich des Fingerzählens heißt das beispielsweise, dass der Einfluss unserer Finger auf die Verarbeitung von Zahlen nicht dann endet, wenn wir aufhören, unsere Finger zum Zählen und Rechnen zu verwenden. In einer Studie von Klein und Kollegen¹⁵ wurde hierzu der sogenannte „Sub-Basis-5 Effekt“ bei erwachsenen Probanden untersucht. Dieser Effekt äußert sich darin, dass die Bearbeitungsdauer bei Aufgaben, bei denen eine 5er-Grenze überschritten wird (z.B. $2 + 4$), länger ist, als bei Aufgaben, die diese Grenze nicht überschreiten (z.B. $7 + 2$). Dieser Befund deutet darauf hin, dass sogar bei Erwachsenen, die ihre Hände nicht mehr zum Zählen verwenden, automatisch die verkörperlichte Repräsentation von Zahlen (hier: die fünf Finger einer Hand) mit aktiviert wird und so die Verarbeitung von Zahlen beeinflusst.

Verkörperlichte Kognition im Bereich der Numerik schließt nicht nur das Fingerzählen bzw. Greifbewegungen mit ein. Inzwischen wurden erste Untersuchungen durchgeführt, die den Einfluss weiterer körperlich-sensorischer Erfahrungen (z.B. Arm- oder Beinbewegungen) und deren Zusammenhang mit numerischen Fähigkeiten ergründen. Dies wird zum Beispiel anhand von Größenvergleichsaufgaben, die auf einer digitalen Tanzmatte durchgeführt werden,¹⁶ oder auch anhand von Zahlenstrahlaufgaben, bei denen entlang ei-

13 Andres et al. 2004.

14 Loetscher et al. 2008.

15 Klein et al. 2011.

16 Fischer et al. 2011.

nes auf dem Boden präsentierten Zahlenstrahls gelaufen wird,¹⁷ realisiert. Diese Aufgaben erfordern einerseits eine aktive körperliche Bewegung, die die numerischen Eigenschaften der Zahlen körperlich erfahrbar macht (z.B. große Bewegung ~ große Zahl, Bewegung nach rechts ~ große Zahl). Andererseits bestärken sie implizit die internale räumliche Repräsentation der Zahlengröße durch die Assoziation von Zahl und Raum. Interessanterweise stellte sich heraus, dass Aufgaben, die eine verkörperlichte, also zur Zahlenverarbeitung korrespondierende Bewegung beinhalteten, zu größeren Lernerfolgen führten als solche, die ohne verkörperlichten Aufgabenaspekt durchgeführt wurden. Verkörperlichte Kognitionen scheinen demnach tatsächlich funktional für unser Lernen und unsere kognitive Weiterentwicklung zu sein.

Für die Verarbeitung von Zahlen zeigt sich also ein zur Sprachverarbeitung ähnliches Muster. Auch hier finden sich zahlreiche Beispiele, die darauf hindeuten, dass Zahlen unsere motorisch-sensorische Verarbeitung lenken, doch gleichzeitig auch selbst von motorischen Informationen beeinflusst werden – und das nicht allein beim Erlernen numerischer Fähigkeiten, sondern auch bei ihrer kontinuierlichen Weiterentwicklung.

2. Fazit

Sowohl im Bereich der Sprach- als auch der Zahlenverarbeitung finden sich unzählige Beispiele dafür, dass unsere früheren und aktuellen motorischen und (multi-) sensorischen Erfahrungen unweigerlich mit unserem (sprachlichen und rechnerischen) Denken und Handeln verknüpft sind. Das heißt, eine theoretische oder empirische Betrachtung nur einer dieser Komponenten bliebe unvollständig.

Aus individueller und auch evolutionärer Perspektive scheint diese Verknüpfung von abstrakten Denkinhalten mit motorischen, (multi-) sensorischen Erfahrungen aus der unmittelbaren Umgebung durchaus nützlich, handelt es sich doch um ein Werkzeug zur Optimierung des individuellen Lern- und Verstehenszuwachses, bei dem letztlich alle zur Verfügung stehenden Ressourcen effektiv gefiltert und integriert werden. Oft nicht explizit wahrgenommen bzw. bewusst ausgeübt, ist diese Lern- und Verstehenshilfe in unserem Körper angelegt.

Neue Erfahrungen werden an alte Erfahrungen und altes Wissen angegliedert und verkörperlicht, entweder dadurch, dass man selbst eine Erfahrung macht oder auch dadurch, dass man andere dabei beobachtet. Hieraus

17 Link et al. 2013.

ergibt sich auch der direkte Nutzen für Kommunikation, Interaktion und Kooperation mit anderen. Einerseits kann aus der Interaktion ein persönlicher Nutzen erfolgen, da letztlich aus den Erfahrungen anderer gelernt wird. Andererseits stützen und erleichtern körperliche Handlungsweisen und (multi-)sensorische Erfahrungen das Verstehen und die Interpretation anderer verbaler und auch non-verbaler Inhalte. Diese zusätzlichen Informationen stellen relevante Faktoren dar, um zu entscheiden, ob wir mit jemandem kooperieren wollen oder nicht, und auch ob wir uns von jemandem überzeugen lassen wollen oder eben nicht. Ob wir nun bei der Diskussion über die bedrohlich scheinenden Wolken unweigerlich unseren Kopf nach oben richten und somit die Aufmerksamkeit unseres Gesprächspartners auf das gemeinsame Thema lenken, oder ob wir an der gebückten Haltung des Anderen erkennen, dass es ihm womöglich gerade nicht gut geht: durch Gestik, Mimik und Körperhaltung werden Kommunikationsinhalte begleitet und verständlich gemacht, aber auch Stimmungen und Einstellungen erzeugt und transportiert.¹⁸

Literatur

- Andres et al. 2004 = Michael Andres/Marco Davare/Mauro Pesenti/Etienne Olivier/Xavier Seron: Number magnitude and grip aperture interaction. In: *Neuroreport* 15, Nr. 18 (2004). S. 2773-2777.
- Bak et al. 2006 = Thomas H. Bak/Despina Yancopoulou/Peter J. Nestor/John H. Xuereb/Maria G. Spillantini/Friedemann Pulvermüller/John R. Hodges: Clinical, imaging and pathological correlates of a hereditary deficit in verb and action processing. In: *Brain* 129, Nr. 2 (2006). S. 321-332.
- Bak/Hodges 2004 = Thomas H. Bak/John R. Hodges: The effects of motor neuron disease on language: further evidence. In: *Brain Language* 89, Nr. 2 (2004). S. 354-361.
- Barsalou 2008 = Lawrence W. Barsalou: Grounded cognition. In: *Annual Review of Psychology* 59 (2008). S. 617-645.
- Barsalou et al. 2003 = Lawrence W. Barsalou/Paula M. Niedenthal/Aron K. Barbey/Jennifer A. Ruppert: Social embodiment. In: *Psychology of Learning and Motivation* 43 (2003). S. 43-92.
- Boulenger et al. 2008 = Véronique Boulenger/Laura Mechtouff/Stéphane Thobois/Emmanuel Broussolle/Marc Jeannerod/Tatjana A. Nazir: Word processing in Parkinson's disease is impaired for action verbs but not for concrete nouns. In: *Neuropsychologia* 46, Nr. 2 (2008). S. 743-756.
- Buccino et al. 2001 = Giovanni Buccino/Ferdinand Binkofski/Gereon Fink/Luciano Fadiga/Leonardo Fogassi/Vittorio Gallese/Rudiger J. Seitz/Karl Zilles/Giacomo

18 Vgl. hierzu auch die Beiträge von Dong-Seon Chang oder Laura Mega in diesem Band. Für eine weiterführende Betrachtung des sogenannten „Social Embodiment“, siehe z.B. Barsalou et al. 2003.

- Rizzolatti/Hans-Joachim Freund: Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study. In: *European Journal of Neuroscience* 13, Nr. 2 (2001). S. 400-404.
- Dudschig et al. 2012 = Carolin Dudschig/Martin Lachmair/Irmgard de la Vega/Monica De Filippis/Barbara Kaup: Do task-irrelevant direction-associated motion verbs affect action planning? Evidence from a Stroop paradigm. In: *Memory & Cognition* 40, Nr. 7 (2012). S. 1081-1094.
- Fischer/Brugger 2011 = Martin H. Fischer/Peter Brugger: When digits help digits: spatial-numerical associations point to finger counting as prime example of embodied cognition. In: *Frontiers in Psychology: Cognition* 2, Nr. 260 (2011). S. 17.
- Fischer/Zwaan 2008 = Martin Fischer/Rolf A. Zwaan: Embodied language: a review of the role of the motor system in language comprehension. In: *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 61, Nr. 6 (2008). S. 825-850.
- Fischer et al. 2011 = Ursula Fischer/Korbinian Moeller/Martina Bientzle/Ulrike Cress/Hans-Christoph Nuerk: Sensori-motor spatial training of number magnitude representation. In: *Psychonomic Bulletin & Review* 18, Nr. 1 (2011). S. 177-183.
- Glenberg/Kaschak 2002 = Arthur M. Glenberg/Michael P. Kaschak: Grounding language in action. In: *Psychonomic Bulletin & Review* 9, Nr. 3 (2002). S. 558-565.
- Jirak et al. 2010 = Doreen Jirak/Mareike M. Menz/Giovanni Buccino/Anna M. Borghi / Ferdinand Binkofski: Grasping language – A short story on embodiment. In: *Consciousness and Cognition* 19, Nr. 3 (2010). S. 711-720.
- Klein et al. 2011 = Elise Klein/Korbinian Moeller/Klaus Willmes/Hans-Christoph Nuerk/Frank Domahs: The influence of implicit hand-based representations on mental arithmetic. In: *Frontiers in Psychology: Cognition* 2, Nr. 197 (2011). S. 17.
- Lachmair et al. 2011 = Martin Lachmair/Carolin Dudschig/Monica De Filippis/ Irmgard de la Vega/Barbara Kaup: Root versus roof: Automatic activation of location information during word processing. In: *Psychonomic Bulletin & Review* 18, Nr. 6 (2011). S. 1180-1188.
- Link et al. 2013 = Tanja Link/Korbinian Moeller/Stefan Huber/Ursula Fischer/Hans-Christoph Nuerk: Walk the number line—An embodied training of numerical concepts. In: *Trends in Neuroscience and Education* 2, Nr. 2 (2013). S. 74-84.
- Loetscher et al. 2008 = Tobias Loetscher/Urs Schwarz/Michele Schubiger/Peter Brugger: Head turns bias the brain's random number generator. In: *Current Biologie* 18, Nr. 2 (2008). S. R60-R62.
- Moeller et al. 2012 = Korbinian Moeller/Ursula Fischer/Tanja Link/Mirjam Wasner/Stefan Huber/Ulrike Cress/Hans-Christoph Nuerk: Learning and development of embodied numerosity. In: *Cognitive Processing* 13, Nr. 1 (2012). S. 271-274.
- Pulvermüller et al. 2005 = Friedemann Pulvermüller/Olaf Hauk/Vadim V. Nikulin/Risto J. Ilmoniemi: Functional links between motor and language systems. In: *European Journal of Neuroscience* 21, Nr. 3 (2005). S. 793-797.
- Tettamanti et al. 2005 = Marco Tettamanti/Giovanni Buccino/Maria C. Saccuman/Vittorio Gallese/Massimo Danna/Paola Scifo/Ferruccio Fazio/Giacomo Rizzolatti/Stefano F. Cappa/Daniela Perani: Listening to action-related sentences activates fronto-parietal motor circuits. In: *Journal of Cognitive Neuroscience* 17, Nr. 2 (2005). S. 273-281.
- Wilson 2002 = Margaret Wilson: Six views of embodied cognition. In: *Psychonomic Bulletin & Review*, N. 9 (2002). S. 625-636.