

### **13-127-R "Verkörperertes Denken" nach Handamputation"**

Dr. Tamar R. Makin, University Oxford, Prof. Peter Brugger, Universität Zürich, Fr. 67'487.94

Der Begriff "embodied cognition" hat die Kognitionswissenschaften revolutioniert. Er lässt sich mit "verkörpertem Denken" übersetzen und beschreibt, wie scheinbar abstraktes Denken viel enger mit Anatomie und Funktion unseres Körpers verknüpft ist, als wir uns noch vor 20 Jahren hätten vorstellen können. Augenbewegungen nach rechts erleichtern Additionen, solche nach links Subtraktionen - der Zahlenstrahl, der sich (in unserer Kultur!) von links nach rechts aufbaut, ist klar in unserer Körperlichkeit verankert und keineswegs eine blosser Metapher.

Das Forschungsprojekt studierte den Einfluss des Verlustes einer Hand auf höhere Denkprozesse. Dabei interessierte, inwiefern eine Handprothese eine echte Hand auch in Bezug auf abstrakte kognitive Entscheidungen ersetzen kann. Indem Einhänder untersucht wurden, welche eine Hand in Folge eines Unfalls verloren hatten und solche, die mit nur einer Hand geboren wurden, konnten die Effekte der Plastizität als Reaktion auf Einhändigkeit untersucht werden.

#### **Wenn Denken leicht von der (Kunst)hand geht**

Dass die Amputation einer Hand zu weitreichenden Umorganisationen im sensorimotorischen Bereich führt ist seit längerem bekannt. So übernehmen das sensorische und motorische Handareal, die nach Verlust einer Hand keine direkten Sinneseindrücke von der Peripherie mehr enthalten, beziehungsweise mit keinen motorischen Impulsen mehr die Hand bewegen können, sensorische und motorische Verarbeitung von im Gehirn benachbart repräsentierten Körperteilen (speziell von Gesicht und Oberarm). Wie steht es aber mit höheren Entscheidungsprozessen bezüglich Bildern von Händen? Spiegelt sich der Verlust einer Hand im einfachen visuellen Kategorisieren von Bildern von Händen, Werkzeugen und Prothesen wider? Spielt es dabei eine Rolle, wie lange der Gebrauch einer echten Hand gedauert hat (Alter bei Amputation) und wie oft die Versuchsperson nach der Amputation eine Prothese benützt? Welche physiologischen Prozesse könnten allenfalls beobachteten Effekten verkörpertem Denkens zugrunde liegen?

Zwölf einseitig Handamputierte wurden untersucht, zwölf mit nur einer Hand Geborene und 21 Kontrollpersonen mit zwei Händen (7 Linkshänder). Alle (englischsprachigen) Personen lösten eine Aufgabe, die das rasche Kategorisieren von Händen, Kunst Händen (=Prothesen) und Werkzeugen verlangte (verbale Antwort "HAND" respektive "TOOL"). Unmittelbar vor dem zu kategorisierenden Bild wurde ein anderes Bild gezeigt, ebenfalls entweder eine Hand, Kunsthand oder ein Werkzeug. Dieses musste zwar visuell erfasst werden, sollte aber für die Entscheidung nach dem zweiten Bild explizit keine Rolle spielen (beide Bilder wurden für 32 ms gezeigt und durch ein 600-ms-Intervall getrennt). Aus solchen "Bahnungsexperimenten" mit relativ langem Interstimulusintervall ist bekannt, dass die Reaktionszeiten (RZ) länger sind, wenn sich zwei Reize der *gleichen* Kategorie folgen ("Negative Compatibility Effect", NCE, Boy & Sumner, 2010, J.Exp. Psychol. 892-905). Dieser Effekt für Zweihänder sollte repliziert werden. Dabei wurde kein vergleichbarer Effekt für Einhänder seit Geburt erwartet. Für Handamputierte wurde ein NCE vorausgesagt, der stärker sein würde, je länger eine Person Erfahrungen mit ihrer später verlorenen Hand gehabt hatte.

Abb.1 zeigt Stimulusbeispiele und die Resultate der RZ-Analysen, welche diese Hypothesen stützen (nicht gezeigt ist der Effekt, dass die Dauer des Prothesengebrauchs mit der Grösse des NCEs korrelierte).

Tatsächlich konnte auch auf physiologischer Ebene ein modulierender Effekt des Prothesengebrauchs nachgewiesen werden (Abb. 2). Dieser ist vergleichbar für Einhänder seit Geburt und Einhänder nach Handverlust und stellt ein neuropsychologisches Korrelat für verkörpertes Denken dar.

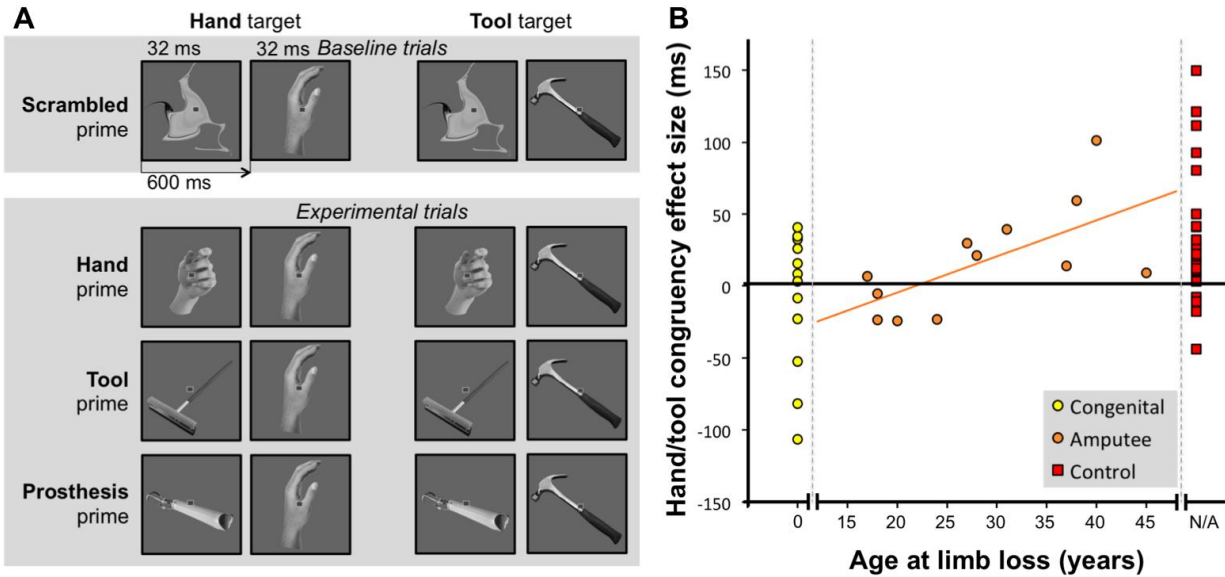


Abb.1: Ein Bahnungsexperiment, das die rasche Kategorisierung eines gezeigten Bildes verlangte. (A) Stimulusbeispiele, (B) Grösse des "Negative Compatibility Effect", der nicht vorhanden ist für Personen mit nur einer Hand seit Geburt und in zunehmendem Masse für Handamputierte, die den Gebrauch der Hand später im Leben verloren hatten.

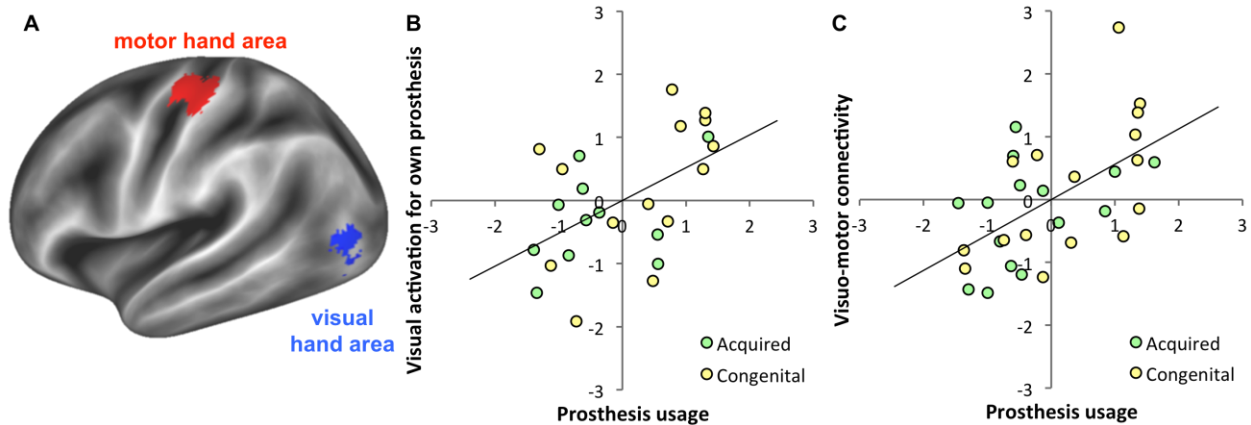


Abb.2: Motorische (rot) und visuelle (blau) kortikale Areale mit Spezifität für Handgebrauch respektive -beobachtung (A) hängen von der Dauer des Prothesengebrauchs ab. Mit zunehmendem Gebrauch finden sich höhere Aktivierungswerte in visuellen Handarealen während der Beobachtung der eigenen (inaktiven) Prothese in einem fMRI-Experiment (B) und einer höheren Konnektivität zwischen visuellem und motorischem Areal in einem Resting-State MR-Experiment (vorläufige Daten). Die Resultate zeigen, dass der Verlust einer einmal erlebten Hand nicht bloss Sensorik und Motorik verändert, sondern auch scheinbar abstrakte Denkprozesse wie die Kategorisierung von Bildern von Körperteilen und Werkzeugen. Tragen einer Kunsthand moduliert dabei die Plastizität verkörpernten Denkens. Die Frequenz des Prothesengebrauchs ist somit ausschlaggebend für die Konnektivität zwischen handspezifisch motorischen und visuellen kortikalen Arealen. Das Experiment zu verkörperlichtem Denken nach Handverlust erweitert das Grundlagenwissen zur neuronalen Plastizität und trägt so zu einem besseren Verständnis der Interaktionen zwischen Motorik, Wahrnehmung und Kognition bei.

Referenz: "Plastic category boundaries between hands and tools in prosthesis users", Autoren: Van der Heiligenberg FMZ, Yeung N, Brugger P, Culham JC, Makin TR.