

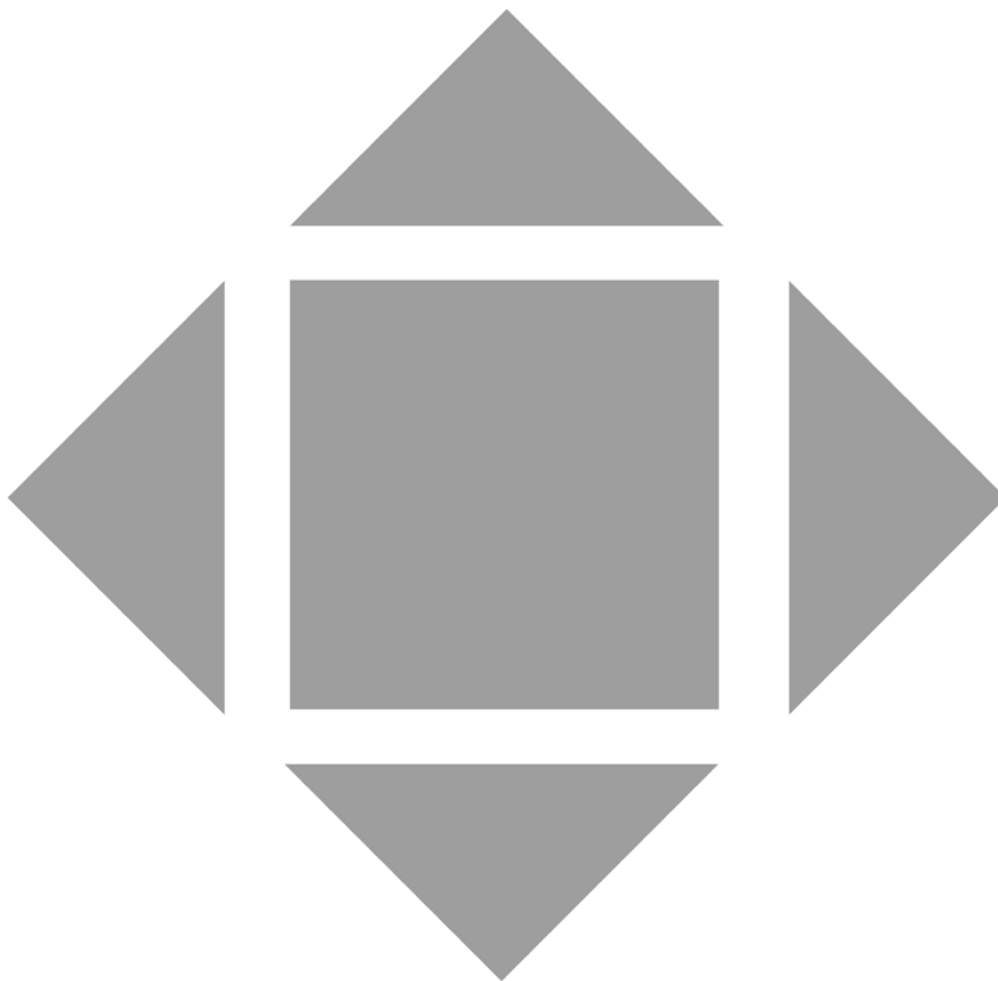
*Multidisciplinary Online Journal*

**HELIKON**



---

Fabian Bross (2010): Neurowissenschaft und Aphasietherapie. Die Constraint-Induced Aphasia Therapy (CIAT). In: Helikon. A Multidisciplinary Online Journal, 1. 124-142.



**[www.helikon-online.de](http://www.helikon-online.de)**  
info[YOUKNOWIT]helikon-online.de (Betreff: „Helikon“)

## **Neurowissenschaft und Aphasietherapie. Die Constraint-Induced Aphasia Therapy (CIAT)**

*Fabian Bross*

### **Prolegomena**

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit den Auswirkungen der Erkenntnisse der Neurowissenschaften auf die Therapie von chronischen Aphasien. In einem ersten Abschnitt sollen die grundlegenden Voraussetzungen der Aphasietherapie vor der Entwicklung dieses als Constraint-Induced Aphasia Therapy (CIAT) bekannt gewordenen Ansatzes umrissen werden. Der nächste Abschnitt behandelt die von Hebb (1949) entworfenen neurologischen Theorien des Lernens und ihre Rezeption in den modernen Neurowissenschaften. In einem weiteren Teil werden die Überlegungen von Hebb in einen Zusammenhang mit der Sprachverarbeitung und Aphasien gestellt. Hernach widmet sich ein Abschnitt experimentellen Ergebnissen der Tierforschung und daraus abgeleiteter Folgerungen für die Therapie von neurologischen Bewegungsstörungen, der Constraint-Induced Motor Therapy (CIMT), welche von Taub et al. (1993) entwickelt wurde. Anschließend soll die daraus unter anderem von Pulvermüller & Berthier (2008) abgeleiteten Forderungen an eine Aphasietherapie und die Ergebnisse ihrer Forschungen dargestellt werden. Zuletzt folgen Überlegungen, wie CIAT noch weiterentwickelt werden könnte.

### **Grundlegendes**

Aphasien entstehen durch Hirnschädigungen. In 65 bis 80 Prozent der Fälle durch eine Sauerstoffunterversorgung, ausgelöst durch einen linkshemisphärischen Hirninfarkt als Folge eines Schlaganfalls (vgl. Tesak 1997: 43). Bei etwa achtunddreißig von hundert Menschen die einen Herzinfarkt erleiden, treten Aphasien in unterschiedlich schweren Ausprägungen auf. In den ersten Wochen nach Auftreten einer Aphasie kann es zu einer Verbesserung des Zustandes und sogar zu Spontanremissionen kommen (vgl. Pedersen et al. 1995: 660). Diese Prozesse sind nach etwa einem Jahr abgeschlossen (vgl. Pederson, Vinter & Olsen 2004: 35). Während früher davon ausgegangen wurde, dass für die etwa 40-60 Prozent der Betroffenen, deren Aphasie chronisch wird (vgl. Pedersen, Vinter & Olsen 2004), keine Chance auf Besserung mehr besteht, konnte in den letzten Jahren mehr und mehr gezeigt werden, dass eine Verbesserung mit neuen Therapieformen (beispielsweise Meinzer et al. 2008) mit einer intensiven und sich über einen längeren Zeitraum erstreckenden Therapie (beispielsweise Bollinger, Musson & Holland 1993 oder Elman & Bernstein-Ellis 1999<sup>1</sup>) möglich ist. Einer dieser neueren Ansätze ist die CIAT.

### **Neurologische Prozesse des Lernens**

#### **Hebb'sches Lernen**

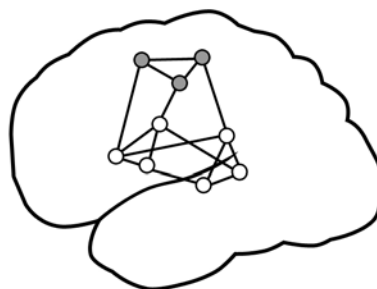
Der kanadische Psychobiologe Donald Olding Hebb (1949) erklärte sich Lernen dadurch, dass wenn zwei oder mehr Ereignisse in der Umwelt eines Individuums immer wieder gleichzeitig auftreten, das Individuum lernt, dass diese zusammen-

---

<sup>1</sup> Bei Elman & Bernstein-Ellis (1999) erstreckte sich der Therapiezeitraum über 16, bei Bollinger, Musson & Holland (1993) über 40 Wochen (2 X 20 Wochen mit 10 Wochen Pause).

gehören.<sup>2</sup> Auf neurobiologischer Ebene ging er davon aus, dass die Verbindungen zwischen Neuronen dann stärker werden, wenn diese gleichzeitig aktiv sind:

*The general idea is [...], that any two cells or systems of cells that are rapidly active at the same time will tend to become 'associated', so that activity in one facilitates activity in the other (Hebb 1949: 70).*



**Abbildung 1:** Exemplarisches, angenommenes Netzwerk eines Wortes (in diesem Fall ein Wort, das etwas mit dem Arm zu tun hat). Quelle: nach Pulvermüller (2005: 577).

Vice versa gilt, dass solche Nervenverbindungen, die einmal durch Hebb'sches Lernen hergestellt wurden, schwächer werden, wenn diese längere Zeit nicht aktiv sind bzw., dass die Verbindungen zwischen Zellen (oder Zellverbänden), die häufig unabhängig voneinander aktiviert werden, schwächer werden (oder erst gar keine Verbindungen zustande kommen) (vgl. dazu die Ausführungen in Pulvermüller & Berthier 2008: 565 und Pulvermüller 1999: 255).<sup>3</sup>

Forschungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass dieses Modell nicht an Aktualität eingebüßt hat und sich besonders die durch das dargestellte sogenannte Hebb'sche Lernen entstehenden neuronalen Netzwerke auch auf die Sprachverarbeitung – und im besonderen Maße auf die Verarbeitung und Speicherung von Konkreta<sup>4</sup> – übertragen lassen (für einen Überblick siehe Pulvermüller 1996 oder Wennekers, Garagnani & Pulvermüller 2006). Braitenberg & Pulvermüller (1992: 106f.) fassen ihre Auffassung von Hebb'schem Lernen wie folgt zusammen, indem sie davon ausgehen,

*daß die relevanten Dinge unserer Erfahrung Gruppen von Neuronen entsprechen, sogenannten Cell Assemblies [...]. Die einzelnen Nervenzellen einer solchen Assembly sind miteinander durch erregende Synapsen verknüpft, so daß das Aktivwerden eines Teils der Assembly die Aktivität der gesamten Assembly zur Folge hat: die Assembly zündet. [...] Dem Cell-Assembly-Gedanken liegt die Annahme zugrunde, daß Neuronen ihre synaptischen Verbindungen verstärken, wenn sie gleichzeitig aktiv sind (Hebb'sche Regel). So werden Einzelheiten, die zu einem Ding gehören und deshalb oft zusammen auftreten, im Innern des Gehirns zu einer Gesamtheit verbunden. [...] [Im Kortex] können auch weit auseinanderliegende Neuronen zu einer Einheit, zu einer Cell Assembly verbunden werden.*

<sup>2</sup> Hebb schreibt dazu: "I have made it an essential condition of learning that two events occur together" (Hebb 1949: 127).

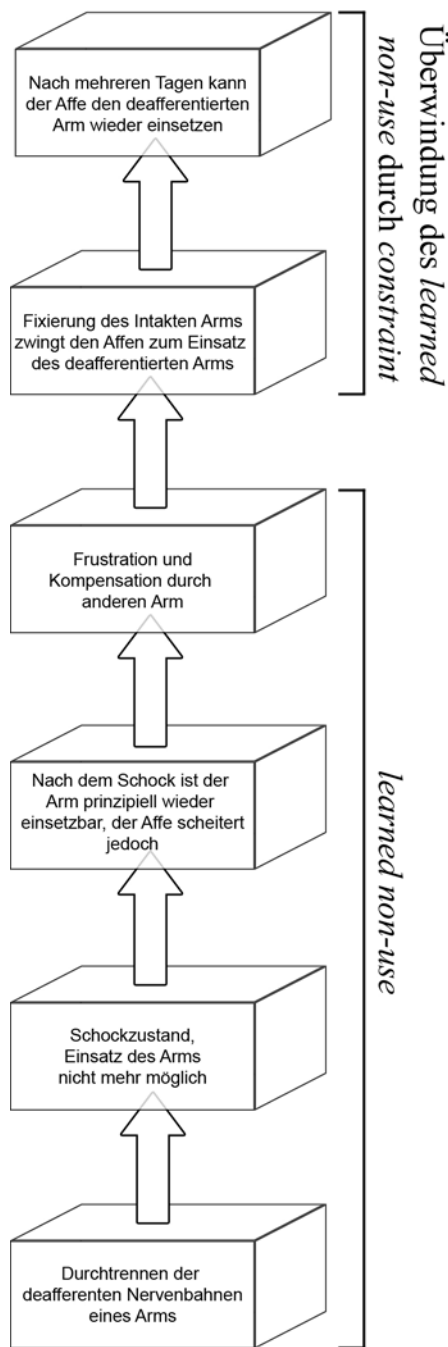
<sup>3</sup> Diese Annahme stellt eine Modifikation der ursprünglichen Ideen Hebb's dar.

<sup>4</sup> Dies gilt nur *cum grano salis*, denn Pulvermüller (1997) geht zum Beispiel davon aus, dass Konkreta über weitverzweigte Teile des Gehirns, über den perisylvischen Kortex hinaus, verarbeitet werden, dies jedoch nicht für abstrakte Begriffe gilt. Jüngere Arbeiten aus der kognitiven Linguistik sowie von Vertretern von *Embodiment*-Theorien konnten jedoch vermehrt Hinweise dafür finden, dass viele abstrakte Konzepte wie z.B. Zeit über konkrete Metaphern verarbeitet werden könnten (vgl. Boroditsky 2000, Boroditsky & Ramscar 2002 und Casasanto im Druck).

## Hebb'sches Lernen, Wortverarbeitung und Aphasie

Im 19. Jahrhundert nahm man allgemein an, dass Sprache in bestimmten Bereichen des Gehirns zu lokalisieren sei. Diese Annahmen gründeten sich auf Überlegungen und Forschungen von Persönlichkeiten wie die des deutschen Anatomen und Begründers der Phrenologie Franz Joseph Gall oder die der Chirurgen Paul Pierre Broca und Carl Wernicke (vgl. Gleason & Bernstein 1998: 53ff.). Die ursprüngliche Annahme, dass Sprache eng im Gehirn in so genannten Sprachzentren zu lokalisieren sei, wurde verstärkt ab den 90er Jahren des 20. Jahrhunderts in Frage gestellt. Heute geht man davon aus, dass sowohl die Artikulation, als auch die Wahrnehmung von Sprache neuronale Aktivität in beiden Gehirnhälften voraussetzt.<sup>5</sup> Leicht eingeschränkt ist dies dadurch, „[...] daß beim Rechtshänder [...] schon in frühen Entwicklungsstadien mehr Zellen der linken Hemisphäre an sprachverarbeitenden Prozessen beteiligt sind, als Neuronen der rechten“ (Pulvermüller 1997: 13). Daher treten Sprachstörungen nach linkshemisphärischen Läsionen häufiger auf als nach rechtsseitigen. Aus assoziationstheoretischer Sicht nimmt man an, dass Kinder Wörter lernen, indem sie feststellen, dass bestimmte Wörter gehäuft in Reizzusammenhängen auftauchen, in welchen die konkreten Gegenstände auf die mit den Wörter referiert wurde auftauchen: „Ein Wort wie ‚Blume‘ wird besonders häufig geäußert, wenn gerade eine Blume betrachtet, berührt, berochen oder gepflückt wird.“ (Pulvermüller 1997: 14). Neurobiologisch betrachtet ist es wahrscheinlich, dass sich so Neuronen des perisylvischen Netzwerks, welche die Repräsentation der Wortform darstellen, mit Neuronen aus anderen Regionen des Großhirns assoziieren, die gleichzeitig aktiv sind (z.B. Nervenzellen der Sehrinde). Ein angenommenes so entstandenes Netzwerk (sogenannte *cell assembly*) findet sich in Abbildung 1. Die weißen Punkte links der Fissura Sylvii deuten eine Aktivität im inferioren Motorkortex an (Broca-Areal), der für die Artikulation zuständig ist. Die weißen Punkte rechts der Fissura Sylvii deuten eine Aktivität im superioren Temporallappen an (Wernicke-Areal), der für die auditorische Verarbeitung eine Rolle spielt. In der Abbildung ist ein idealisiertes Netzwerk dargestellt. Die grau unterlegten Punkte repräsentieren eine Aktivität im superioren Motorkortex, da es im Beispiel um ein Wort geht, das etwas mit einer Bewegung zu tun hat (für einen kurzen Überblick über für Sprache relevante Areale im Gehirn siehe Ingram 2007: 10). Dieses idealisierte Bild geht auf eine fMRI-Studie von Hauk, Johnsrude & Pulvermüller (2004) zurück, in der gezeigt wurde, dass Wörter, die sich auf das Gesicht, die Arme oder auf die Beine beziehen, eine Aktivität in Gehirnbereichen evozieren, die entweder mit jenen Gehirnarealen, die bei der tatsächlichen Bewegung von Zunge, Finger oder den Füßen, aktiviert werden, identisch sind (bzw. sich überlappen) oder zumindest adjazent zu diesen sind. Genauer bedeutet dies, dass die Verarbeitung der Bedeutung von Wortformen, die häufig gleichzeitig mit einem visuellen Reiz auftreten, eine Aktivität des visuellen Kortex evoziert und die Verarbeitung der Bedeutung von Wortformen, die häufig im

<sup>5</sup> Diese auf Hebb'schem Lernen gestützten Theorien unterscheiden sich aber nicht nur von lokalistischen sondern auch von holistischen Theorien, die davon ausgehen, dass die Verarbeitung kognitiver Prozesse (wie z.B. Sprache) in gleichem Maße über das gesamte Gehirn/den gesamten Kortex verteilt sind, da der „Hebbian viewpoint [...] implies that the representation of, for example, an image may involve cortical areas entirely different from those contributing to the representation of, say, an odor“ (Pulvermüller 1999: 254).



**Abbildung 2:** Blockschema des *learned non-use* des „Taub’schen Affen“ und seine Überwindung

Zusammenhang mit einer Körperbewegung auftreten, Aktivität im Motorkortex und im prämotorischen Kortex hervorruft (vgl. Braitenberg & Pulvermüller 1992, Pulvermüller 1996, Hauk & Pulvermüller 2004, Shtyrov, Hauk & Pulvermüller 2004 und Moscoso del Prado Martin, Hauk & Pulvermüller 2006). Weiterhin löst die Verarbeitung von Wortformen, die häufig in einem Zusammenhang mit Geräuschen auftreten (z.B. Telefon), eine Aktivität im Gyrus temporalis aus, der bei der Verarbeitung der Geräusche ebenfalls aktiv ist (vgl. Kiefer et al. 2008).<sup>6</sup> Dies gilt natürlich nur für Konkreta, es besteht kein Grund anzunehmen, dass Funktionswörter mit Arealen außerhalb des perisyvischen Kortex verbunden sind (vgl. Pulvermüller 1997: 15), mit Ausnahme derjenigen Arealen des Motorkortex, welche für die Bildung der entsprechenden Wortform verantwortlich sind (vgl. Pulvermüller & Berthier 2008: 571f.).<sup>7</sup> Man nimmt an, dass bei Aphasien, aufgrund von Gehirnläsionen

*some of the neurons important for processing language, words, their relationship to each other, and their meanings, have been deleted, disconnected, or otherwise functionally impaired [...]. Also the connections between word representations, and between word and meaning representation, may have become so weak that it is no longer possible to find the right word for an object or action, or to continue a sentence in an appropriate manner (Pulvermüller & Berthier 2008: 565).*<sup>8</sup>

Sollen diese Verbindungen im Falle einer Zerstörung wiederhergestellt oder im Falle

<sup>6</sup> Pulvermüller & Berthier (2008) sprechen in solchen Fällen von sogenannten *language-action links*.

<sup>7</sup> Auch wenn sich mit einem solchen Modell die Wortverarbeitung prinzipiell erklärt werden kann, reichen assoziations-theoretische Betrachtungsweisen natürlich nicht aus, um Sprache als Gesamtphänomen zu erklären. Für einen Überblick über die hier vorgestellten Überlegungen siehe Pulvermüller (1997).

<sup>8</sup> Pulvermüller & Berthier (2008) verweisen hierbei unter anderem auf Dell et al. (1997).



einer Schwächung wieder gestärkt werden, so müssen diejenigen Neuronen, die für die motorische Ausführung (im Broca-Areal) und diejenigen Neuronen, die für die auditorische Wahrnehmung zuständig sind (im Wernicke-Areal) mit denjenigen, die für die mentale Repräsentation zuständig sind (wohl über den gesamten Kortex verteilt) so oft als möglich und so lange wie möglich (nach der Hebb'schen Regel) zusammen aktiv sein. Pulvermüller & Berthier (2008: 565) kommen so zu dem Schluss, dass aufgrund der Annahme von Hebb'schem Lernen, „more training will help more.“ Da davon ausgegangen werden kann, dass wenn Neuronen, die Teil einer *cell assembly* sind, aktiv sind („feuern“), sie die ganze *assembly* über exzitatorische Verbindungen aktivieren können (vgl. beispielsweise Pulvermüller & Preißl 1994: 76), sollte ein solches Training möglichst das gesamte Netzwerk umfassen. Sprachverarbeitungsmodelle wie hier dargestellt, unterscheiden sich von konnektionistischen Vorstellungen, deren Voraussagen zu Heilungsvorgängen deutliche Grenzen haben (beispielsweise Harley 1996: 20). Konnektionistische Modelle gehen meist von einer seriellen und hierarchischen Arbeitsweise des Gehirns aus, während der *hebbian view* hier von einer Gleichzeitigkeit ausgeht.<sup>9</sup>

### **Constraint induced motor therapy und learned non-use**

Pulvermüller & Berthier (2008) leiten in ihrem Überblicksartikel zur CIAT diesen Therapieansatz von neurowissenschaftlichen Erkenntnissen ab, die als Grundlage für die Therapie von neurologischen Bewegungsstörungen entwickelt wurden. Die Grundsätze dieser Constraint-Induced Motor Therapy (CIMT) wurden aus experimentellen Ergebnissen der Tierforschung von Taub et al. (1993) entwickelt.<sup>10</sup> Experimentell konnte gezeigt werden, dass ein Affe, dessen Arm durch eine Deafferentierung keine Berührungsempfindsamkeit mehr aufwies, diesen nicht mehr einsetzte und, dass dieser Nichtgebrauch aller Wahrscheinlichkeit nach die Folge eines erlernten Verhaltens war (vgl. Taub 1976, Taub 1977 oder Taub et al. 1994).<sup>11</sup> Der Affe hört auf die betroffene Extremität einzusetzen, da beim Versuch dies zu tun der gewünschte Erfolg ausbleibt.<sup>12</sup> Kurz nach der Deafferentierung befindet sich der Affe in einem Schockzustand, in dem es ihm nicht möglich ist, den Arm einzusetzen, hernach scheitert er beim Versuch ihn einzusetzen und hört schließlich auf dies zu versuchen und kompensiert die verlorene Funktion durch das Benutzen einer anderen Extremität. Obwohl nach Ende des Schockzustands der Einsatz der Extremität prinzipiell wieder möglich wäre, hat der Affe gelernt diese nicht mehr einzusetzen (sogenannter *learned non-use*, siehe auch Taub et al. 1998). Bei der CIMT wird davon ausgegangen, dass die Rehabilitation von Bewegungsstörung einer Extremität infolge eines Schlaganfalls ähnlichen Prozessen und damit ähnlichen Problemen unterliegt.<sup>13</sup> Ein Affe mit einer deafferentierten Extremität kann, so konnten beispielsweise Knapp, Taub & Berman (1963) zeigen, dazu gebracht

9 Siehe dazu die Überlegungen von Code als Antwort auf den Peer-review-Artikel von Pulvermüller (1999: 284).

10 Für einen Überblick siehe auch Taub et al. (1994) und Neininger et al. (2004).

11 Die Affen mit denen diese Experimente durchgeführt wurden, wurden vor allem in den 80er Jahren des 20. Jahrhunderts als *silver spring monkeys* aufgrund ihrer grausamen Haltung bekannt.

12 Genauer heißt das, dass der Affe etwa beim Klettern hinunterfällt (vgl. Taub et al. 1994: 283).

13 Sprich der Patient die entsprechende Extremität durch *learned non-use* verlernt einzusetzen.



werden, diese wieder einzusetzen, indem man ihn daran hindert, die noch intakte Extremität zu benutzen.<sup>14</sup> Dies kann auch Monate nachdem der Affe die deafferentierte Extremität schon nicht mehr einsetzen konnte, geschehen. Wird die Vorrichtung, welche den Affen daran hindert die noch eingesetzte Extremität zu benutzen nach einigen Tagen, wenn er den funktionsbeeinträchtigten Arm schon wieder erlernt hat einzusetzen, entfernt, führt dies dazu, dass er dessen Benutzung nach kurzer Zeit wieder einschränkt. Wird die Vorrichtung jedoch mehrere Tage lang nicht entfernt, beginnt der Affe den *learned non-use* zu überwinden (vgl. Taub et al. 1994: 283 und die kurze Überblicksdarstellung in Abbildung 2). Die Übertragung dieses Prinzips auf die Bewegungstherapie sowie die Einhaltung der zwei Prinzipien intensives Üben und *shaping* sind weitere Grundlagen von CIMT. Das Prinzip des intensiven Übens wird im nächsten Abschnitt behandelt. Beim *shaping* handelt es sich um ein Prinzip bei welchem schrittweise die Schwierigkeitsstufe einer Handlung, die zum gewünschten Therapieerfolg führen soll, erhöht und das Erreichen des jeweiligen Ziels belohnt wird (vgl. Peterson 2004 oder Taub et al. 1994: 282).

Taub et al. (1994: 283) kommen zu dem Ergebnis, dass die Wahrscheinlichkeit für den Affen Fehler bei der Wiedererlangung seiner Fähigkeiten zu machen durch ein schrittweises Vorgehen niedriger ist, dass das Training von Bewegungen und Tätigkeiten, die der Affe auch im täglichen Leben ausführen muss, bessere Ergebnisse erzielt, als künstliche Trainingssituationen und dass ein längeres und zeitintensiveres Training zu einem größeren Erfolg führt, als wenn dieses sich über einen kürzeren Zeitraum erstreckt und weniger Zeit investiert wird.

Die Übertragung dieser Ergebnisse auf Menschen, deren motorische Fertigkeiten infolge eines Schlaganfalles eingeschränkt sind, lag deshalb nahe, weil

[...] *stroke in humans often leaves patients with an apparently permanent loss of function in an upper extremity, although the limb is not paralyzed. In addition, the motor deficit is almost always unilateral. These factors are similar to the situation that exists after unilateral forelimb deafferentiation in monkeys* (Taub et al. 1994: 284).

In der traditionellen Literatur über schlaganfallinduzierte motorische Bewegungseinschränkungen wurde angenommen, dass es kaum Möglichkeiten gäbe Verbesserungen bei Patienten in einer chronischen Phase zu erzielen (für einen Überblick siehe Parker, Wade & Langton Hewer 1986 oder auch Duncan 1997). Taub et al. (1993) konnten, nachdem vorher schon versucht wurde, einzelne der beim Affen erfolgreichen Methoden anzuwenden (für einen Überblick siehe Taub et al. 1994: 286f.), in einer Vergleichsstudie zeigen, dass die erarbeiteten Prinzipien kombiniert mit einem Trainingsaspekt bei Patienten in einer chronischen Phase zu deutlichen Verbesserungen der Bewegungsfähigkeit der betroffenen Extremität führten. Die Tatsache, dass CIMT zu respektablen Ergebnissen führt, lässt darauf schließen, dass Bewegungsstörungen nach Schlaganfällen tatsächlich durch einen *learned non-use* hervorgerufen werden.<sup>15</sup>

---

14 Daher leitet sich der Begriff *constraint*, zu Deutsch ‚Hemmung‘ im Namen der Therapie ab.



Trotz der Tatsache, dass die Mechanismen, die dafür verantwortlich sind, dass CIMT zu einer Verbesserung der motorischen Fertigkeiten führt, nicht ganz geklärt sind (vgl. Alberts, Butler & Wolf 2004: 250), haben zahlreiche Studien gezeigt, dass mit CIMT zufriedenstellende Resultate erreicht werden können und dies auch dann wenn der Schlaganfall schon über ein Jahr zurücklag (siehe beispielsweise Kunkel et al. 1999, Liepert et al. 2001 oder Alberts, Butler & Wolf 2004; für einen Überblick siehe Taub, Uswatte & Elbert 2002).<sup>16</sup> Diese Ergebnisse gehen mit Beobachtungen konform, dass Menschen, die bestimmte Körperteile wie z.B. Finger verstärkt einsetzen auch eine verstärkte kortikale Repräsentation dieser Gliedmaßen aufweisen (vgl. beispielsweise Elbert et al. 1995 oder Sterr et al. 1998). Liepert et al. (2000) konnten zeigen, dass die kortikale Repräsentation bestimmter, durch einen Schlaganfall gelähmter Extremitäten (in dieser Studie eine Hand), nach einer CIMT signifikant größer war als zuvor. Dies ging mit einer Verbesserung der tatsächlichen Bewegungsfertigkeiten der Versuchspersonen einher.

## CIAT

Wie schon an der Ähnlichkeit der Namen CIMT und CIAT ersichtlich, handelt es sich bei zweiterer um eine Übertragung der Überlegungen der ersteren auf die Aphasietherapie. Es handelt sich um eine kommunikative Sprachtherapie, die neben den in der CIMT entwickelten Prinzipien Aspekte der kommunikativen Sprachspiele miteinbezieht (vgl. Pulvermüller 1990).<sup>17</sup>

### Die drei Prinzipien der CIAT

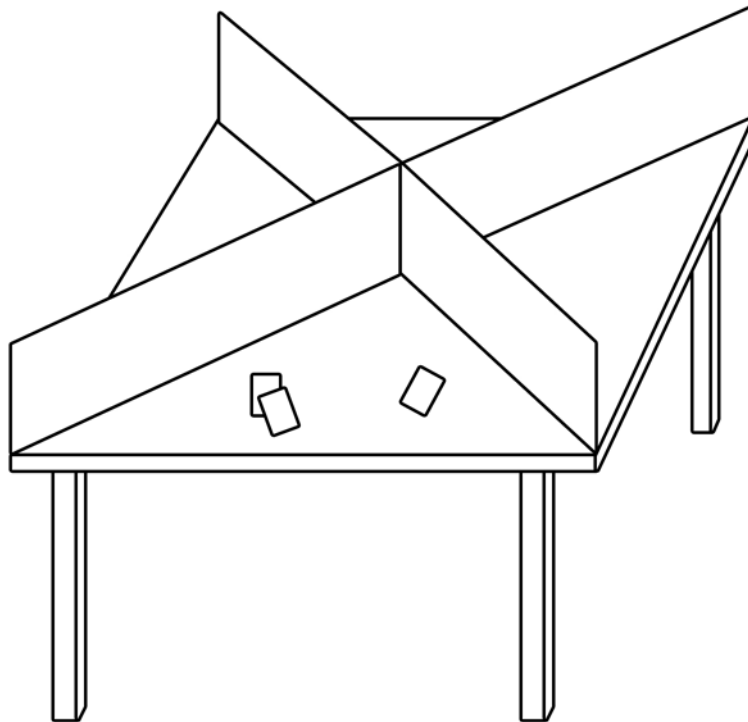
Das bereits angesprochene, aus Hebb'schem Lernen abgeleitete *Massed practice principle*, das ebenfalls im Falle der CIMT auf Grundlage der Überlegungen Taubs (beispielsweise Taub et al. 1994) angeklungen ist, lautet laut Pulvermüller & Berthier (2008: 566): „It is advantageous to maximise quantity (number of therapy hours) and frequency (number of therapy hours per time) of language therapy“ (intensives Üben). Wie Pulvermüller & Berthier (2008: 566) anmerken, handelt es sich dabei nicht um eine triviale Erkenntnis. Denn beispielsweise Lincoln et al. (1984) kamen zu dem Schluss, dass Aphasietherapie insgesamt keinen Sinn habe und nicht effektiv sei, was allerdings auf Grundlage von Studien behauptet wurde, die eine geringe Frequenz aufwiesen. Basso (2005: 983) kommt in ihrem Überblicksartikel zu dem selben Schluss wie Pulvermüller & Berthier (2008): „greater amounts of therapy have better chances to affect recovery positively“ und „we should consider intensive and long-lasting treatments“.

Das zweite Prinzip, das *behavioural relevance principle*, lautet nach Pulvermüller & Berthier (2008: 569): „It is advantageous to practise language in relevant action

15 Vgl. dazu Meinzer et al. (2007: 312): „[...] the success of CIMT suggests that the nonuse of a paretic extremity is learned during the early period after stroke, when physiological damage induces depression of function [...]“

16 Vor der Einführung der CIMT wurde bei schlaganfallbedingten Bewegungsstörungen wie auch bei schlaganfallbedingten Sprachstörungen davon ausgegangen, dass nach einem Übergang einer solchen Störung in eine chronische Phase (ca. nach einem Jahr) kaum noch eine Besserung der Lage des Patienten möglich sei. CIMT führt aber auch schon vor eintreten der chronischen Phase zu Verbesserungen (beispielsweise Wolf et al. 2009).





**Abbildung 3:** Beispiel für eine *language action therapy*. Vier Teilnehmer, darunter drei Aphasiker und ein Therapeut sitzen um einen Tisch, getrennt durch einen Sichtschutz. Von den auf dem Tisch liegenden Karten sind von jedem Typ zwei vorhanden. Ziel der Spieler ist es, je ein Paar der Karten, von der sie schon eine Karte besitzen zu erhalten. Dazu machen sie Anfragen an die Mitspieler. Die anderen müssen die Anfragen verneinen, wenn, sie die entsprechende Karte nicht haben oder nachfragen, wenn sie etwas nicht verstanden haben. (Quelle: verändert nach Neining 2004).

contexts.“ Dieses leitet sich aus den angeklungenen Überlegungen ab, dass “[...] perception- and action-related brain parts become active near simultaneously in language comprehension” (Pulvermüller & Berthier 2008: 567). Dies deckt sich mit aktuellen Theorien der Satzverarbeitungsforschung, die davon ausgehen, dass das Verstehen oder Äußern von Sätzen dergestalt von sich geht, dass eine sensomotorische Simulation des Gehörten oder Geäußerten konstruiert wird (z. B. Glenberg & Kaschak 2002 oder Zwaan 2004). Pulvermüller & Berthier (2008: 569) gehen davon aus, dass ein „action context may facilitate language processes.“<sup>18</sup>

Pulvermüller et al. (2001: 1621f.) gehen davon aus, dass das Vermeiden der Benutzung einer Gliedmaße nach einem Schlaganfall den gleichen Prinzipien unterliegt, wie Kompensierungsstrategien bei Aphasikern, die versuchen, diejenigen Kommunikationskanäle zu nutzen, auf die ökonomisch am leichtesten zugegriffen werden kann (was dementsprechend zu einem *learned non-use* führt). Szaflarski et al. (2008:247) identifizierten folgende Verhaltensweisen, die zu Kommunikationszwecken dienen, aber dem *learned non-use* zugerechnet werden: Zeigen, Gestikulieren (nicht im Sinne einer Zeichensprache), Pantomime, das Produzieren von onomatopoetischen Geräuschen (wie „brrrr“ für ein Motorrad), Zeichnen, das Benutzen eines spracherzeugenden Gerätschaft und Schreiben. Dementsprechend schlagen Pulvermüller et al. (2001: 1621f.) vor, diese Art der Kommunikation, wie den noch einsetzbaren

<sup>18</sup> Hierbei nimmt die CIAT auch explizit auf die Wittgenstein'schen Sprachspiele Bezug.



Arm des „Taub‘schen Affen“, zu unterbinden und *shaping*-Methoden einzusetzen, „to prevent repeated failure, its attendant frustration, and a return to patient’s everyday loathing in improved linguistic function[...]“<sup>18</sup>. Aus der Annahme, dass bei einer Sprachschädigung infolge eines Schlaganfalls der *learned non-use* eine Rolle spielt, leitet sich das dritte Prinzip, das *focusing principle*, ab.<sup>19</sup> Dieses soll verhindern, dass die Aphasiker Kommunikationssituationen vermeiden, die ihnen Schwierigkeiten bereiten: „It is advantageous to focus patients on their remaining language abilities, especially on those they avoid using“ (Pulvermüller & Berthier 2008: 571).<sup>20</sup>

### **Action-perception networks und semantic links**

Eine der grundlegenden Annahmen der CIAT<sup>21</sup> ist, dass eine Reorganisation von funktionell geschädigten Neuronenverbänden (entweder auf der Ebene einzelner Neuronen oder auf der Ebene der Verbindungen zwischen Neuronen/Neuronenverbänden), die für die Wort-/Satzverarbeitung von Bedeutung sind, durch das Ansprechen verschiedener Modalitäten erleichtert werden kann. Wie beispielsweise von Pulvermüller (2005) ausgeführt und auch schon angesprochen, sind Sprache und Handlung eng miteinander verknüpft. So werden bei der Verarbeitung von Wörtern, deren Bedeutung mit dem Fuß zu tun haben, eben auch solche Gehirnareale aktiviert, die bei einer tatsächlichen Bewegung des Fußes aktiv sind (siehe dazu wiederum Abbildung 1). Diese Annahme „accounts for our experience that when hearing the word ‚crocodile‘ we cannot help thinking of the respective object“ (Pulvermüller & Berthier 2008: 573)<sup>21</sup>. Aziz-Zadeh et al. (2006) konnten in einer fMRI-Studie zeigen, dass Probanden die Sätze lasen, die etwas mit Handlungen des Fußes, der Hand oder des Mundes zu tun hatten, eine mit der tatsächlichen Ausführungen dieser Handlungen kongruente Aktivierung des prämotorischen Kortex aufwiesen.<sup>22</sup> Diese und ähnliche Studien (vgl. Richter & Zwaan im Druck) unterstreichen die schon von Wittgenstein geäußerte Vermutung, dass „language is woven into action“.<sup>23</sup> Die Tatsache, dass *action* im Deutschen sowohl Handlung als auch Bewegung bedeutet, soll hier nicht zu einer Verwirrung führen. Ein *embodied view* sollte nicht nur einzelne sensorische und motorische Erfahrungen sondern auch ganze Handlungskontexte miteinbeziehen. Pulvermüller & Berthier (2008) argumentieren definitiv im Sinne eines *embodied views* und untermauern ihren handlungsorientierten Ansatz mit den Wittgenstein’schen Sprachspielen, indem sie betonen, dass in einer Aphasie-Therapie Sprache nicht in Isolation stehen darf sondern in einem relevanten Handlungskontext stehen muss. Damit ist für sie „the behavioural relevance principle [...] partly fulfilled“ (Pulvermüller & Berthier 2008: 576).

18 Pulvermüller & Berthier (2008: 570) schreiben sogar: „In the case of language impairments caused by stroke and other brain lesions, a process of learned non-use is **clearly evident** as well[...]“ (Hervorhebung von mir).

19 Interessant ist, dass hier nicht von einem *constraint*, sondern von *to focus* gesprochen wird.

20 Wie sie in Pulvermüller & Berthier (2008) vorgestellt wird.

21 Dies deckt sich gleichzeitig mit Untersuchungen zur Unterdrückung von ungewollten Gedanken. Für einen Überblick siehe Wegner (1992).

22 Mittlerweile kann schon allein aufgrund der Gehirnaktivität mit großer Genauigkeit, allerdings in einem stark restringierten Rahmen, vorhergesagt werden, welches Bild oder welches Wort (aus einer Auswahl) einem Probanden präsentiert wurde (vgl. Shinkareva et al. 2008 und Mitchell et al. 2008).



☉:☉:( 4 ):☉:☉

	<i>Cornix cornicatur.</i> die Krähe trechzet.	á á	Aa
	<i>Agnus balat.</i> das Schaf blöcket.	bé é é	Bb
	<i>Cicada stridet.</i> der Heuschreck zitschert.	ci ci	Cc
	<i>Upupa, dicit</i> der Widhopf/ruft	du du	Dd
	<i>Infans éjulat.</i> das Kind weinert.	é é é	Ee
	<i>Ventus flat.</i> der Wind wehet.	fi fi	Ff
	<i>Anser gingrit.</i> die Gans gackert.	ga ga	Gg
	<i>Os halat.</i> der Mund hauchet.	háb háb	Hh
	<i>Mus mintrit.</i> die Maus pffiffert.	i i i	Ii
	<i>Anas tetrinnit.</i> die Ente schnackert.	kha kha	Kk
	<i>Lupus ululat.</i> der Wolff heulet.	lu lu	Ll
	<i>Ursus múrmurat.</i> der Beer brummet.	mum mum	Mm

Abbildung 4: Eine Seite aus Orbis sensualium pictus. Schon Comenius (1777) wusste geschickt visuelle und akustische Reize miteinander zu verbinden. Links sind (zumeist) Tiere dargestellt, in der Mitte, wie die Geräusche, die sie produzieren auf Englisch und auf Latein heißen und wie diese klingen, rechts stehen Buchstaben des lateinischen Alphabets, die den Tierlauten zugeordnet werden können.

### Durchführung von CIAT

Auch Pulvermüller & Preißl (1994: 76) gehen davon aus, dass Neuronen, die aktiv sind, vorausgesetzt, sie sind Teil einer *cell assembly*, diese ebenfalls über exzitatorische Verbindungen zum Feuern bringen können. Dies würde also laut einem *embodied view*, der davon ausgeht, dass eine konzeptuelle Verarbeitung gleichzeitig auch motorische und sensorische Verarbeitung ist (vgl. Mahon & Caramazza 2008: 60 oder Pulvermüller & Berthier 2008: 576f.), bedeuten, dass die beispielsweise

Die funktionelle Reorganisation von sprachrelevanten Netzwerken kann laut Pulvermüller & Berthier (2008: 572) auf zwei Arten von statten gehen:

*The remaining neuronal circuits can strengthen their internal links and therefore become functional again. Or the circuit may incorporate additional neurons that could compensate, to a degree, for those lost due to the lesion.*

Gemeint sind damit solche Netzwerke, die einerseits die Wortform repräsentieren (durch die weißen Punkte in Abbildung 1 angedeutet) und andererseits deren Verbindung zur Wortbedeutung (als graue Punkte dargestellt). Pulvermüller & Berthier (2008: 571ff.) sprechen von sogenannten *action-perception networks*. Da bei der Aktivierung der Wortform auch die Semantik über solche Netzwerke aktiviert werden soll und dies auch vice versa gilt (beim Betrachten einer Katze können wir diese im Normalfall auch benennen) kommen sie zu der Ansicht, dass es sinnvoll ist, bei einer Läsion im perisylvischen Kortex, den visuellen bzw. den Motorkortex zu aktivieren.

visuelle Präsentation eines konkreten Begriffs eine Aktivierung der gesamten *cell assembly*, die die Repräsentation des Wortes samt seiner Bedeutung darstellt, erleichtern sollte.<sup>24</sup>

Anknüpfend an die Wittgenstein'schen Sprachspiele stellen Pulvermüller & Berthier (2008) einen Ansatz vor, der erstmals in Neininger et al. (2004) beschrieben wird (ein ähnlicher Ansatz findet sich aber auch schon bei Pulvermüller et al. 2001). Mit Sprachspielen meint Wittgenstein kommunikative Interaktionen bei welchen mittels Wörtern, die in Handlungskontexten geäußert werden, versucht wird eine Objektmanipulation hervorzurufen. Dazu führt er als ein Beispiel die Situation zweier Personen A und B an, wobei einer der beiden versucht dem anderen Anweisungen zu geben, wie dieser beispielsweise Würfel, Platten oder Balken zu verwenden hat (vgl. Wittgenstein 1953: 8ff., Wuchtern 1969: 114f. oder Pulvermüller & Berthier 2008: 576f.). Es handelt sich also um vereinfachte sprachliche Interaktionsmodelle, die für eine Vielzahl alltagssprachlicher Kommunikationstypen definiert werden können und so verschiedene Arten des Sprechens modellieren wie Fragen und Antworten, Aufforderungen machen und sie befolgen, Geschichten erzählen oder zukünftige Handlungen planen (Neininger et al. 2004: 5).

Der hier vorgestellte Ansatz einer CIAT als Beispiel für eine *intensive language action therapy* konstruiert, ausgehend von einem solchen vereinfachten Interaktionsmodelles eine Therapieform, die auch die vorgestellten, neurobiologisch begründeten drei Grundsätze berücksichtigt.

In Abbildung 3 ist eine solche Therapiesituation schematisch dargestellt. Drei Patienten und ein Therapeut sitzen gemeinsam an verschiedenen Seiten eines eckigen Tisches.<sup>25</sup> Jeder der Teilnehmer der Therapiesitzung hält 8-10 Spielkarten in der Hand, wobei jede von insgesamt 16-20 Karten sich zweimal im Umlauf befindet. Auf den Karten sind alltägliche Dinge wie ein Kuchen oder eine Schaufel abgebildet. Zwischen den Teilnehmern befindet sich eine Sichtbarriere, die ein Einsehen der Karten der anderen verhindern soll und weiterhin auch unerwünschte Gesten unterbinden soll. Ziel des Spiels ist es so viele Kartenpaare als möglich zu sammeln, was durch verbale Kommunikation erreicht werden soll. Der Teilnehmer, der beginnt, richtet eine Äußerung an einen anderen Mitspieler („Kuchen“, „Hast Du den Kuchen?“ oder ähnliches). Der Gefragte muss die Anfrage entweder positiv (etwa: „Hier ist der Kuchen“) oder negativ (etwa: „Ich habe den Kuchen nicht“) beantworten. Alternativ kann er eine Nachfrage stellen (etwa: „Bitte nochmal“). Zunächst wird die Therapie mit Karten begonnen auf welchen Gegenstände abgebildete sind, deren Bezeichnungen eine hohe Frequenz aufweisen, da diese in der Regel weniger betroffen sind. Langsam werden dann Karten eingeführt auf welche mit weniger-frequenten Wörter referiert werden kann (*shaping*). Zur weiteren Erhöhung des Schwierigkeitsgrades werden Minimalpaare wie „Hase“ und „Vase“<sup>26</sup> oder semantische Ähnlichkeiten (wie „Erdbeertorte“ und „Muffin“) eingeführt. Weitere *constraints* im Sinne einer CIAT können durch das Hinzufügen von Regeln, wie z.B.

23 Im Original konnte ich diese Formulierung nicht finden. Wittgenstein (1953: 5) sagt aber sinngemäß Ähnliches.

24 Obwohl Pulvermüller & Berthier (2008) den Begriff *embodiment* nicht ausdrücklich erwähnen, nehmen sie einen Standpunkt ein, der diesem zumindest sehr nahe kommt.

25 Durch die Tatsache, dass nur ein Therapeut mehrere Patienten betreut, nutzt er seine Zeit effektiver.



das Benutzen von Höflichkeitsformen, eingeführt werden oder das Benennen von farblichen Markierungen auf den Karten („Geben Sie mir bitte den grünen Kuchen.“ wobei etwa auch ein roter Kuchen im Spiel ist). Eine solche Therapie soll dann intensiv durchgeführt werden, d. h. laut Pulvermüller & Berthier (2008: 579) beispielsweise 30 Stunden innerhalb von 10 Arbeitstagen. Damit sehen sie alle drei Prinzipien erfüllt (siehe dazu Neiningen et al. 2004 und Pulvermüller & Berthier 2008).

### **Studien zur CIAT**

In ihrer Pilotstudie mit 17 an chronischer Aphasie leidenden Probanden erhielten zehn CIAT, sieben eine konventionelle Therapie, wobei die Anzahl der Therapiestunden sich zwischen den beiden Gruppen insgesamt nicht unterschied, die CIAT-Gruppe mit einer erhöhten Frequenz und länger pro Tag therapiert wurden, als die andere Gruppe. Das Verfahren war das auch in Pulvermüller & Berthier (2008) vorgestellt. Die CIAT-Gruppe zeigte „[...] significant language improvements [...] over [...] a short period of time [...]“ (Pulvermüller et al. 2001: 1624).

Meinzner et al. (2005) kamen in einer Studie zu dem Schluss, dass sowohl CIAT, als auch CIATplus, eine Erweiterung von CIAT, bei welcher zusätzlich zu Bild- auch Schriftmaterial eingesetzt und die Patienten außerdem noch (mit Einbeziehung der Angehörigen) in alltäglichen Kommunikationssituationen üben mussten, zu Langzeitverbesserungen führen. Insbesondere ist zu Betonen, dass die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die Verbesserungen von CIAT (und CIATplus) unabhängig davon sind, wie alt die Patienten sind, wie schwer die Aphasie ist oder wie lange diese schon andauert.

Szaflarski et al. (2008) führten eine Studie mit drei Probanden durch, welche seit über zwei Jahren an einer Aphasie infolge eines Schlaganfalls litten. Die Probanden erhielten fünf Tage lang drei bis vier Stunden CIAT, wobei sie sich an das deutsche Original hielten, dieses übersetzten und leicht modifizierten. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass trotz der kurzen Zeit der Therapie, die Verbesserungen, die die Probanden aufzuweisen hatten, bemerkenswert waren. Alle Probanden zeigten Verbesserungen ihrer sprachlichen Fähigkeiten. Bei zwei Probanden konnten starke Verbesserung im Verstehen und im Äußern bzw. im Nacherzählen festgestellt werden.

Maher et al. (2006) kamen zu dem Ergebnis, dass Patienten, die sich einer Aphasitherapie unterziehen, sich im Gegensatz zu Patienten, welche dies nicht tun, verbessern (siehe dazu auch Basso 2005) und dass Patienten, die eine CIAT erhalten, im Vergleich zu Patienten, die eine konventionelle Therapie erhalten, deutlich verbessern.<sup>27</sup> Verbesserungen der Sprachfähigkeiten in Studien fanden beispielsweise auch Jackson et al. (2008) oder Berthier et al. (2009).

### **Conclusio**

Ungeklärt bleibt die Frage, welches der Prinzipien der CIAT zu deren Erfolg beiträgt oder ob dieser durch deren Kombination zustande kommt. Meinzner et al. (2007) kommen zu der Überzeugung, dass die Intensität der Übung der stärkste Faktor ist und

---

<sup>26</sup> Hierbei sind Minimalpaare im phonetischen, nicht im phonologischen Sinn gemeint.

<sup>27</sup> Bei Maher (2006) ist von CILT, also „Constraint Induced Language Therapy“ die Rede, was allerdings synonym zu CIAT gebraucht werden kann (vgl. dazu Pulvermüller & Berthier 2008: 576).

stützen diese Annahme auf der Tatsache, dass die Patienten, die, nachdem CIAT zu Verbesserungen ihrer Sprachfähigkeiten führte und weiterhin eine Sprachtherapie erhielten, die jedoch nicht-intensiv war, zu keinerlei weiteren Verbesserungen führte. Die Annahme, dass unsere Erfahrung und unsere Sprache bzw. unsere Erfahrung und unser Verständnis der Dinge eng miteinander verknüpft sind, findet sich schon in dem unter anderem John Locke, Gottfried Wilhelm Leibniz und Charles Sanders Pierce zugeschriebenen Satz: „Nihil est in intellectu, quod non antea fuerit in sensu.“ Johann Amos Comenius (1777) schon wandte geschickt die Kombination von akustischen und visuellen Reizen beim Erlernen einer Fremdsprache an (siehe dazu Abbildung 4). Es scheint jedoch fragwürdig, ob ein Kartenspiel, wie es hier vorgestellt wurde, einen relevanten Handlungskontext darstellt, will man ein Wort wie „Frosch“ aktivieren. Hierfür ist das Bild eines Frosches auf einer Karte zwar hilfreich, dies ist jedoch die einzige Modalität, mit der durch die vorgestellte CIAT versucht wird, ein Wort zu aktivieren. Das Vorspielen von Geräuschen, das Erfühlen von Gegenständen und das Riechen von Düften könnten ebenfalls eingesetzt werden, da die Bedeutung eines Wortes nicht nur über diese eine Modalität „abgespeichert“ sein sollte, folgt man den theoretischen Überlegungen in Pulvermüller und Berthier (2008). Pulvermüller & Schönle (1993: 155) geben beispielsweise als Modalitäten, die bei der Bedeutungsrepräsentation des Wortes „Tasse“ (exemplarisch) an, dass diese „related to visual and tactile representations of the shape, color, texture and warmth of particular cups along with the hand and arm movements involved in using cups [...]“ seien.<sup>28</sup> Es gibt keinen Grund, warum Nicht-arbiträre-Gesten, Pantomime, das Produzieren von onomatopoetischen Geräuschen etc. unterbunden werden sollten (im Sinne eines *constraints*), wenn diese doch Teile des angenommenen Netzwerkes sein müssten. Es müsste nur verhindert werden, dass die anderen Teilnehmer der Therapie diese wahrnehmen können, was bei Gesten noch möglich wäre, bei Geräuschen wohl aber unmöglich ist. Interessant wäre jedoch das Erarbeiten von Therapieformen, die die Aktivierung von abstrakten Begriffen erleichtern sollten. Positive Begriffe könnten beispielsweise über eine aufrechte Körperhaltung oder das Hochziehen der Mundwinkel aktiviert werden (für weitere Hintergründe vgl. beispielsweise Risking & Gotay 1982). Hierfür sind Erkenntnisse über die Verarbeitung von abstrakten Konzepten über konkrete Erfahrungen u.a. aus der Metaphernforschung interessant (vgl. beispielsweise Casasanto & Dijkstra im Review, Dijkstra, Kaschak & Zwaan 2007 oder Casasanto im Druck). Weiterhin sollte untersucht werden, welche Auswirkungen eine CIAT auf Patienten mit einer sich noch nicht in einem chronischen Stadium befindlichen Aphasie hat. Boake et al. (2007) kamen in einer Studie über CIMT während einer noch nicht chronischen Bewegungsstörung infolge eines Schlaganfalls zu dem Ergebnis, dass CIMT gegenüber herkömmlichen Therapieformen keinen statistisch signifikanten Unterschied ergibt, wobei Wolf et al. (2009) in ihrer Studie mit 222 Patienten zu dem gegenteiligen Schluss gelangen.

---

28 Sie verweisen dabei auf einen Aufsatz von Damasio & Damasio aus dem Scientific American. Diese Literaturangabe wird hier der Vollständigkeit halber, aber mit dem Verweis, dass es sich um ein populärwissenschaftliches Magazin handelt angegeben: Damasio, A. R. & Damasio, H. (1992): Brain and Language. In: Scientific American, 267(3), S. 89-95.

## Literatur:

Alberts, J. L., Butler, A. J. & Wolf, S. L. (2004): *The Effekts of Contrainst-Induced Therapy on Precision Grip: A Preliminary Study*. In: Neurorehabilitaion an Neural Repair, 18(4). S. 250-258.

Basso, A. (2005): *How intensive/prolonged should an intensive/prolonged treatment be?* In: Aphasiology, 19(10/11). S. 975-984.

Berthier, M. L., Green, C., Lara, J. P., Higuera, C., Barbancho, M. A., Dávila, G. & Pulvermüller, F. (2009): *Memantine, and Constraint-Induced Aphasia Therapy in Chronic Poststroke Aphasia*. In: Annals of Neurology, 65(5). 577-585.

Boake, C., Noser, E. A., Ro, T., Baraniuk, S., Gaber, M., Johnson, R., Salmeron, E. T., Tran, T. M., Lai, J. M., Taub, E., Moye, L. A., Grotta, J. C. & Levin, H. S. (2007): *Constraint-Induced Movement Therapy During Early Stroke Rehabilitation*. In: Neurorehabilitation and Neural Repair, 21(1). S. 14-24.

Bollinger, R. L., Musson, N. D. & Holland, A. L. (1993): *A study of group communication intervention with chronically aphasic persons*. In: Aphasiology, 7(3). S. 301-313.

Boroditsky, L. (2000): *Metaphoric structuring: understanding time through spatial metaphors*. In: Cognition, 75. S. 1-28.

Boroditsky, L. & Ramscar, M. (2002): *The Roles of Body and Mind in abstract Thought*. In: Psychological Science, 13(2). S. 185-189.

Braitenberg, V., Pulvermüller, F. (1992): *Entwurf einer neurologischen Theorie der Sprache*. In: Naturwissenschaften, 79. S. 103-117.

Casasanto, D. (im Druck): *When is a Linguistic Metaphor a Conceptual Metaphor?* In: Evans, V. & Pourcel, S. (Hrsg.): *New Directions in Cognitive Linguistics*. Amsterdam. [http://www.casasanto.com/Site/papers/Casasanto\\_Ling&ConceptMet.pdf](http://www.casasanto.com/Site/papers/Casasanto_Ling&ConceptMet.pdf), zuletzt eingesehen am 16.04.2009, 15:03 Uhr.

Casasanto, D. & Dijkstra (im Review): *Motor Action and Emotional Memory*. In: Cognition.

Comenius, Johann Amos (1777) [1658]: *Orbis sensualium pictus*. London. [http://books.google.de/books?id=pxkaVd0-bpgC&printsec=frontcover&dq=orbis+pictus&source=gbs\\_similarbooks\\_s&cad=1#v=onepage&q=&f=false](http://books.google.de/books?id=pxkaVd0-bpgC&printsec=frontcover&dq=orbis+pictus&source=gbs_similarbooks_s&cad=1#v=onepage&q=&f=false), zuletzt eingesehen am 28.09.2009, 12:29 Uhr.

Dell, G., Schwartz, M. F., Martin, N, Saffran, E. M. & Gagnon, D. A. (1997): *Lexical access in aphasic and nonaphasic speakers*. In: Psychological Review, 104(4), S. 801-838.



- Dijkstra, K, Kaschak, M. P. & Zwaan R. A. (2007): *Body posture facilitates retrieval of autobiographical memories*. In: *Cognition*, 102. S. 139-149.
- Duncan, P. W. (1997): *Synthesis of intervention trials to improve motor recovery following stroke*. In: *Topics in Stroke Rehabilitation*, 3. S. 1-20.
- Elbert, T., Pantev, C., Wienbruch, C., Rockstroh, B. & Taub, E. (1995): *Increased Cortical Representations of the Fingers of the Left Hand in String Players*. In: *Science*, 270, S. 305-307.
- Elman, R. J. & Bernstein-Ellis, E. (1999): *The Efficacy of Group Communication Treatment in Adults With Chronic Aphasia*. In: *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 42. S. 411-419.
- Gleason, J. B. & Bernstein Ratner, N (Hrsg.): *Psycholinguistics*. Belmont 1998.
- Glenberg, A. M. & Kaschak, M. P. (2002): *Grounding language in action*. In: *Psychonomic Bulletin and Review*, 9. S. 558-565.
- Hebb, D.O. (1949): *The Organization of Behavior*. New York & London.
- Harley, T. A. (1996): *Connectionist Modeling of the Recovery of Language Functions Following Brain Damage*. In: *Brain and Language*, 52. S. 7-24.
- Hauk, O., Johnsrude, I. & Pulvermüller, F. (2004): *Somatotopic Representation of Action Words in Human Motor and Premotor Cortex*. In: *Neuron*, 41. S. 301-307.
- Hauk, O. & Pulvermüller, F. (2004): *Neurophysiological distinction of action words in the fronto-central cortex*. In: *Human Brain Mapping*, 21. S. 191-201.
- Ingram, J. C. L. (2007): *Neurolinguistics. An Introduction to Spoken Language Processings and its Disorders*. Cambridge.
- Jackson, C., Brown, J., Richardson, E. & Yaras, S. (2008): *Effects of Constraint-Induced Aphasia Therapy on Discourse Structure*. In: Handoutsammlung der ASHA Convention 2008.  
[http://convention.asha.org/handouts/1420\\_1154Jackson\\_Catherine\\_126158\\_Nov17\\_2008\\_Time\\_112238PM.pdf](http://convention.asha.org/handouts/1420_1154Jackson_Catherine_126158_Nov17_2008_Time_112238PM.pdf), zuletzt eingesehen am 29.09.2009, 16:11 Uhr.
- Kiefer, M., Sim, E.-J., Herrnberger, B., Grothe, J. & Hoening, K (2008): *The Sound of Concepts: Four Markers for a Link between Auditory and Conceptual Brain Systems*. In: *Journal of Neuroscience*, 28(47). S. 12224-12230.
- Kunkel, A., Kopp, B., Müller, G., Villringer, K., Villringer, A., Taub, E. & Flor, H.



(1999): *Constraint-Induced Movement Therapy for Motor Recovery in Chronic Stroke Patients*. In: Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 80. S. 624-628.

Liepert, J., Uhde, I., Gräf, S., Leidner, O. & Weiller, C. (2001): *Motor cortex plasticity during forced-use therapy in stroke patients: a preliminary study*. In: Journal of Neurology, 248. S. 315-321.

Liepert, J., Bauder, H., Miltner, W., Taub, E. & Weiller, C. (2000): *Treatment-Induced Cortical Reorganization After Stroke in Humans*. In: Stroke, 31. S. 1210-1216.

Lincoln, N. B., McGuirk, E., Mulley, G. P., Lendrem, W., Jones, A. C. & Mitchell, J. R. A. (1984): *Effectiveness of Speech Therapy for Aphasic Stroke Patients. A Randomised [sic!] Controlled Trial*. In: The Lancet, 323. S. 1197-1200.

Mahoon, B. Z. & Caramazza, A. (2008): *A critical look at the embodied cognition hypothesis and a new proposal for grounding conceptual content*. In: Journal of Physiology – Paris, 102. S. 59-70.

Meinzner, M., Djundja, D., Barthel, G., Elbert, T. & Rockstroh, B. (2005): *Long-Term Stability of Improved Language Functions in Chronic Aphasia After Constraint-Induced Aphasia Therapy*. In: Stroke, 36. S. 1462-1466.

Meinzner, M., Elbert, T., Djundja, D., Taub, E. & Rockstroh, B. (2007): *Extending the Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT) approach to cognitive functions: Constraint induced Aphasia Therapy (CIAT) of chronic Aphasia*. In: NeuroRehabilitation, 22, S. 311-318.

Meinzner, M., Fleisch, T., Breitenstein, C., Wienbruch, C., Elbert, T. & Rockstroh, B. (2008): *Functional re-recruitment of dysfunctional brain areas predicts language recovery in chronic aphasia*. In: NeuroImage, 39. S. 2038-2046.

Mitchell, T. M., Shinkareva, S. V., Carlsón, A., Chang, K.-M., Malave, V. L., Mason, R. A. & Just, M. A. (2008): *Predicting Human Brain Activity Associated with the Meanings of Nouns*. In: Science, 320. S. 1191-1195.

Moscocco del Prado Martin, F., Hauk, O. & Pulvermüller, F. (2006): *Category specificity in the processing of color-related and form-related words: An ERP study*. In: Neuroimage, 29. S. 29-37.

Neininger, B., Pulvermüller, F., Elbert, T., Rockstroh, B. & Mohr, B. (2004): *Intensivierung, Fokussierung und Verhaltensrelevanz als Prinzipien der Neuropsychologischen Rehabilitation und ihre Implementation in der Therapie chronischer Aphasie*. In: Zeitschrift für Neuropsychologie, 15. S. 219-232.

Parker, V. M., Wade, D. T. & Langton Hewer, R. (1986): *Loss*



*of arm functions after stroke: measurement, frequency and recovery.* In: International Rehabilitation Medicine, 8. S. 69-73.

Pedersen, P. M., Vinter, K. & Olsen, T. S. (2004): *Aphasia after Stroke: Type, Severity and Prognosis. The Copenhagen Aphasia Study.* In: Cerebrovascular Diseases, 17. S. 35-43.

Pedersen, P. M., Jørgensen H. S., Nakayama H., Raaschou H. O. & Olsen T. S (1995): *Aphasia in Acute Stroke: Incidence, Determinants, and Recovery.* In: Annals of Neurology, 38. S. 659-666.

Peterson, G. B. (2004): *A day of great illumination: B. F. Skinner's discovery of shaping.* In: Journal of the experimental Analysis of Behavior, 82. S. 317-328.

Pulvermüller, F. (1996): *Hebb's concept of cell assemblies and the psychophysiology of word processing.* In: Psychophysiology, 33. S. 317-333.

Pulvermüller, F. (1997): *Sprache im Gehirn. Neurobiologische Überlegungen, psychophysiologische Befunde und psycholinguistische Implikationen.* In: Akademie der Wissenschaften und Literatur (Hrsg.): Colloquia Academica. Akademievorträge junger Wissenschaftler. Naturwissenschaften N 1997. S. 7-44.

Pulvermüller, F. (1999): *Words in the brain's language.* In: Behavioral and Brain Sciences, 22. S. 253-336.

Pulvermüller, F. (2005): *Brain mechanisms linking language and action.* In: Nature Reviews Neuroscience, 6(7). S. 576-582.

Pulvermüller, F. & Berthier, M. L. (2008): *Aphasia Therapy on a Neuroscience Basis.* In: Aphasiology, 22(6). S. 563-599.

Pulvermüller, F., Neininger, B., Elbert, T., Mohr, B., Rockstroh, B., Koebbel, P. & Taub, E. (2001): *Constraint-Induced Therapy of Chronic Aphasia After Stroke.* In: Stroke, 32. S. 1621-1626.

Pulvermüller, F. & Preißl, H. (1994): *Explaining Aphasias in Neuronal Terms.* In: Journal of Neurolinguistics, 8(1). S. 75-81.

Pulvermüller, F. & Schönle, P. W. (1993): *Behavioral and neuronal changes during treatment of mixed transcortical aphasia: A case study.* In: Cognition, 48. S. 139-161.

Richter, T. & Zwaan, R. A. (im Druck): *Processing of color words activates color representations.* In: Cognition.



[http://www.brain-cognition.eu/publications//Richter\\_Zwaan\\_Cognition.pdf](http://www.brain-cognition.eu/publications//Richter_Zwaan_Cognition.pdf), zuletzt eingesehen am: 21.09.2009, 16:46 Uhr.

Shinkareva, S., Mason, R. A., Malave, V. L., Wang, W., Mitchell, T. M. & Just, M. A. (2008): *Using fMRI Brain Activation to Identify Cognitive States Associated with Perception of Tools and Dwellings*. In: PLoS ONE, 3(1). e1394. doi:10.1371/journal.pone.0001394.

<http://www.plosone.org/article/fetchObjectAttachment.action;jsessionid=D1A499AF758944515CAA96B57718416E?uri=info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0001394&representation=PDF>, zuletzt eingesehen am 24.09.2009, um 02:15 Uhr.

Sterr, A., Müller, M. M., Elbert, T., Rockstroh, B. Pantev, C. & Taub, E. (1998): *Changed perceptions in Braille readers*. In: Nature, 391. S. 134-135.

Szaflarski, J. P., Ball, A. L., Grether, S., Al-fwawess, F., Griffith, N. M., Neils-Strunjas, J., Newmeyer, A. & Reichhardt R. (2008): *Constraint-induced aphasia therapy stimulates language recovery in patients with chronic aphasia after ischemic stroke*. In: Medical Science Monitor, 14(5). S. 243-250.

Taub, E. (1976): *Motor behavior following deafferentiation in the developing and motorically mature monkey*. In: Herman, R., Grillner, S., Ralston, H. J., Stein, P. S. G. & Stuart, D. (Hrsg.): Neural Control of locomotion, New York. S. 675-705.

Taub, E. (1977): *Movement in nonhuman primates deprived of somatosensory feedback*. In: Exercise and Sport Science Reviews, 4. S. 335-374.

Taub, E., Miller, N. E., Novack, T. A., Cook, E. W., III., Fleming, W. C., Nepomuceno, C. S., Connel, J. S. & Crago, J. E. (1993): *Technique to improve chronic motor deficit after stroke*. In: Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 74. S. 347-354.

Taub, E., Crago, J.E., Burgio, L. D., Groomes, T. E., Cook, E. W., III., DeLuca, S. C. & Miller, N. E. (1994): *An operant Approach to Rehabilitation Medicine: Overcoming Learned Nonuse by Shaping*. In: Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 61. 281-293.

Taub, E., Crago, J. E. & Uswatte, G. (1998): *Constraint-induced movement therapy: A new approach to treatment in physical rehabilitation*. In: Rehabilitation Psychology, 43. S. 152-170.

Taub, E., Uswatte, G. & Elbert, T. (2002): *New treatments in neurorehabilitations founded on basic research*. In: Nature reviews neuroscience, 3(3). S. 228-236.

Tesak, J. (1997): *Einführung in die Aphasiologie*, Stuttgart & New York.

Wegner, D. (1992): *You can't always think what you want: prob-*



*lems in the suppression of unwanted thoughts.* In: Zanna, M. (Hrsg.): *Advances in experimental social psychology*, 25. S. 193-225.

Wennekers, T., Garagnani, M. & Pulvermüller F. (2006): *Language models based on Hebbian cell assemblies.* In: *Journal of Physiology, Paris*, 100. S. 16-30.

Wittgenstein, L. (1953): *Philosophische Untersuchungen.* Oxford.

Wolf, S. L., Winstein, C. J., Miller, J. P., Taub, E., Uswatte, G., Morris, D., Giuliani, C., Light, K. E. & Nichols-Larsen, D. (2009): *Effect of Constraint-Induced Movement Therapy on Upper Extremity Function 3 to 9 Months After Stroke: The EXCITE Randomized Clinical Trial.* In: *JAMA*, 296. S. 2095-2104.

Wuchterl, K. (1969): *Struktur und Sprachspiel bei Wittgenstein.* Frankfurt am Main.

Zwaan, R. A. (2004): *The immersed experience: Toward an embodied theory of language comprehension.* In: Ross, B. H. (Hrsg.): *Psychology of Learning and Motivation*, 44. S. 35-62.

Please cite this article as: Fabian Bross (2010): Neurowissenschaft und Aphasietherapie. Die Constraint-Induced Aphasia Therapy (CIAT). In: *Helikon. A Multidisciplinary Online Journal*, 1. 124-142.