

Humboldt-Universität zu Berlin  
SS 09

Bachelorarbeit  
im Kernfach Germanistische Linguistik

Selective recovery bei bilingualen Aphasikern

Wie kann *selective recovery* erklärt werden und was sagt  
das Phänomen über die Repräsentation zweier oder mehrerer Sprachen  
im Gehirn aus?

Julia Knoepke  
Kernfach: Germanistische Linguistik  
Zweifach: Deutsche Literatur  
6. Fachsemester  
Matrikelnummer: 518564  
Pichelsdorfer Straße 112  
13595 Berlin  
Tel.: 030/ 88 94 95 78  
j.knoepke@yahoo.de

Abgabetermin: 14.07.2009

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
0. Einleitung	3
1. Begriffliche Definitionen und einleitende Bemerkungen	4
1.1 Bilingualismus, Multilingualismus und Polyglottismus	4
1.2 Michel Paradis‘ <i>recovery patterns</i>	5
1.3 Aphasietypen	6
1.4 Das Datenproblem	6
2. Die neuroanatomische Organisation von zwei oder mehreren Sprachen im Gehirn – gemeinsame oder getrennte Gehirnareale?	8
2.1 Die Partizipation der rechten Hemisphäre	8
2.2 Linkshemisphärisch – gemeinsame oder getrennte Gehirnareale?	10
3. Zwei Modelle, die das Muster der <i>selective recovery</i> von Sprache bei bilingualen Aphasikern erklären können	14
3.1 Das <i>declarative/procedural model</i> (DPM) von Michael T. Ullman	14
3.1.1 Monolinguale Sprachrepräsentation	14
3.1.1.1 Mentales Lexikon und mentale Grammatik	15
3.1.1.2 Das deklarative und das prozedurale Gedächtnis	16
3.1.1.3 Evidenz	18
3.1.2 Bilinguale Sprachrepräsentation	21
3.1.3 Wie lässt sich <i>selective recovery</i> durch das DPM erklären?	24
3.2 Das <i>inhibitory-control model</i> (IC-Modell) von David W. Green	27
3.2.1 Ein gemeinsames, angepasstes Netzwerk und seine Kontrolle	27
3.2.1.1 Ein gemeinsames Netzwerk für Erst- und Zweitsprache	28
3.2.1.2 Der Kontrollmechanismus	31
3.2.1.3 Das lexikalisch semantische System – Sprachwahl durch inhibitory control	35
3.2.2 Wie lässt sich <i>selective recovery</i> durch das IC-Modell erklären?	37
4. Schlussfolgerungen	41
5. Bibliographie	43

## 0. Einleitung

Wie sind zwei oder mehrere Sprachen im Gehirn eines Einzelnen organisiert? Hinsichtlich dieser Frage besteht in der Forschung bis zum heutigen Tag kein Konsens. Um der Frage auf den Grund zu gehen, haben sich Forscher neben experimentellen Studien an gesunden Probanden unter anderem auch der Untersuchung bi- und multilingualer Aphasiker zugewandt. Besonders das Phänomen der *selective recovery* (Paradis 2008) scheint auf den ersten Blick einen Anhaltspunkt für die Beantwortung der Frage zu liefern. Wenn bei einem bilingualen Aphasiker eine der beiden Sprachen wiederkehrt, die andere jedoch nicht, legt dies die Vermutung nahe, dass mehrere Sprachen im Gehirn unterschiedlich repräsentiert sind und das Sprachzentrum der einen Sprache stärker beschädigt ist als das der anderen. Aber wie ist diese Annahme mit zahlreichen Untersuchungen vereinbar, die nachweisen, dass mehrere Sprachen in den gleichen neuroanatomischen Bereichen repräsentiert sind? Spiegelt *selective recovery* wirklich eine neuroanatomisch getrennte Repräsentation zweier oder mehrerer Sprachen im Gehirn wider?

Die Frage, mit der ich mich in der vorliegenden Arbeit beschäftigen werde, lautet daher: Wie erklärt sich das Phänomen der *selective recovery* bei bi- oder multilingualen Aphasikern und was sagt dieses Phänomen über die Repräsentation von zwei oder mehreren Sprachen im Gehirn aus?

Ich werde in der folgenden Arbeit zunächst die neuroanatomische Organisation mehrerer Sprachen im Gehirn anhand ausgewählter Studien betrachten und herauszustellen versuchen, ob sie gemeinsam, getrennt, überlappend oder sogar in verschiedenen Hemisphären organisiert sind. Den Hauptteil der Arbeit wird die Betrachtung zweier Modelle bilden, die das Phänomen der *selective recovery* erklären könnten: das *declarative/procedural model* (DPM) nach Michael T. Ullman (2001a) und das *inhibitory-control model* (IC-Modell) nach David W. Green (1986;1998). Ich werde beide Modelle erklären, sie miteinander vergleichen und diskutieren, inwiefern durch sie die Wiederkehrungsmuster der Sprache und besonders das der *selective recovery* erklärt werden können.

## 1. Begriffliche Definitionen und einleitende Bemerkungen

Vorab sollen in diesem kurzen Kapitel noch einige einleitende Erläuterungen gemacht werden, die als begriffliche Grundlage für die folgende Arbeit dienen.

### 1.1 Bilingualismus, Multilingualismus und Polyglottismus

Aufgrund dessen, dass in der Forschungsliteratur die Begriffe *Bilingualismus*, *Multilingualismus* und *Polyglottismus* häufig stark voneinander abweichend oder gar nicht definiert werden, halte ich es für sinnvoll, eine den Zwecken dieser Arbeit entsprechende Abgrenzung dieser Termini vorzunehmen.

Das „Metzler-Lexikon Sprache“ (2000) begreift einen bilingualen Sprecher als jemanden, der sich in seinem alltäglichen Leben zweier Sprachen bedient. Das gleiche gilt auch für *Multilingualismus*<sup>1</sup>. Hierbei werden jedoch diejenigen Sprecher ausgeschlossen, die zwei oder mehrere Sprachen beherrschen, sie aber nicht täglich gebrauchen. Das „Lexikon sprachwissenschaftlicher Termini“ (1988) befindet einen Sprecher dann für bilingual, wenn er beide Sprachen so vollkommen beherrscht, dass er in der Lage ist, beliebig zwischen ihnen zu wechseln. Diese Definition beschränkt bilinguale Sprecher jedoch auf jene mit einem hohen Leistungsniveau. In der folgenden Arbeit werden aber sowohl Sprecher mit niedrigem als auch mit hohem Leistungsniveau Teil der Betrachtungen sein.

Deshalb werde ich einen bilingualen oder multilingualen Sprecher im Sinne Crystals (1993) und Bußmanns (2002) als jemanden verstehen, der zwei oder mehrere Sprachen spricht bzw. sich in ihnen ausdrücken kann. Zusätzlich werde ich, soweit bekannt, Angaben zur Leistungsfähigkeit (high/low proficient – im weiteren Verlauf HP/LP) und zum Erwerbssalter (early/late age of acquisition<sup>2</sup> – im weiteren Verlauf EA/LA) machen, da diese beiden Faktoren, wie sich im Folgenden zeigen wird, möglicherweise eine wichtige Rolle für die Organisation mehrerer Sprachen im Gehirn spielen.

*Polyglottismus* bezeichnet nach dem „Lexikon sprachwissenschaftlicher Termini“ (1988) die gute Kenntnis mehrerer Sprachen, wird jedoch nicht vom Begriff *Mul-*

---

<sup>1</sup> Es wird in dem Artikel allerdings angemerkt, dass nach dieser Definition echter *Multilingualismus* sehr selten vorkommt.

<sup>2</sup> Kim, Relkin, Lee und Hirsch (1997) sprechen von frühem Zweitspracherwerb (early acquisition), wenn die Zweitsprache in der Kindheit erworben wurde und von spätem (late acquisition), wenn die Zweitsprache im frühen Erwachsenenalter bzw. in der Pubertät erworben wurde.

*tilingualismus* abgegrenzt. In der folgenden Arbeit werde ich zwischen ihnen keinen Unterschied machen und den Begriff *Multilingualismus* verwenden.

## 1.2 Michel Paradis' *recovery patterns*

Eine oder mehrere Sprachen eines Individuums können durch ein eine Aphasie auslösendes Ereignis (z.B.: Schlaganfall, Tumor, Unfall usw.) auf verschiedene Weise betroffen sein und im Vergleich zur vorkrankheitlichen Leistungsfähigkeit unterschiedlich gut wiederhergestellt werden.

Paradis (1993, 2001, 2008) klassifiziert die Wiederherstellungsmuster (*recovery patterns*) wie folgt:

**Parallel recovery:** Beide oder mehrere Sprachen kehren gleichermaßen in proportionalem Verhältnis zur vorkrankheitlichen Leistungsfähigkeit wieder. **Differential recovery:** Beide oder mehrere Sprachen kehren in einem unerwarteten Verhältnis zu ihrem vorkrankheitlichen Leistungsstand wieder. Am Ende ist der Unterschied in der Leistungsfähigkeit der Sprachen größer als zuvor. Zum Beispiel kann eine Sprache, die zuvor weniger gut beherrscht wurde als eine andere, am besten wiederhergestellt werden. **Successive recovery:** Die Sprachen kehren nacheinander wieder. Eine Sprache muss maximal wiederhergestellt sein, bevor die andere beginnt, wiederzukehren. **Selective recovery:** Eine oder mehrere der betroffenen Sprachen kehren nicht wieder. In einigen Fällen kann der Patient die verlorene Sprache noch verstehen, sie jedoch nicht mehr produzieren. **Antagonistic recovery:** Der Vorgang der Wiederherstellung einer Sprache wird abgebrochen, sobald eine weitere wiederhergestellt wird. **Alternating antagonism:** Die *antagonistic recovery* kann sich über einen längeren Zeitraum (mehrere Monate) erstrecken, in denen die Zugriffsmöglichkeit auf die einzelnen Sprachen wechselt. **Mixed/blended recovery:** Die betroffene Person wechselt während des Sprechens zwischen den zur Verfügung stehenden Sprachen auf allen linguistischen Ebenen hin und her.

Fabbro, Skrap und Aglioti 2000 unterteilen das Phänomen des unkontrollierten Wechsels zwischen zwei Sprachen in *pathological mixing* und *pathological switching*, wobei Ersteres das unkontrollierte Wechseln zwischen mehreren Sprachen innerhalb einer Äußerung und Letzteres das unkontrollierte Wechseln mit jeweils einer neuen Äußerung meint. Wenn ich im Folgenden von unkontrollier-

tem Switching spreche, beziehe ich mich auf *pathological switching* nach Frabbro et al.

Die Wiederherstellungsmuster sind oftmals nicht starr. Sie können nebeneinander auftreten (bei multilingualen Sprechern) oder sich über einen längeren Zeitraum hinweg abwechseln (Paradis 1993). Ich werde in der folgenden Arbeit den Begriff *selective recovery* und alle anderen *recovery patterns* unübersetzt nach Paradis (1993, 2008) verwenden.

### 1.3 Aphasietypen

Im Verlauf der Arbeit werde ich mit keinem einzelnen Aphasietyp<sup>3</sup> befassen. Dies ist auch in Anbetracht der Fragestellung nicht notwendig, da das Auftreten der *selective recovery* und anderer Wiederkehrungsmuster von keinem bestimmten Aphasietyp abhängig ist. Ich werde, soweit es möglich und in den jeweiligen Studien dokumentiert ist, angeben, um welchen Aphasietyp es sich im Einzelnen handelt.

Eine wichtige Unterscheidung, ist die der *selective recovery* und der selektiven Aphasie. Diese beiden Phänomene, sollten nicht miteinander verwechselt werden, auch wenn ihnen möglicherweise ähnliche Auslöser zugrunde liegen (hierzu später in Kapitel 3.2.2). *Selective recovery* meint, dass eine oder mehrere der betroffenen Sprachen nicht wiederkehren (Paradis 2008). Selektive Aphasie meint, dass eine oder mehrere der Sprachen von einer Aphasie betroffen sind, während die andere bzw. anderen verschont und intakt bleiben (Paradis & Goldblum 1989; Paradis 2008). Genau genommen zeigen sie somit zwei Pole nicht-paralleler *recovery* (Paradis und Goldblum): Im ersten Fall kehrt mindestens eine Sprache nicht wieder, im zweiten Fall bleibt mindestens eine Sprache unbeschädigt.

### 1.4 Das Datenproblem

In Anbetracht der Fragestellung, was das Phänomen der *selective recovery* über die Repräsentation einer oder mehrerer Sprachen im Gehirn aussagt, könnte es aufschlussreich sein, zu wissen, mit welcher Häufigkeit im Vergleich zu den anderen *recovery patterns* und vor allem zur *parallel recovery*, die *selective recovery* auftritt. Doch ein Großteil der Forschungsliteratur widmet sich vor allem der Betrachtung eher untypischer Fälle bilingualer Aphasiker (Paradis 1977; Fabbro

---

<sup>3</sup> Für einen Überblick über die einzelnen Aphasietypen siehe z.B. Dietrich (2007).

1999; Fabbro 2001a). Ihnen wurde aufgrund ihrer Seltenheit mehr Aufmerksamkeit geschenkt, weshalb es problematisch ist, anhand der aufgeführten Fälle statistische Vorkommenswerte abzuleiten. Paradis (2001) versuchte dennoch anhand verschiedener Studien die Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen *recovery patterns* zu ermitteln: Von 132 betrachteten Fällen zeigten ca. 61% *parallel recovery*, ca. 18% *differential recovery*, ca. 9% *mixed/blended recovery*, ca. 7% *selective recovery* und ca. 4,5% *successive recovery* (Paradis 2001). Diese Ergebnisse sind aber aus den bereits aufgeführten Gründen mit Vorsicht zu genießen. Hinzu kommt, dass eine fehlende Standardisierung den Vergleich früherer Fälle (vor der Einführung des BAT-*Bilingual Aphasia Test*<sup>4</sup>) bi- oder multilingualer Aphasiker erschwert (Paradis 1987).

---

<sup>4</sup> Zum *Bilingual Aphasia Test* (BAT) mehr unter Paradis (1987).

## **2. Die neuroanatomische Organisation von zwei oder mehreren Sprachen im Gehirn – gemeinsame oder getrennte Gehirnareale?**

Green (2008b) glaubt, dass die *recovery patterns* ihre sie auslösenden Faktoren widerspiegeln. Spiegelt das Phänomen der *selective recovery* eine getrennte neuroanatomische Repräsentation von zwei oder mehreren Sprachen im Gehirn wider? Und wie verhält es sich mit den anderen *recovery patterns*? Auch wenn die Statistik von Paradis (2001) mit Vorsicht zu genießen ist, darf man ihr wohl in dem Punkt Glauben schenken, dass *selective recovery* nicht sehr häufig auftritt.

Ist sie die Ausnahme, die die Regel bestätigt oder ist sie möglicherweise der Schlüssel zur Antwort auf die Frage nach der Repräsentation zweier Sprachen im Gehirn? Ein Modell, das die Organisation mehrerer Sprachen in einem einzelnen Gehirn beschreibt, muss allen *recovery patterns* Rechnung tragen. Auf welche Weise können mehrere Sprachen zerebral organisiert sein und welche Variante bietet eine mögliche Erklärung für die Muster der Wiedererlangung von Sprache?<sup>5</sup> Im Folgenden möchte ich einen Blick auf einige Untersuchungen bei gesunden Probanden zur neuroanatomischen Organisation mehrerer Sprachen im Gehirn werfen. Sollte sich zeigen, dass mehrere Sprachen unterschiedlich repräsentiert sind, wäre dies eine mögliche Erklärung für das Auftreten des Phänomens der *selective recovery*. Die These, *selective recovery* würde eine getrennte Repräsentation von Sprache widerspiegeln, wäre dann bestätigt.

### **2.1 Die Partizipation der rechten Hemisphäre**

1978 untersuchten Albert und Obler 60 Fälle bilingualer Aphasiker, von denen drei Patienten (alle drei Rechtshänder) eine gekreuzte Aphasie (*crossed aphasia*) zeigten. Eine gekreuzte Aphasie (bei Rechtshändern) bezeichnet eine Aphasie, die durch eine Läsion in der rechten Gehirnhälfte ausgelöst wird (Fabbro 1999). Sie schlossen daraus, dass sprachspezifische Bereiche auch in der rechten Hemisphäre zu finden sein können und dass gekreuzte Aphasie bei Bilingualen mit einer prozentual höheren Wahrscheinlichkeit auftritt als bei Monolingualen und dieser Umstand für eine weniger stark lateralisierte Repräsentation einer zweiten oder weite-

---

<sup>5</sup> Theoretische Ansätze zur Repräsentation mehrerer Sprachen im Gehirn finden sich auch bei Paradis (1993; 2001). Er unterscheidet fünf mögliche Thesen: Die *Extended System*-Hypothese, die *Dual System*-Hypothese, die *Tripartite System*-Hypothese, die *Acquisition*-Hypothese (2001) und die *Subsystem*-Hypothese.



ren Sprache sprechen würde.<sup>6</sup> Dies scheint aber hauptsächlich bei späten Lernern (LA) der Fall zu sein. Karanths und Rangamanis (1988) Untersuchungen zeigen zunächst ähnliche Ergebnisse. Eine erste Untersuchung zeigt, dass gekreuzte Aphasie häufiger bei bi- und multilingualen (in 25% von 78 Fällen) als bei monolingualen Sprechern (0%) vorkommt. Eine zweite Untersuchung ergab jedoch ein gegensätzliches Bild: Von 30 multilingualen und 14 monolingualen Fällen zeigten jeweils zwei Fälle eine gekreuzte Aphasie, d.h. 6,25% multilinguale und 12,5% monolinguale Sprecher. Ambilateralität scheint demnach häufiger bei Monolingualen aufzutreten und spricht gegen die vorangegangenen Ergebnisse. Karanth und Rangamani vermuten, dass diese widersprüchlichen Ergebnisse, auch im Vergleich zu Alberts und Obler (1978) Untersuchungen, auf einem in Indien herrschenden sozialen Tabu von Linkshändigkeit beruhen könnten. Es finden sich kaum Fälle von Linkshändigkeit in beiden Untersuchungen, was die Annahme, einige Aphasiker wären möglicherweise versteckte Linkshänder, bekräftigt. In diesem Fall wären die Ergebnisse der Studie von Karanth und Rangamani nicht sehr aussagekräftig, da eine eventuelle Verfälschung durch auf Rechtshändigkeit trainierte Linkshänder nicht auszuschließen ist.

Fabbro (1999) kommt nach der Betrachtung zahlreicher bis dahin dokumentierter Aphasiefälle zu dem Ergebnis, dass sieben (8%) von 88 betrachteten rechtshändigen bilingualen Aphasikern eine gekreuzte Aphasie aufweisen. Er schließt daraus ebenfalls vorläufig, dass die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von gekreuzter Aphasie bei Bilingualen höher ist als bei Monolingualen, was für eine weniger starke Lateralisierung der Zweitsprache spricht, weist jedoch darauf hin, dass dieses Ergebnis dem erhöhten Interesse der Forschung an seltenen Aphasiefällen geschuldet sein könnte.

Eine fMRT-Studie (funktionelle Magnetresonanztomographie) von Dehaene, Dupoux, Mehler, Cohen, Paulesu, Perani, de Moortele, Lehericy und Le Bihan (1997), in der acht männliche Probanden mit Französisch als Erst- und Englisch als Zweitsprache (LALP – late acquisition, low proficient) Geschichten in ihrer Erst- und Zweitsprache hörten, zeigte für das Hören von Geschichten in der L1

---

<sup>6</sup> Aus der Untersuchung von Albert und Obler (1978) geht nicht hervor, mit welcher Häufigkeit gekreuzte Aphasie bei Monolingualen auftritt.

probandenübergreifend weitestgehend gleichartige Aktivierungsmuster<sup>7</sup>. Die während des Geschichtenhörens in der L2 aktivierten Gehirnregionen wichen teilweise stark von denen der L1 ab und zeigten sehr viel variablere Aktivierungsmuster (im linken Temporallappen) als für die L1. Zwei der acht Probanden zeigten ausschließlich Aktivitäten in der rechten Hemisphäre. Insgesamt schließen Dehaene et al. aus ihren Ergebnissen, dass eine Zweitsprache, die spät erworben wurde, nicht unbedingt in den gleichen neuroanatomischen Bereichen repräsentiert sein muss wie die Muttersprache und teilweise auch rechtshemisphärisch organisiert sein kann.<sup>8</sup>

Wie anhand der aufgeführten Untersuchungen gezeigt werden konnte, gibt es durchaus Evidenz dafür, dass Erst- und Zweitsprache neuroanatomisch voneinander getrennt repräsentiert sind und dass die Zweitsprache teilweise (ambilateral) oder ausschließlich (im Fall der beiden Probanden von Dehaene et al. 1997<sup>9</sup>) in unterschiedlichen Hemisphären organisiert sind. Die *selective recovery* würde sich dann dadurch erklären lassen, dass durch eine Läsion ein neuroanatomischer Bereich (bzw. eine Hemisphäre) gestört ist, in dem eine der beiden Sprachen eher als die andere repräsentiert ist. In diesem Fall würde *selective recovery* tatsächlich eine getrennte neuroanatomische Organisation zweier oder mehrerer Sprachen im Gehirn widerspiegeln. Dennoch sind die Ergebnisse nicht immer eindeutig (z.B. bei Karanth und Rangamani 1988) und zahlreiche Studien, wie der folgende Abschnitt zeigen wird, beweisen offenbar das genaue Gegenteil.

## 2.2 Linkshemisphärisch – gemeinsame oder getrennte Gehirnareale?

Die Beobachtung, dass ein großer Teil der bi- und multilingualen Patienten eine *parallel recovery* aufweist, hat bei vielen Forschern zu der Annahme geführt, dass zwei oder mehrere Sprachen auf die gleiche Art und Weise im Gehirn repräsentiert sind. Chee, Tan und Thiel (1999) untersuchten mit dem BOLD-Verfahren

---

<sup>7</sup> Aktivitäten waren im linken Temporallappen, entlang dem STS (Sulcus temporalis superior), in der Nähe des oberen und mittleren Gyrus temporalis dem TP (Temporalpol) und dem linken Gyrus angularis sowie dem rechten STS und TP zu beobachten.

<sup>8</sup> Fabbro (2001b) sieht in der Aktivierung der rechten Hemisphäre einen anderen Grund. Er vermutet, dass während des Zweitspracherwerbs (und vermutlich auch bei LP-Sprechern) die rechte Gehirnhälfte nur deshalb aktiv ist, da pragmatische Strategien herangezogen werden, um die Lücken in der L2-Leistungsfähigkeit auszugleichen, dass also die Aktivierung der rechten Hemisphäre nichts mit einer ambilateralen Repräsentation von Sprache zu tun hat (siehe hierzu auch Altman 2002).

<sup>9</sup> Die Probanden wurden jedoch nur auf das Geschichtenhören hin untersucht. Andere Aufgabentypen hätten möglicherweise auch gemeinsam aktivierte Gehirnareale gezeigt.

(Blood Oxygen Level Dependency) 24 rechtshändige HP-Bilinguale, mit Mandarin als Erst- und Englisch als Zweitsprache, von denen 15 ihre Zweitsprache früh erwarben (EA) und 9 spät (LA). Beide Gruppen durchliefen einen Wortgenerierungstest. Die Untersuchung zeigte für beide Sprachen und beide Gruppen (EA und LA) die gleichen aktivierten Regionen<sup>10</sup>. Eine Varianzanalyse (ANOVA) ergab keine signifikante Interaktion von Sprache und Erwerbssalter bezüglich des Ausmaßes der aktivierten Voxels. Sowohl Mandarin als auch Englisch aktivierten unabhängig vom Erwerbssalter die gleichen kortikalen Areale. Signifikante rechtehemisphärische Aktivitäten wurden nicht beobachtet. Die wenigen kaum aussagekräftigen Aktivitäten in der rechten Gehirnhälfte waren in beiden Sprachen gleich. Die Autoren vermuten, dass mögliche Unterschiede ihrer Ergebnisse zu anderen Studien (Dehaene et al. 1997; Kim, Relkin, Lee und Hirsch 1997) durch Faktoren wie Leistungsniveau, Sprachpraxis und Erwerbssart zustande kommen. Dehaene et al. untersuchten nur Probanden, die in ihrer Zweitsprache ein mäßiges Leistungsniveau aufwiesen (LP), wohingegen Chee et al. lediglich HP-Sprecher untersuchten. Möglicherweise gleicht sich die neuroanatomische Repräsentation der Zweitsprache bzw. einer weiteren Sprache mit zunehmendem Leistungsniveau derjenigen der Erstsprache an (hierzu mehr in Kapitel 3.1).

Pu, Liu, Spinks, Mahankali, Xiong, Feng, Tan, Fox und Gao (2001) untersuchten eine Gruppe HP-Sprecher mit Chinesisch als Erst- und Englisch als Zweitsprache. Alle Probanden erwarben ihre Zweitsprache ab einem Alter von acht Jahren, was die Autoren als späten Zweitspracherwerb betrachten. Die EK-fMRT-Studie (ereigniskorrelierte funktionelle Magnetresonanztomographie) ergab keine signifikanten Aktivierungsunterschiede bei der Generierung von Verben für die Erst- und Zweitsprache. Aktivitäten für beide Sprachen waren hauptsächlich im unteren bis mittleren linken Frontallappen zu beobachten. Pu et al. schließen auf gemeinsame neuroanatomische Bereiche für beide Sprachen unabhängig vom Erwerbssalter. Sollten beide oder mehrere Sprachen tatsächlich auf die gleiche Art und Weise abgespeichert sein, muss nach anderen Erklärungen für die *selective recovery* und alle anderen nicht-parallelen *recovery patterns* gesucht werden, da man bei gleicher Organisation sämtlicher Sprachen im Gehirn nach einer Läsion äquivalente Störungen in allen Sprachen erwarten würde.

---

<sup>10</sup> Aktivitäten waren in präfrontalen Regionen und bilateral in okzipitalen und parietalen Regionen zu beobachten.

Kim et al. (1997) kamen bezüglich der Repräsentation zweier Sprachen in Abhängigkeit vom Erwerbssalter zu anderen Ergebnissen als Chee et al. (1999). Ihre fMRT-Studie, in der 12 verschiedensprachige Multilinguale (6 EA und 6 LA) Sätze generierten, zeigte für die jeweils sechs frühen und späten Lerner im linken Frontallappen verschiedene Aktivierungsmuster. Während bei den frühen Lernern keine Unterschiede zwischen Erst- und Zweitsprache zu beobachten waren, zeigten sich im Broca-Areal bei den späten Lernern für beide Sprachen unterschiedliche aktivierte Bereiche, die zumeist zwar nicht weit auseinander lagen, sich aber dennoch klar voneinander abgrenzen ließen. Im Wernicke-Areal zeigten sich keine Unterschiede zwischen frühen und späten Lernern. Demnach scheint das Erwerbssalter als Einflussfaktor für die Organisation mehrerer Sprachen im Gehirn nicht von der Hand zu weisen zu sein (Kim et al.). Der frühe Erwerb einer Zweitsprache würde demzufolge zu einer gleichartigen und später Erwerb zu einer verschiedenartigen Repräsentation führen.

Perani, Paulesu, Galles, Dupoux, Dehaene, Bettinardi, Cappa, Fazio und Mehler (1998) sehen den entscheidenden Faktor für eine gemeinsame oder getrennte Repräsentation jedoch nicht im Erwerbssalter, sondern im Leistungsniveau. Ihre PET-Studie (Positronen-Emissions-Tomographie) von neun Italienisch-Englisch- und zwölf Spanisch-Catalan-Sprechern ergab, dass sowohl bei den EAHP- als auch bei den LAHP-Sprechern beim L1- ebenso wie beim L2-Geschichtenhören die gleichen neuroanatomischen Bereiche (hauptsächlich in linken temporalen Strukturen) aktiviert wurden. Für die LALP-Gruppe beim L2-Geschichtenhören konnten jedoch keinerlei Aktivität in diesen Bereichen festgestellt werden. Diese Gruppenunterschiede legen nahe, dass das Leistungsniveau der Faktor ist, der über eine gemeinsame oder getrennte Repräsentation von Sprache entscheidet. Die Differenzen zu den Ergebnissen von Kim et al. (1997) erklären sich Perani et al. damit, dass Kim et al. möglicherweise die Leistungsfähigkeit der Probanden nicht genau genug festgestellt und sowohl HP- als auch LP-Sprecher in ihre Studie einbezogen haben. Einen weiteren möglichen Grund sehen Perani et al. darin, dass Kim et al. Probanden mit verschiedenen Zweitsprachen untersucht haben.<sup>11</sup>

Die meisten der hier aufgeführten Studien lassen eine Konzentration der Aktivitäten aller Sprachen eines Individuums in den für die Erstsprache bekannten

---

<sup>11</sup> Ein weiterer möglicher Grund ist, dass Kim et al. und Perani et al. verschiedene Messmethoden verwendet haben (siehe hierzu Altmann 2002).

Sprachbereichen erkennen (Altmann 2002), was die Ansicht Paradis' (1994), es bestünde keine Notwendigkeit, getrennte neuroanatomische Bereiche für mehrere Sprachen anzunehmen, unterstützt. Wie beide Sprachen innerhalb dieser gemeinsamen Gehirnregionen repräsentiert sind, ist noch nicht vollends geklärt (Paradis 1994).

Es kann festgehalten werden, dass Erwerbssalter und Leistungsniveau einen entscheidenden Einfluss auf die neuroanatomische Organisation mehrerer Sprachen im Gehirn zu haben scheinen (Ansaldò und Marcotte 2008): Ein hohes Leistungsniveau beziehungsweise früher Erwerb einer weiteren Sprache führen offenbar zu einer gleichartigen Repräsentation mehrerer Sprachen im Gehirn. *Selective recovery* wäre demzufolge nur dann möglich, wenn mehrere Sprachen entweder aufgrund eines niedrigen Leistungsniveaus oder späten Erwerbs unterschiedlich repräsentiert sind (hierzu mehr in Kapitel 3.1).<sup>12</sup>

Im nächsten Kapitel möchte ich zwei umfassende und kontroverse Modelle vorstellen, die sich mit der Organisation mehrerer Sprachen im Gehirn beschäftigen und die verschiedene Erklärungen für das Phänomen der *selective recovery* liefern. Das erste der beiden Modelle nimmt eine in Abhängigkeit vom Leistungsniveau sowohl gemeinsame als auch getrennte neuroanatomische Organisation mehrerer Sprachen innerhalb der auch für Monolinguale aktiven Sprachzentren an. Das zweite geht von einem neuroanatomischen Bereich aus, der maßgeblich in die Koordination, also die Kontrolle, mehrerer Sprachen involviert ist und dessen Störung *selective recovery* bedingen kann.

---

<sup>12</sup> Zusätzlich zum Erwerbssalter und der Leistungsfähigkeit gibt es weitere Faktoren, die möglicherweise die Organisation mehrerer Sprachen im Gehirn beeinflussen, wie zum Beispiel Sprachtraining/Praxis (Roux & Trémoulet 2002) oder die Art und Weise des Erwerbs (ungesteuert, gesteuert, verschiedene Lernstrategien) (Fabbro 1997; Ansaldò und Marcotte 2008).

### **3. Zwei Modelle, die das Muster der *selective recovery* von Sprache bei bilingualen Aphasikern erklären können**

In diesem Kapitel werde ich das *declarative/procedural model* von Michael T. Ullman und das *inhibitory-control model* von David W. Green vorstellen. Ich werde die Grundlagen und Annahmen der Modelle erläutern, sie unter Zuhilfenahme ausgewählter Studien diskutieren und im Anschluss untersuchen, inwieweit sie *selective recovery* erklären.

#### **3.1 Das *declarative/procedural model* (DPM) von Michael T. Ullman**

Das *declarative/procedural model* (DPM) von Ullman geht von einer Repräsentation mehrerer Sprachen in den gleichen Sprachzentren aus, die auch für Monolinguale aktiv sind. Innerhalb dieser können Erst- und Zweitsprache in Abhängigkeit des Leistungsniveaus neuroanatomisch gleich oder teilweise unterschiedlich repräsentiert sein: Haben bi- oder multilinguale Sprecher ein hohes Leistungsniveau, sind die Sprachen gleich repräsentiert. Bei niedrigem Leistungsniveau sind Erst- und Zweitsprache innerhalb der gemeinsamen Gehirnregionen verschieden repräsentiert. Eine unterschiedliche Repräsentation von L1 und L2 könnte das Phänomen der *selective recovery* erklären: Ist durch eine Läsion eine Sprache mehr betroffen als eine andere, ist es wahrscheinlich, dass diese schlechter (*differential recovery*) oder im Fall der *selective recovery* gar nicht wiederkehrt. Zunächst erläutere ich das DPM für Monolinguale, um anschließend auf dieser Grundlage das DPM für Bilinguale erklären zu können.

##### **3.1.1 Monolinguale Sprachrepräsentation**

Ullmans Grundannahme ist, dass die Trennung der beiden Sprachkapazitäten, mentales Lexikon und mentale Grammatik, auf der Trennung von deklarativem und prozeduralem Gedächtnissystem, auf das ich unter Punkt 3.1.1.2 noch näher eingehen werde, beruht (Ullman, Corkin, Coppola, Hickok, Growdon, Koroshetz und Pinker 1997; Ullman 2001b; zur Trennung von deklarativem/prozeduralem Gedächtnis siehe auch Squire, Knowlton und Musen 1993; Mishkin Malmut und Bachevalier 1984). Das mentale Lexikon ist Teil des deklarativen und die mentale Grammatik Teil des prozeduralen Gedächtnisses. Das deklarative Gedächtnis befindet sich hauptsächlich im Temporallappen sowie teilweise im Parietallappen (Ullman 2001c; Green und Abutalebi 2008) und das prozedurale Gedächtnis im

frontalen subkortikalen Bereich sowie in parietalen zerebellaren Strukturen (Ullman 2004; Green und Abutalebi 2008). Die die Sprache unterstützenden neuroanatomischen Strukturen sind sprachunspezifisch (Squire et al.; Mishkin et al.; Gabrieli 1998)<sup>13</sup>.

### 3.1.1.1 Mentales Lexikon und mentale Grammatik

Das mentale Lexikon oder auch das *explizite Wissen* (Paradis 2008) beinhaltet Wörter und Wortformen mit ihren Konzepten und Lautformen (Ullman 2001b,c). In ihm finden sich Wortformen und Phrasen, deren Bedeutung sich nicht aus ihren einzelnen Bestandteilen erschließen lässt wie zum Beispiel Simplexe (z.B. Haus), Idiosynkrasien (z.B. Löwenzahn) sowie gebundene Morpheme (z.B. –chen oder –te) oder idiomatische Redewendungen (z.B. Kind und Kegel) (Ullman 2001a,c). Desweiteren beinhaltet es irreguläre wortspezifische Informationen wie Verbvalenz sowie beispielsweise die Vergangenheitsformen unregelmäßiger Verben (Ullman 2004; 2001c). Auch regelmäßige Wortformen können (wenn sie hochfrequent sind) im mentalen Lexikon abgespeichert sein (Ullman 2001b).

Auf der anderen Seite gibt es vorhersagbare, transparente, produktive linguistische Formen, deren Bedeutung sich aus ihrer Struktur ableiten lässt, ohne sie zuvor gehört oder gesehen zu haben (Ullman 2001a,b; Ullman 2004). Ihnen liegen Regeln zugrunde, die die mentale Grammatik (Ullman 2001a,b; Ullman 2004) oder auch die *implizite Kompetenz* (Paradis 2008) bilden. Sie legt fest, wie Elemente aus dem mentalen Lexikon zu komplexen Elementen verknüpft werden können (Ullman 2004).

Die beiden Kapazitäten interagieren laut Ullman (2004) auf unterschiedliche Weise miteinander: Erstens kombiniert die mentale Grammatik einzelne Elemente des mentalen Lexikons zu komplexen Strukturen. Zweitens: Auch komplexe Elemente wie Redewendungen oder Idiosynkrasien folgen grammatikalischen Regeln. Drittens: Elemente des mentalen Lexikons haben Priorität über neugebildete Formen.

---

<sup>13</sup> Diese *dual-mechanism*-Hypothese hat mit anderen traditionellen *dual-mechanism*-Hypothesen gemeinsam, dass sie eine Trennung von mentalem Lexikon und mentaler Grammatik in vordere und hintere neuronale Bereiche annimmt, unterscheidet sich jedoch darin von anderen, dass sie davon ausgeht, dass dem mentalen Lexikon und der mentalen Grammatik neuronale sprachunspezifische Bereiche zugrunde liegen, nämlich die des deklarativen und des prozeduralen Gedächtnissystems, dass die zuständigen neuronalen Bereiche also domänenunspezifisch sind (Ullman 2001a,c; Ullman 2004).



### 3.1.1.2 Das deklarative und das prozedurale Gedächtnis

Das deklarative Gedächtnis beinhaltet Faktenwissen, also semantisches und episodisches Wissen (Squire et al. 1993, Gabrieli 1998), und umfasst dessen Erwerb, das Speichern sowie das Abrufen dieses Wissens (Ullman et al. 1997, Ullman 2001c; Ullman 2004; Gabrieli). Das deklarative Wissen wird auch häufig *explizites Wissen* genannt, da bewusst darauf zugegriffen werden kann (Fabbro 1999, Gabrieli). Es ist informell nicht verkapselt, was bedeutet, dass auch andere mentale Systeme auf das im deklarativen Gedächtnis abgespeicherte Wissen zugreifen können (Ullman 2001c, Squire et al.).

Neuroanatomisch gesehen wird das deklarative Gedächtnis vom mittleren Temporallappen (v.a. dem Hippocampus) und dem Zwischenhirn (v.a. dem mittleren Thalamus) unterstützt (Ullman 2001c, Gabrieli 1998). Der Hippocampus ist mit temporalen und temporal-parietalen neokortikalen Bereichen verbunden und dient vor allem der Speicherung und dem Abrufen bereits erworbenen Wissens sowie dem Kodieren und der Festigung neuen Wissens, das im Neokortex abgespeichert wird (Ullman et al. 1997; Ullman 2001a,b,c; Squire et al. 1993; detailliertere Betrachtung bei Ullman 2004 und Gabrieli). Desweiteren sind Bereiche des vorderen präfrontalen Kortexes (PFC – prefrontal cortex) sowie des Zerebellums Teil des deklarativen Gedächtnisses (Ullman 2001c; Ullman 2004). Ullman et al. (1997) gehen davon aus, dass diese neuroanatomischen Bereiche lexikalische Einheiten mit ihren Bedeutungen und Lautformen ähnlich wie faktuales Wissen speichern.

Das prozedurale Gedächtnis<sup>14</sup> ist für regelhafte motorische und kognitive Fähigkeiten, Gewohnheiten und Verhaltensweisen wie beispielsweise Laufen, Fahrradfahren oder ein Instrument spielen zuständig (Ullman 2004; Squire et al. 1993). Sowohl das Erwerben des prozeduralen Wissens als auch das Wissen selbst entziehen sich dem bewussten Zugriff (Ullman 2004; Fabbro 1999; Gabrieli 1998). Die Regeln werden automatisch und unbewusst abgerufen und miteinander verknüpft.

---

<sup>14</sup> Fabbro (1999) unterteilt das implizite Gedächtnissystem, das von Paradis (2008) und Ullman (2001-2004) mit dem Begriff des prozeduralen Gedächtnisses synonym verwendet wird, in prozedurales Gedächtnis, Priming und Konditionierungen. Gabrieli betrachtet den Begriff prozedurales Gedächtnis ähnlich wie Ullman und Paradis als Überbegriff und synonym zum Begriff des impliziten Gedächtnisses. In dieser Arbeit verwende ich die Begriffe prozedurales und implizites Gedächtnissystem ebenfalls synonym. Priming und Konditionierungen konstituieren u.a. das prozedurale Gedächtnis.



Neuroanatomisch gesehen basiert das prozedurale Gedächtnis auf Gehirnstrukturen außerhalb des mittleren Temporallappens (Squire et al. 1993) und wird von den basalen Ganglien (Ullman et al. 1997; Squire et al.; Ullman 2004) unterstützt, die mit dem frontalen Cortex (z.B. dem Broca-Areal) verbunden sind. Die basalen Ganglien sowie die SMA (supplementary motor area) dienen dem Verarbeiten von (Bewegungs-)Abläufen sowie dem unbewussten (oder impliziten) Erwerben neuer Regeln und Verhaltensweisen (Ullman 2001a; mehr zur Funktion der basalen Ganglien in Fabbro, Clarici & Bava. 1996). Desweiteren gehören zum prozeduralen Gedächtnis höchst wahrscheinlich untere (inferior) parietale Regionen (Ullman 2001a), wobei Ullman in diesen den Wissensspeicher für regelhafte Fähigkeiten und Verhaltensweisen vermutet (mehr hierzu bei Ullman 2004). Zusätzlich wird auch hier dem Cerebellum eine wichtige Funktion (hinsichtlich von Bewegungsabläufen) beigemessen (Ullman 2004). Da das prozedurale Gedächtnis für das Lernen und Verarbeiten regelhafter Abläufe und Verhaltensweisen und das Erstellen hierarchischer Strukturen zuständig ist, liegt die Vermutung nahe, dass es die mentale Grammatik, die ebenfalls auf regelhaften, strukturierenden Prozessen basiert, unterstützt (Ullman 2001a,b).

Deklaratives/prozedurales Gedächtnis und mentales Lexikon/mentale Grammatik stehen sich in keinem eins zu eins Verhältnis gegenüber. Nicht alle Bereiche des deklarativen/prozeduralen Gedächtnisses sind in die Speicherung, Verarbeitung und Produktion von Sprache involviert. Desweiteren ist es möglich, dass sich einzelne, sprachspezifische Bereiche auch außerhalb der beiden Gedächtnissysteme befinden (Ullman 2001a,b,c). Aufgrund dessen, dass es in dieser Arbeit um die sprachspezifischen Funktionen des prozeduralen und deklarativen Gedächtnissystems geht, beziehen sich die Bezeichnungen *deklaratives* und *prozedurales Gedächtnissystem* im Folgenden auf ihre sprachspezifischen Aspekte.

Wie arbeiten die beiden Systeme hinsichtlich der Sprachverarbeitung zusammen? Ullman (2001b) geht davon aus, dass beide Systeme gleichzeitig aktiv sind. Wird beispielsweise eine komplexe morphologische Form (z.B. eine unregelmäßige Verbvergangenheitsform) abgerufen, werden beide Gedächtnissysteme aktiviert. Ist die Aktivierung im deklarativen Gedächtnis erfolgreich, wird ein kontinuierliches Signal an das prozedurale Gedächtnis gesandt, das die Verarbeitung in diesem System einstellt bzw. hemmt.

### 3.1.1.3 Evidenz

Es gibt zahlreiche Gemeinsamkeiten zwischen mentalem Lexikon und deklarativem Gedächtnis sowie zwischen mentaler Grammatik und prozeduralem Gedächtnissystem (Ullman 2001a; 2004), die die Annahmen des DPM untermauern. Studien über Aphasiefälle, Alzheimer- und Parkinsonpatienten, SLI-Patienten (Specific Language Impairment) sowie gesunde Sprecher liefern entsprechende Evidenz. Pinker und Ullman (2002) gehen in ihrer *Words-and-Rules* Theorie (WR-Theorie) davon aus, dass die Unterscheidung regelmäßiger und unregelmäßiger Verben die Trennung von mentalem Lexikon/deklarativem Gedächtnis und mentaler Grammatik/prozeduralem Gedächtnis widerspiegelt und dass unregelmäßige Verbformen (wie *see-saw* oder *fly-flew* usw.), die in ihrer Form nicht vorhersagbar und unproduktiv sind, im deklarativen Gedächtnis abgespeichert werden, während regelmäßige Verbvergangenheitsformen (wie *like-liked* oder *walk-walked*), vorhersagbar und produktiv, vom prozeduralen System jederzeit neu gebildet werden können<sup>15</sup> (hierzu auch Ullman et al. 1997; Ullman 2001b).

Sollte die Verarbeitung der Verbformen tatsächlich in jeweils einem der beiden Gedächtnissysteme stattfinden, müsste bei einer Störung eines Gedächtnissystems auch die entsprechende Verbformenverarbeitung betroffen sein, während die andere keine Beeinträchtigung zeigen sollte. Patienten mit einer Schädigung des deklarativen Gedächtnissystems wie beispielsweise Alzheimer-Patienten oder Patienten mit einer hinteren Aphasie sollten demnach Probleme mit der Verarbeitung unregelmäßiger Verbformen haben. Patienten mit einer Beeinträchtigung des prozeduralen Gedächtnissystems wie Parkinson-Patienten<sup>16</sup> oder Patienten mit einer vorderen Aphasie müssten hingegen Schwierigkeiten mit der Verarbeitung regelmäßiger Verbformen zeigen.

Ullman, Corkin, Copolla, Hickok, Grwodon, Koroshetz und Pinker (1997) betrachteten die Produktion regelmäßiger, unregelmäßiger und unbekannter Verbformen bei 24 Alzheimerpatienten (AD), 28 Parkinsonpatienten (PD), jeweils 5

---

<sup>15</sup> Halbproduktive Formen wie ‚Wald-Wälder‘ ordnet Ullman (2001b) dem deklarativen Gedächtnis zu. Nur vollkommen produktive Formen werden seiner Ansicht nach im prozeduralen Gedächtnissystem verarbeitet. McClelland und Patterson (2002) kritisieren an diesem Ansatz das Missachten einer *Quasi-Produktivität* unregelmäßiger Formen. Sie geben zu bedenken, dass auch die unregelmäßigen Verben durchaus regelmäßigen Mustern folgen somit ebenfalls produktiv wären, also genauso verarbeitet werden müssten wie regelmäßige Verben.

<sup>16</sup> Bei der Parkinsonkrankheit bilden sich die Dopaminneuronen in den Basalganglien zurück (Cameli, Phillips und Kousaie 2005), was zu einer Hemmung der motorischen und anderen frontalen kortikalen Bereiche führt (Ullman 2004).

Patienten mit vorderer (anterior) (AA) und hinterer (posterior) Aphasie (PA) sowie insgesamt 34 Kontroll-Probanden.<sup>17</sup> Wie erwartet zeigten die AD- sowie die PA-Patienten größere Probleme bei der Verarbeitung unregelmäßiger Verbformen (60-71% richtige Antworten) gegenüber der Verarbeitung regelmäßiger (83-89% richtige Antworten). Unregelmäßige Verben wurden häufig überregularisiert (4-27%) und neue Verbformen wie regelmäßige Verben gebildet (75-84%). Die PD-Patienten produzierten 88% und die AA-Patienten 52-69% richtige Antworten bei unregelmäßigen Verben. Bei regelmäßigen Verben zeigten die PD-Patienten 80% korrekte Antworten, die AA-Patienten 20%. Die von Ullman et al. gemachten Vorhersagen wurden bestätigt und somit die Annahme einer doppelten Dissoziation bekräftigt (Ullman 2001b,c). Die Ergebnisse zeigen, dass nichtsprachliche Krankheiten (PD, AD) ebenfalls sprachliche Defizite mit sich bringen können, die entsprechend dem DPM bei einer Läsion im betroffenen Gebiet zu erwarten sind, was für eine gemeinsame neuroanatomische Grundlage sprachlicher und nichtsprachlicher Funktionen spricht. Weitere Evidenz für die doppelte Dissoziation liefern Gross, Say, Kleingers, Clahsen & Münte (1998) mit einer EKP-Studie (Ereigniskorrelierte Hirnpotentiale) zu morphologischen Verletzungen sowie Newman, Ullman, Pancheva, Waligura & Neville (2007) mit einer fMRT-Studie (funktionelle Magnetresonanztomographie) zu syntaktischen und semantischen Verletzungen.

Hinsichtlich der Verarbeitung regelmäßiger und unregelmäßiger Verben kamen Shapiro und Camarazza (2003) zu anderen Ergebnissen als Ullman et al. (1997). Der Patient R.C. mit einer vorderen Aphasie zeigte eine bessere Verarbeitung regelmäßiger Verben und eine deutlich bessere Verarbeitung von Nomen gegenüber Verben insgesamt. Der zweite Patient J.R. zeigte trotz ähnlicher Schädigung eine insgesamt bessere Verarbeitung von Verben gegenüber Nomen. Auch de Diego Balaguer, Costa, Sebastián-Galles, Juncadella & Caramazza (2004) und Penke, Janssen & Krause (1999) zeigten für Aphasiker mit Läsionen im und um das Broca-Areal eine bessere Verarbeitung regelmäßiger Verben. De Diego Balaguer et al. (2004) nehmen daher eine eher morphosyntaktische Funktion für den linken frontalen Kortex (FC) an.

---

<sup>17</sup> Zusätzlich untersuchten Ullman et al. (1997) 17 Huntingtons-Patienten, die aber hier nicht betrachtet werden sollen.

Eine Studie von van der Lely und Ullman (1996) zur Morphologie von Verbvergangenheitsformen bei Kindern mit spezifischer Sprachentwicklungsstörung (sSES), der eine Störung des prozeduralen Gedächtnissystems zugrunde liegt (Ullman und Pierpont 2005), zeigte, dass diese Kinder regelmäßige Verbformen mit einer höheren Fehlerrate produzierten als gesunde Kinder mit einem vergleichbaren mentalen Alter. Eine Störung des prozeduralen Gedächtnisses führt laut DPM zu einer Störung der grammatikalischen Fähigkeiten. So stellt die Interpretation von beispielsweise Passiv-Sätzen, anaphorischen und reflexiven Pronomen (Clahsen & Almazan 1998) sowie Kongruenz und zeitliche Markierungen (van der Lely und Ullman 2001) für SES-Patienten ein Problem dar.<sup>18</sup> Innerhalb der Gruppe der betroffenen Kinder konnten keine Unterschiede in der Verarbeitung der beiden Verbgruppen festgestellt werden (siehe hierzu auch Vargha-Khadem, Watkins, Alcock, Fletcher & Passingham 1995).<sup>19</sup> Bei Vergangenheitsformen unbekannter Verben produzierten sie im Gegensatz zu gesunden Kindern zu nahezu gleichen Teilen regelmäßige und unregelmäßige Verbformen, was für eine gleichartige Verarbeitung der beiden Verbgruppenformen spricht. Diese Ergebnisse lassen auf einen Substitutionsprozess schließen. Ullman und Pierpont (2005) nehmen an, dass die Beeinträchtigung des prozeduralen Systems beispielsweise durch die Speicherung komplexer, morphologischer und regelmäßiger Formen als Ganzes<sup>20</sup> im deklarativen Gedächtnissystem wieder ausgeglichen werden kann. Für sSES-krankte Kinder ist demzufolge jede Verbform „unregelmäßig“ und wird als solche gelernt und abgespeichert. Zusätzlich zeigten sie Frequenzeffekte für beide Verbgruppenformen. Frequenzeffekte werden nur für Elemente des mentalen Lexikons, nicht jedoch für regelhaft immer wieder neu gebildete Formen erwartet (Ullman 1999). Somit spricht dieses Ergebnis für eine gemeinsame Repräsentation beider Verbgruppenformen im deklarativen Gedächtnissystem (siehe hierzu auch van der Lely und Ullman 2001). Bei gesunden Kindern zeigten sich

---

<sup>18</sup> Aus einer Reihe von Studien schließen Ullman und Pierpont (2005), dass nicht alle grammatikalischen Fähigkeiten beeinträchtigt sind: Hochfrequente Phrasen und der Gebrauch von Argumentstrukturen sind nur geringfügig betroffen. Dies widerspricht den Annahmen des DPMs nicht, wenn man davon ausgeht, dass hochfrequente Phrasen sowie Wissen über beispielsweise Verbvalenz im deklarativen Gedächtnissystem abgespeichert sein können (Ullman und Pierpont).

<sup>19</sup> Van der Lely und Ullman (2001) erklären die zahlreichen Studien, die hinsichtlich der Verarbeitung regelmäßiger und unregelmäßiger Vergangenheitsformen von Verben zu unterschiedlichen Ergebnissen gekommen sind, damit, dass es möglicherweise verschiedene Untergruppen mit verschiedenen Ausprägungen spezifischer Sprachstörungen gibt, die es getrennt voneinander zu untersuchen gilt.

<sup>20</sup> Eine andere Möglichkeit ist der Erwerb ‚expliziter‘ Regeln (hierzu Ullman und Pierpont 2005).

Frequenzeffekte nur für unregelmäßige Verben. Auch die Studie Ullmans (1999) zeigte für gesunde Probanden eine signifikante Korrelation von unregelmäßigen Verben und ihrer Frequenz sowie phonologische Nachbarschaftseffekte für unregelmäßige Verben, was, geht man davon aus, dass das mentale Lexikon unter anderem nach Formkriterien aufgebaut ist und lautlich ähnlich klingende Formen miteinander verbunden sind, ebenfalls bestätigt, dass bei gesunden Sprechern unregelmäßige Verbformen im deklarativen Gedächtnis abgespeichert sind und regelmäßige im prozeduralen System immer wieder neu gebildet werden.<sup>21</sup>

Ullman und Pierpont (2005) fanden eine Reihe von Studien, die Belege dafür lieferten, dass nicht in jedem Fall von sSES aber doch in vielen nichtsprachspezifische Störungen auftreten können. Zu ihnen gehören vor allem Bewegungsdefizite, Probleme in der Verarbeitung dynamischer bildlicher Darstellungen, Beeinträchtigungen des Arbeitsgedächtnisses und eine generell verlangsamte Verarbeitung. Daraus schlussfolgern sie, dass spezifische Sprachentwicklungsstörungen quasi gar nicht sprachspezifisch sind.

### **3.1.2 Bilinguale Sprachrepräsentation<sup>22</sup>**

Das DPM (Ullman 2001a) geht davon aus, dass das mentale Lexikon der Zweitsprache ebenso wie das der Muttersprache im deklarativen Gedächtnissystem repräsentiert ist. Sollte der Sprecher in seiner L2 ein hohes Leistungsniveau erreicht haben, sind sowohl die mentale Grammatik der L1 als auch die der L2 im prozeduralen Gedächtnissystem repräsentiert, wohingegen die mentale Grammatik der L2 bei Sprechern mit einem niedrigen Leistungsniveau gemeinsam mit dem mentalen Lexikon im deklarativen Gedächtnissystem repräsentiert ist<sup>23</sup>. In Kombination mit dem Faktor Erwerbssalter macht Ullman (2001a) folgende Annahmen: Später Zweitspracherwerb mit niedrigem Leistungsniveau (LALP) führt zu einer Repräsentation der L2-Grammatik im deklarativen Gedächtnissystem. Später

---

<sup>21</sup> Diese Ergebnisse sprechen gegen theoretische Ansätze wie z.B. von McClelland & Patterson (2002), die davon ausgehen, dass unregelmäßige Verben ebenso wie regelmäßige Verben immer wieder regelhaft produziert werden.

<sup>22</sup> Ullman (2001a) betrachtet ausschließlich bilinguale Sprachrepräsentation, weshalb in diesem Abschnitt hauptsächlich von Erst- und Zweitsprache die Rede sein wird. Seine Theorie lässt sich aber auch auf die Sprachrepräsentation Multilingualer anwenden.

<sup>23</sup> Dies setzt eine Substitution des grammatikalischen Wissens durch das deklarative Gedächtnissystem voraus. Laut Ullman und Pierpont (2005) können regelbasiert gebildete Wortformen im deklarativen Gedächtnissystem abgespeichert werden. Die zweite Form der Substitution ist das explizite Erwerben und Anwenden von Regeln (Ullman 2001a). Beweise für eine solche Substitution und für die Anpassungsfähigkeit des Temporallappens, sind bei sSES-Patienten zu finden (siehe Kapitel 3.1.1).

Zweitspracherwerb mit hohem Leistungsniveau (LAHP) sowie früher Zweitspracherwerb mit hohem Leistungsniveau (EAHP) führt zu einer muttersprachenähnlichen Repräsentation der L2-Grammatik im prozeduralen System<sup>24</sup>.

Einige der in Kapitel 2.2 aufgeführten Studien liefern Evidenz für diese Annahmen: Sowohl Chee et al. (1999) als auch Pu et al. (2001) fanden bei der Untersuchung von HP-Sprechern für Erst- und Zweitsprache weitestgehend<sup>25</sup> gemeinsam aktivierte Gehirnregionen. Auch Perani et al. (1998) fanden heraus, dass das Leistungsniveau eine erhebliche Rolle in der Repräsentation mehrerer Sprachen in einem Gehirn spielt. Unterschiedliche Aktivitäten im Vergleich von HP- und LP-Sprechern wurden jedoch in größeren Bereichen des Temporallappens gefunden. Laut Ullman (2001a) hätten aber die Unterschiede in frontalen Strukturen, also im prozeduralen Gedächtnis, größer sein müssen.

Eine Läsion im deklarativen Gedächtnissystem sollte für alle HP-Sprecher eine Störung des mentalen Lexikons sowohl in der L1 als auch in der L2 zur Folge haben, wobei die mentale Grammatik beider Sprachen unversehrt bleiben sollte. Bei einer Schädigung des prozeduralen Gedächtnissystems wäre ein Defizit in der mentalen Grammatik beider Sprachen bei intaktem mentalen Lexikon zu erwarten. Bei LP-Sprechern sollte eine Schädigung des deklarativen Gedächtnissystems sowohl die mentale Grammatik als auch das mentale Lexikon der L2 und das mentale Lexikon der L1 betreffen, wobei die mentale Grammatik der L1 weitestgehend intakt bleiben müsste. Umgekehrt sollte eine Beschädigung des prozeduralen Gedächtnissystems keinerlei Auswirkungen auf die L2, jedoch auf die mentale Grammatik der L1 haben.

Entsprechend der WR-Theorie sollte sich auch bei bilingualen Patienten die Schädigung eines der beiden Gedächtnissysteme in der Verarbeitung regelmäßiger und unregelmäßiger Verben widerspiegeln. Cameli, Phillips und Kousaie (2005) untersuchten in Anlehnung an Ullman et al. (1997) englische Verbflexion bei Englisch-Französisch bilingualen Alzheimer- und Parkinson-Patienten. Für die AD-Patienten, deren deklaratives Gedächtnissystem gestört ist, sagten die Autoren Defizite in der Verarbeitung beider Verbgruppen der L2 und unregelmäßiger

---

<sup>24</sup> Früher Zweitspracherwerb mit niedrigem Leistungsniveau (EALP) wird bei Ullman (2001a) nicht explizit erwähnt. Möglicherweise kann dies dadurch erklärt werden, dass dies sehr selten vorkommt.

<sup>25</sup> Kleinere Unterschiede in der Aktivierung bestimmter Bereiche erklären sich Chee et al. (1999) durch die Anforderungen der Aufgabenstellung an die aktivierten Bereiche und sehen keinerlei Notwendigkeit aufgrund dessen eine unterschiedliche Repräsentation der L1 und der L2 anzunehmen.



Verbformen der L1 sowie keinerlei Frequenzeffekte voraus. Bei den PD-Patienten, deren prozedurales Gedächtnissystem gestört ist, erwarteten sie Probleme mit regelmäßigen L1-Verbformen und sagten sowohl für beide Verbgruppen der L2 als auch für beide L1-Verbgruppen Frequenzeffekte voraus.<sup>26</sup> Die AD-Patienten zeigten unerwartete Resultate: Sie produzierten in ihrer L1 generell weniger akkurate Verbformen sowohl für regelmäßige als auch für unregelmäßige Verben<sup>27</sup>, wohingegen die Verarbeitung der L2-Verbformen kaum von den Ergebnissen der Kontrollgruppe abwich. Ein den Erwartungen der Autoren entsprechendes Ergebnis war das generelle Ausbleiben von Frequenzeffekten. Die Ergebnisse der PD-Patienten zeigten in beiden Sprachen kaum nennenswerte Unterschiede zu den Kontrollprobanden unabhängig von der Verbgruppe, jedoch eine Tendenz zur Bildung unregelmäßiger Formen bei Pseudo-Verben sowie Frequenzeffekte bei sowohl regelmäßigen als auch unregelmäßigen Verbformen in beiden Sprachen<sup>28</sup>. Cameli et al. erklären sich die Ergebnisse der PD-Patienten dadurch, dass das deklarative Gedächtnissystem die Leistungen des prozeduralen kompensiert und auch die Vergangenheitsformen der regelmäßigen L1-Verben bei PD-Patienten aus dem deklarativen Gedächtnis abgerufen werden. Trotz der unerwarteten Resultate der AD-Patienten sind die Ergebnisse der PD-Patienten durchaus mit den Erwartungen und Annahmen des DPMs für bilinguale Sprecher kompatibel und zeigen die Flexibilität des deklarativen Gedächtnissystems (Ullman 2001a).

Wenn bei Sprechern mit einem niedrigen Leistungsniveau sowohl mentales Lexikon als auch mentale Grammatik im deklarativen Gedächtnissystem repräsentiert sind, ist zu erwarten, dass eine Störung dieses Systems die Zweitsprache stärker schädigt als die Muttersprache oder sogar einen Verlust der Zweitsprache zur Folge hat. In der Studie von Ku, Lachmann und Nagler (1996) wird der Fall eines 16-jährigen chinesischen Jungen mit Englisch als Zweitsprache beschrieben, der

---

<sup>26</sup> Alle Teilnehmer waren HP in ihrer Zweitsprache. Auch hier stellt sich mir wieder die Frage, wie hoch das Leistungsniveau nach Ullman (2001a) sein muss, um annehmen zu können, dass die mentale Grammatik der L2 ähnlich der L1-Grammatik im prozeduralen Gedächtnissystem repräsentiert ist. Cameli et al. (2005) gehen ihren Vorhersagen zufolge davon aus, dass die mentale Grammatik der L2 trotz eines hohen Leistungsniveaus eher im deklarativen Gedächtnissystem repräsentiert ist.

<sup>27</sup> Die Autoren erklären dies damit, dass die Probanden die Verbstämme lediglich auditiv präsentiert bekamen und es ein mögliches Defizit im Arbeitsgedächtnis den Probanden schwer machte, den Verbstamm im Gedächtnis zu behalten.

<sup>28</sup> Sie räumen allerdings ein, dass hier kein adäquater Vergleich zu den Kontrollprobanden gezogen werden konnte, da letztere nicht die erwarteten Frequenzeffekte zeigten.

durch eine Hirnhautentzündung eine Schädigung des linken Temporallappens erlitt, infolge derer er direkt nach der Krankheit nicht in der Lage war, Englisch zu sprechen, während er in seiner Erstsprache Mandarin kommunizieren konnte, wenn seine Sätze auch kürzer waren als gewöhnlich. Ullman (2001a) sieht in dem vorübergehenden kompletten Verlust der Zweitsprache einen Beweis für seine Theorie, dass die L2 insgesamt eher im deklarativen Gedächtnissystem repräsentiert ist. Green und Abutalebi (2008) geben zu bedenken, dass der Patient seine Zweitsprache mit hohem Leistungsniveau sprach und deshalb Erst- und Zweitsprache gleichartige Defizite hätten aufweisen müssen. Dennoch bekräftigen diese Studie sowie auch die Ergebnisse der PD-Patienten (Cameli et al. 2005) die Hypothese, dass das deklarative Gedächtnissystem für die L2 eine größere Rolle spielt als für die L1.

Für die vorliegende Arbeit ist entscheidend, dass die unterschiedliche Repräsentation der L1- und L2-Kapazitäten eine mögliche Erklärung für das Phänomen der *selective recovery* liefert, wie ich im nächsten Kapitel zeigen werde.

### **3.1.3 Wie lässt sich *selective recovery* durch das DPM erklären?**

Ist bei Bi- oder Multilingualen mit einem hohen Leistungsniveau eines der beiden Gedächtnissysteme beschädigt, sollten beide Sprachen gleichermaßen betroffen sein. Es wäre mit *parallel recovery* zu rechnen. Ist bei Bi- oder Multilingualen mit einem niedrigen Leistungsniveau eines der beiden Gedächtnissysteme gestört, sollten Erst- und Zweitsprache in unterschiedlichem Ausmaß betroffen sein. Nur in einem solchen Fall wäre *selective recovery* möglich.

Sollten die neuroanatomischen Strukturen des deklarativen Gedächtnissystems bei LP-Bilingualen eine Läsion erleiden, wäre zu erwarten, dass die L2 in stärkerem Ausmaß betroffen ist, als die L1, da beide Kapazitäten der L2 im deklarativen Gedächtnissystem repräsentiert sind. Ein Solcher Fall findet sich laut Ullman (2001a), wie bereits erwähnt, bei Ku et al. (1996), auch wenn es sich hierbei genau genommen um selektive Aphasie handelt, da nur eine Sprache eine Störung aufweist und nach intensivem Training wiederkehrt. Sollte ein bilingualer Sprecher mit niedrigem Leistungsniveau eine Schädigung der neuroanatomischen Strukturen erleiden, die hauptsächlich dem prozeduralen Gedächtnissystem zugrunde liegen, sollte in erster Linie die L1 betroffen sein, während die L2 weitestgehend unbeschädigt bleibt.



García-Carabello, García-Lado, González-Hermida, Area, Recimil, Rabadán, Lamas, Ozaita und Jorge (2007) berichten von einer Galizisch-Spanisch-Bilingualen, bei der eine gekreuzte Aphasie diagnostiziert wurde. Betroffen waren unter anderem die Basalganglien, die Teil des prozeduralen Gedächtnissystems sind. Sie konnte in ihrer L1 (Galizisch) im Gegensatz zu ihrer weniger gesprochenen L2 (Spanisch) nicht mehr kommunizieren. García-Carabello et al. (2007) sehen in der Patientin einen Beweis dafür, dass die L2 eher im deklarativen Gedächtnis als im prozeduralen repräsentiert ist. Ein ähnliches Ergebnis liefern Aglioti und Fabbro (1993) und Aglioti, Beltramello, Girardi und Fabbro (1996), die den Fall einer Venezianisch-Italienisch-Sprecherin untersuchten. Die Patientin E.M. zeigte ebenfalls eine Schädigung der Basalganglien (v.a. im Putamen). Ihre Muttersprache Venezianisch war für sie im Gegensatz zu der sehr viel weniger (2-3 mal im Jahr) benutzten Zweitsprache nicht mehr zugänglich. Beide Fälle von *selective recovery* lassen sich dadurch erklären, dass in Folge einer Schädigung des prozeduralen Gedächtnissystems die L1 stärker betroffen ist als die L2, welche aufgrund eines niedrigen Leistungsniveaus im deklarativen Gedächtnissystem repräsentiert ist und somit von der Störung verschont bleibt (Ullman 2001a).

Green (2008b) glaubt, dass der Umstand, dass beide Frauen in ihren Zweitsprachen fernsahen und lasen auf ein hohes Leistungsniveau hindeutet, was laut Ullman (2001a) zu einer nahezu gleichartigen Repräsentation von Erst- und Zweitsprache führen sollte. Demzufolge, wäre zu erwarten gewesen, dass beide Sprachen gleichermaßen betroffen sind. Es erscheint mir jedoch plausibel, anzunehmen, dass es etwas gänzlich Unterschiedliches ist, eine Sprache gut zu verstehen oder sie mit einem hohen Leistungsniveau zu produzieren und dass eine Sprache, in der die beiden Frauen selten kommunizierten anders repräsentiert ist als die Muttersprache. Dennoch bleibt Greens (2008b) Frage bezüglich vieler Studien (Ku et al. 1996; Cameli et al. 2005) bestehen, in denen die Patienten und Probanden ihre Zweitsprache mit hohem Leistungsniveau sprachen und dennoch Ergebnisse zeigten, die eher den Erwartungen für LP- als für HP- Sprecher (laut Ullman 2001a) entsprachen.

Ein weiterer Punkt, den Ullman (2001a) nicht klärt, ist der Fakt, dass egal, welches der beiden Gedächtnissysteme betroffen ist, jeweils eine der L1-Kapazitäten (nämlich die im unbeschädigten Gedächtnissystem) intakt bleiben sollte. Somit stellt sich die Frage, ob *selective recovery* mit komplettem Verlust der Mutter-

sprache, wie es in den Einzelfalluntersuchungen von Aglioti et al. (1996) und García-Carabello et al. (2007) der Fall ist, mit dem DPM erklärt werden kann.

Auch können beispielsweise *alternating antagonistic recovery* oder unkontrolliertes Switching<sup>29</sup>, bei denen die Sprachkapazitäten selbst nicht zwingend betroffen sein müssen, anhand des DPMs nicht erklärt werden, da es voraussagt, dass eine Störung der Gedächtnissysteme mindestens eine der Sprachen hinsichtlich mindestens einer ihrer Kapazitäten beeinträchtigen müsste.

Ich halte abschließend fest, dass Ullmans (2001a) Hypothesen zufolge *selective recovery* nur dann möglich ist, wenn aufgrund eines niedrigen Leistungsniveaus die mentale Grammatik der Zweitsprache im Gegensatz zu der der Erstsprache im deklarativen Gedächtnissystem repräsentiert ist. Bei HP-Sprechern dürfte *selective recovery* demnach nicht auftreten. *Selective recovery* würde somit innerhalb der neuroanatomischen Bereiche, die auch für die monolinguale Sprachverarbeitung zuständig sind, eine unterschiedliche Repräsentation der mentalen Grammatik der L1 und der L2 widerspiegeln und nicht etwa eine gänzlich neuroanatomisch getrennte Repräsentation zweier oder mehrerer Sprachen im Gehirn.

Im nächsten Kapitel wende ich mich dem zweiten Modell zu und werde untersuchen, ob Greens (2008 sowie Green und Abutalebi 2008) Theorie, *selective recovery* sei ähnlich wie unkontrolliertes Switching die Folge einer Störung der Sprachkontrolle, möglicherweise auch in diesem Kapitel offen gebliebene Fragen klärt.

---

<sup>29</sup> Code-Switching bei gesunden Bi- oder Multilingualen unterscheidet sich vom unkontrollierten Switching darin, dass gesunde Sprecher selbst entscheiden können, ob sie zwischen ihren Sprachen hin und her switchen oder nicht.

### **3.2 Das *inhibitory-control model* (IC-Modell) von David W. Green**

Während Ullman (2001a) eine eher lokalistische Sichtweise vertritt (Green 2008), und annimmt, dass *selective recovery* nur dann möglich ist, wenn die mentale Grammatik der Erst- und Zweitsprache bei niedrigem Leistungsniveau unterschiedlich repräsentiert sind, schlägt Green (2008) eine eher dynamische Sichtweise vor. Er geht davon aus, dass Erst- und Zweitsprache in einem einzigen, gemeinsamen, anpassungsfähigen neuronalen Sprachnetzwerk repräsentiert sind und *selective recovery* die Folge einer Störung eines vom Sprachnetzwerk neuroanatomisch getrennten Sprachkontrollsystems ist. Ausgangspunkt für diese Annahme sind zwei Überlegungen: Zum einen geht Green (1986; 1998) davon aus, dass das Wiederherstellen von Sprache bei Aphasikern voraussetzt, dass diese nicht zerstört, sondern zeitweilig gehemmt ist (siehe hierzu auch Paradis 1993). Zum anderen weist er darauf hin, dass gesunde Bi- oder Multilinguale im Gespräch mit einem Monolingualen in der Lage sind, die passende Sprache auszuwählen und gegenüber dem Gesprächspartner unbekannte Sprachen zu vermeiden. Sprecher jedoch, die durch eine Störung beispielsweise unkontrolliert zwischen ihren Sprachen hin und her wechseln, scheinen diese Fähigkeit eingebüßt zu haben, obgleich sie abgesehen davon keine sprachlichen Beeinträchtigungen zeigen. Dies führt zu der Vermutung, dass es zusätzlich zu den neuronalen Strukturen, in denen Sprache repräsentiert ist (Sprachnetzwerk), einen weiteren neuroanatomischen Bereich gibt, der für dessen Kontrolle zuständig ist und beim Sprechen in einer Sprache alle unpassenden Sprachen hemmt. Das Sprachnetzwerk nach Green (2005; 2008; Green und Abutalebi 2008) besteht aus miteinander verbundenen neuroanatomischen Bereichen, denen bestimmte sprachliche Funktionen zugeordnet werden können. Seiner Meinung nach sind Erst- und Zweitsprache in diesem Netzwerk gemeinsam (Green und Abutalebi) repräsentiert.

#### **3.2.1 Ein gemeinsames, angepasstes Netzwerk und seine Kontrolle**

Ich werde im Folgenden das anpassungsfähige neuronale Sprachnetzwerk und das Kontrollsystem näher betrachten und erläutern, welche Beweise es für die Annahme eines Kontrollsystems gibt und wo es im Gehirn lokalisiert ist. Anschließend werde ich erläutern, wie nach dem *inhibitory control model* (IC-Modell) das Auswählen einer Sprache funktioniert und wie sich hierdurch *selective recovery* erklären lässt.

### 3.2.1.1 Ein gemeinsames Netzwerk für Erst- und Zweitsprache<sup>30</sup>

Jede Sprache macht von unterschiedlichen lexikalischen, grammatikalischen und prosodischen Mitteln Gebrauch (Green und Abutalebi 2008). Eine Sprache wie Mandarin beispielsweise bedient sich u.a. verschiedener Tonhöhen, um lexikalische Unterscheidungen zu machen. Diese linguistischen Mittel sind in unterschiedlichen funktionalen (neuronalen) Bereichen innerhalb des neuroanatomischen Sprachnetzwerkes repräsentiert (Green und Abutalebi). Jede Sprache beansprucht die für ihre Realisierung notwendigen Bereiche. So beansprucht Mandarin in größerem Ausmaß als zum Beispiel Deutsch oder Englisch die neuronalen Bereiche, die in die Prosodie involviert sind (Green und Abutalebi). Aufgrund unterschiedlicher Anforderungen an das Sprachnetzwerk, werden von Sprache zu Sprache die einzelnen neuroanatomischen Bereiche unterschiedlich stark beansprucht. Green (2008; Green und Abutalebi) geht davon aus, dass der Erwerb sprachlicher Mittel einer L2 die Anforderungen an das bereits bestehende sprachliche Netzwerk modifiziert, welches sich an die neuen Anforderungen der L2 anpasst.

Die Annahme, dass sich der Erwerb einer weiteren Sprache der gleichen neuronalen Bereiche bedient, in denen auch die Erstsprache repräsentiert ist, legt nahe, dass eine Schädigung des Sprachnetzwerks eine gleichartige Störung aller Sprachen zur Folge hat (Green 2008).

Hernández, Costa, Sebastián-Gallés, Juncadella und Reñé (2007) berichten von einer 74 Jahre alten Alzheimer-Patientin, die sowohl in ihrer L1 (Catalan) als auch in ihrer L2 (Spanisch) ein grammatikalisches kategorienspezifisches Defizit aufweist. Bei Bildbenennungsaufgaben zeigte sie in beiden Sprachen signifikant größere Schwierigkeiten mit der Produktion von Nomen als mit der Produktion von Verben<sup>31</sup>. Die Autoren schließen daraus, dass L1 und L2 lexikalisch<sup>32</sup> gemeinsam in dem von der Krankheit betroffenen Areal, im Temporallappen, repräsentiert

---

<sup>30</sup> Green (1998) spricht hauptsächlich über die Sprachrepräsentation Bilingualer. Sein Modell kann aber auch auf Multilinguale angewandt werden.

<sup>31</sup> Zur Erinnerung: Nach dem DPM wäre zu erwarten gewesen, dass sie unregelmäßige Verbformen schwieriger verarbeitet als regelmäßige Verbformen.

<sup>32</sup> Defizite in der semantischen Repräsentation schließen die Autoren aus, da die Patientin kein Problem damit hatte, Verben zu produzieren, die semantisch mit einem Nomen verbunden waren, auf das sie nicht zugreifen konnte (z.B. fegen-Besen). Desweiteren wählte sie mit hoher Genauigkeit das korrekte Nomen unter drei möglichen passend zu einem Bild aus. Wenn sie ein Bild umschrieb, verwendete sie häufig, wenn ihr das dazugehörige Nomen nicht einfiel, das stammverwandte Verb zur Beschreibung (Toaster-man kann damit Brot toasten).

sind. Green (2008) zieht diese Studie zur Bestätigung seiner eigenen Annahmen heran, gibt jedoch zu bedenken, dass Spanisch und Catalan grammatikalisch und morphologisch sehr ähnlich sind und der Erwerb einer zur L1 völlig verschiedenen Sprache ein anderes, seine Annahmen möglicherweise nicht bestätigendes Bild präsentieren würden (siehe Green 2008).

Crinion, Turner, Grogan; Hanakawa, Noppeney, Devli, Aso, Urayama, Fukuyama, Stockton, Usui, Green und Price (2006) untersuchten in einer PET/fMRT-Studie anhand sprachübergreifendem semantischem Priming, ob die Wortbedeutungen zweier Sprachen in gleichen oder verschiedenen neuroanatomischen Bereichen repräsentiert sind. Bei semantischem Priming wird das Target durch ein bedeutungsähnliches Wort voraktiviert. Wären die Wortbedeutungen zweier Sprachen in verschiedenen neuroanatomischen Bereichen repräsentiert, dürfte keine Voraktivierung eines Targets der einen Sprache durch ein Prime der anderen Sprache möglich sein. Sind die Wortbedeutungen jedoch in den gleichen Bereichen organisiert, sollten semantische Primingeffekte auftreten. Semantisches Priming war unabhängig davon, ob Prime und Target in der gleichen oder in unterschiedlichen Sprachen präsentiert wurden, zu beobachten. Bei der semantischen Entscheidung wurden für alle Sprachen die gleichen neuroanatomischen Bereiche (frontale, temporale und parietale Strukturen) aktiviert, was die Annahme, das neuronale Sprachnetzwerk würde sich den Anforderungen einer Zweitsprache anpassen, stärkt.

Sind die Wortformen Bilingualer in gemeinsamen neuroanatomischen Bereichen repräsentiert, kann davon ausgegangen werden, dass diese mehr Wortformen enthalten als bei Monolingualen und die einzelnen Wortformen daher weniger frequent sind. Je niedriger frequent ein Wort ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit eines TOTs (tip of the tongue) (Levelt 1999). Gollan und Silverberg (2001) zeigten in ihrer Studie, dass bilingualer Sprecher gegenüber monolingualen mit einer höheren Wahrscheinlichkeit TOTs produzierten, die mit Frequenzeffekten korrelierten. Die erhöhte TOT-Rate bei Bilingualen spricht für eine gemeinsame Repräsentation der Wortformen der Erst- und Zweitsprache.

Indefrey (2006) schließt aus seiner Metaanalyse hemodynamischer Studien zur L1- und L2-Verarbeitung, dass es insgesamt keine neuroanatomischen Areale gibt, die probandenübergreifend ausschließlich für eine Sprache identifiziert werden konnten. Bei der Untersuchung einzelner Probanden konnten jedoch teilweise

variierende Bereiche für die einzelnen untersuchten Sprachen festgestellt werden. Er identifizierte sowohl für Wortgenerierungs- als auch für Bildbenennungsaufgaben für alle Sprachen gemeinsam aktivierte Bereiche um die sylvische Furche und variierende L2-spezifische Aktivitäten vom mittleren bis hinteren temporalen Kortex. Green und Abutalebi (2008) sehen in den Ergebnissen Indefreys jedoch keinen Widerspruch zu seiner Annahme, sondern eine Bestätigung dafür, dass die Wortproduktion in unterschiedlichen Sprachen verschiedene linguistische Mittel beansprucht, die unterschiedlichen neuronalen Bereichen zugeordnet werden können. Beim Erwerb einer weiteren Sprache ist es nicht zuletzt von Erwerbssalter, Leistungsniveau und Umgang mit der Zweitsprache (Indefrey) sondern auch von den Anforderungen der zu erwerbenden Sprache an das Sprachnetzwerk (Green und Abutalebi) abhängig, wie stark die einzelnen neuroanatomischen Bereiche beansprucht werden.

Eine im IFG (inferior frontal gyrus) für die jeweilige L2 zu beobachtende erhöhte Aktivität erklärt Indefrey (2006) dadurch, dass der IFG für nichtlexikalische kompositionelle Prozesse zuständig ist, die, den Regeln und Beschränkungen der L1 unterworfen, in ihrem Sinne optimiert und deshalb weniger effektiv für die Verarbeitung der L2 sind. Dies führt bei der Verarbeitung der L2 in diesem Bereich zu erhöhter Aktivität (zur Funktion des IFG bei Language Switching Tasks siehe auch Hernandez, Dapretto, Mazziotta und Bookheimer 2001).

Beweise für ein gemeinsames neuroanatomisches Sprachnetzwerk und für die von Indefrey (2006) angenommene Funktion des IFG liefern auch Sakai, Miura, Narafu und Muraishi (2004). Sie beobachteten 13-jährige japanische Zwillinge während des Erwerbs regelmäßiger und unregelmäßiger englischer Verben und untersuchten sie anhand einer funktionellen Magnetresonanztomographie. Jedes Zwillingsspaar zeigte erhöhte Aktivitäten mit zunehmendem Fortschritt im IFG. Die Autoren schreiben dem IFG vorrangig eine Beteiligung an syntaktischen Prozessen zu. Ferner zeigt die Studie, dass die Verbverarbeitung unregelmäßiger und regelmäßiger englischer Verben in den gleichen neuroanatomischen Bereichen stattfindet, in denen auch die japanischen Verben verarbeitet werden, nämlich im unteren präfrontalen Kortex, dem Broca-Areal (siehe für weitere Diskussionen auch Green und Abutalebi 2008).

Die Ergebnisse der hier aufgeführten Studien liefern Evidenz dafür, dass zwei oder mehrere Sprachen in einem gemeinsamen neuroanatomischen Sprachnetz-

werk repräsentiert sind. Variierende Ergebnisse in Einzelfalluntersuchungen zeigen nach dem IC-Model nicht die Aktivierung unterschiedlicher Kapazitäten, sondern die Aktivierung verschiedener sich in einem einzigen Netzwerk befindender funktionaler Bereiche. Es ist demnach nicht nötig, verschiedene neuroanatomische Systeme für das mentale Lexikon und die mentale Grammatik anzunehmen (Green 2008). Doch wie kann das Muster der *selective recovery* dann erklärt werden? Green und Abutalebi (2008) vermuten, dass eine Störung der Sprachkontrolle der Grund für *selective recovery* ist.

### **3.2.1.2 Der Kontrollmechanismus**

Green (1998) geht in Anlehnung an Normans und Shallices Handlungskontrollmodell (1984) davon aus, dass die Sprachkontrolle Teil eines domänenunspezifischen (Handlungs-)Kontrollmechanismus‘ ist (siehe hierzu auch Fabbro, Skrap und Aglioto 2000), der Sprache im Sinne von kommunikativer Handlung kontrolliert. Diese Annahme schließt aber nicht aus, dass es innerhalb der für die Kontrolle zuständigen neuroanatomischen Bereiche kleinere sprachspezifische Bereiche gibt (Green 2005). Die Kontrolle routinierter und nicht-routinierter Verhaltensweisen funktioniert über die Auswahl bzw. Neuerstellung von Schemata. Der Begriff Schema verweist nach Green (1998) auf mentale oder neuroanatomische Bereiche, in denen die Informationen abgespeichert sind, die benötigt werden, um eine bestimmte Aufgabe (z.B. Autofahren oder Briefe schreiben) zu erfüllen. Wenn ein Schema aktiviert wird, wird also ein bestimmter neuronaler Bereich aktiviert. Das System wählt für routinierte Verhaltensweisen (unbewusst) ein passendes aus mehreren konkurrierenden Schemata aus, während nicht passende Kandidaten unterdrückt werden. Bekannte Schemata werden (in einzelnen neuroanatomischen Bereichen) abgespeichert und können jederzeit wieder automatisch abgerufen werden. Bei nicht-routinierten, also neuen oder unbekanntem, Verhaltensweisen wird ein neues Schema vom SAS (supervisory attentional system) entworfen und ebenfalls abgespeichert (siehe hierzu mehr unter Norman und Shallice 1984). Ein Schema bleibt aktiv, bis sein Ziel erreicht ist, es durch ein anderes Schema gehemmt wird oder sich das Ziel ändert (Norman und Shallice). Schemata können stark konkurrieren, wenn sie durch einen Stimulus nahezu gleichermaßen aktiviert werden. So erklärt sich Green (1998) Interferenzen beim Stroop-Test.



Nach Green (1998) regulieren verschiedene sprachspezifische Schemata verschiedene sprachliche Handlungen wie beispielsweise Übersetzen, Nachsprechen, die Durchführung eines lexikalischen Entscheidungstests usw. Ein Sprachaufgaben-Schema (language task schema) reguliert die Selektion einer Sprache gegenüber einer anderen. Beschließt ein Sprecher, zum Beispiel ausschließlich in seiner Zweitsprache zu sprechen, wird durch dieses Ziel das entsprechende L2-Produktionsschema aktiviert, das das Sprechen in einer anderen Sprache verhindert.

Sollten Sprachnetzwerk und Kontrollmechanismus neuroanatomisch tatsächlich voneinander getrennt sein, müsste der Kontrollmechanismus auch separat gestört werden können. Es wäre in diesem Fall zu erwarten, dass die Sprachen des Patienten selbst relativ unbeschädigt bleiben, dass aber die Schemaauswahl bzw. -beibehaltung nicht mehr problemlos erfolgen kann.

Dies wird beispielsweise in einer Studie von Paradis, Goldblum und Abidi (1982) deutlich, in der zwei bilinguale Patienten mit *alternating antagonistic recovery* mit paradoxer Übersetzungsfähigkeit untersucht wurden. Sowohl die 48 Jahre alte Französisch-Arabisch-Sprecherin, mit einer Läsion temporal-parietaler Strukturen, als auch der 23-jährige Französisch-Englisch-Sprecher, mit einem Ödem im temporal-parietalen Bereich, konnten an einigen Tagen in ihrer L1 aber nicht in der L2 sprechen und an anderen Tagen genau umgekehrt. Interessanterweise konnten sie jeweils in die spontan nicht produzierbare Sprache übersetzen, nicht jedoch in diejenige, die sie an dem jeweiligen Tag spontan sprechen konnten. An einem Tag sprach die 48-jährige beide Sprachen spontan, konnte jedoch in keine Richtung zwischen ihnen übersetzen. Diese Ergebnisse sprechen nicht nur dafür, dass Übersetzen und Produzieren von Sprache verschiedene sprachliche Handlungen sind (Green 1998), sondern auch für die Dissoziation von Sprachnetzwerk und Kontrollsystem, da in beiden Fällen offensichtlich sowohl Erst- als auch Zweitsprache relativ unbeschädigt zu sein scheinen. Da sie jedoch nur abwechselnd spontan produziert werden können, schließt Green (1998) auf ein Problem der Sprachkontrolle: Ist das Produktionsschema für die L1 aktiv, wird das entsprechende Schema für die L2 unterdrückt (hierzu detaillierter in Kapitel 3.2.2).

Weitere Evidenz für die Existenz eines Kontrollmechanismus liefert die Untersuchung von Fabbro et al. (2000), in der der Fall eines 56 Jahre alten Friulisch-Italienisch-Sprechers mit einem Tumor im linken Frontallappen und später auch



im ACC (anterior cingulate cortex) beschrieben wird. Der Patient war nicht in der Lage ausschließlich in einer der beiden Sprachen zu sprechen. Während der Untersuchungen wechselte er unkontrolliert zwischen seiner Erstsprache Friulisch und seiner Zweitsprache Italienisch hin und her, obgleich er immer wieder dazu aufgefordert wurde, in der Sprache zu sprechen, in der sein Gegenüber sprach<sup>33</sup>. Zusätzlich wechselte der Patient häufig zwischen Registern. Abgesehen von unkontrolliertem Switching zeigte der Patient keinerlei Anzeichen einer Aphasie, Übersetzungsprobleme oder sonstige Auffälligkeiten. Beide Sprachen waren offenbar völlig in Ordnung. Dennoch war der Patient nicht in der Lage, sich mit einem Gesprächspartner ausschließlich in einer Sprache zu unterhalten, was für ein Problem der Sprachkontrolle bei intaktem Sprachnetzwerk spricht. Fabbro et al. vermuten aufgrund ihrer Ergebnisse, dass der Frontallappen (insbesondere der ACC sowie präfrontale und frontale Strukturen) eine wichtige Rolle bei der Wahl einer Sprache spielt. Ein Beispiel für unkontrolliertes Mixing (Sprachwechsel innerhalb einer Äußerung) liefern Abutalebi, Miozzo und Cappa. A.H., eine trilinguale Armenisch-Englisch-Italienisch-Sprecherin wechselte nach einem Hirnschlag in der linken Hemisphäre, der vor allem die Basalganglien beeinträchtigte, unkontrolliert innerhalb ihrer Äußerungen zwischen ihren Sprachen hin und her<sup>34</sup>.

Gesunde Probanden müssten bei Switching- und Übersetzungsaufgaben, bei denen von einer Sprache in die andere gewechselt werden muss, erhöhte Aktivitäten im Kontrollzentrum zeigen, da vom Sprachproduktionsschema der einen Sprache in das der anderen gewechselt werden muss. Price, Green und von Studnitz (1999) führten eine PET-Studie mit gesunden Deutsch-Englisch-Bilingualen durch, in welcher Übersetzung und Switching zwischen den beiden Sprachen getestet wurde. Bei den Übersetzungsaufgaben wurden erhöhte Aktivitäten ähnlich den Ergebnissen der Studie von Fabbro et al. (2000) in den AC-Bereichen und in subkortikalen Strukturen gefunden, besonders im Kopfbereich des Nucleus caudatus und im Putamen, also in den Basalganglien. Beim Switching konnten erhöhte Aktivitäten im linken unteren Frontal-Bereich und bilateral im supramarginalen Gyrus beobachtet werden. Eine Task-Switching-EKP/fMRT-Studie von Swainson, Cun-

---

<sup>33</sup> Der Patient zeigte nach der Unterscheidung von Fabbro et al. (2000) eher Switching, aber kaum Mixing.

<sup>34</sup> Die Patientin zeigte zusätzlich zum pathologischen Mixing in allen Sprachen weitere Defizite. Dennoch betonen die Autoren, dass dieser Fall die Funktion der Basalganglien als wichtiger Teil der Sprachkontrolle hervorhebt (siehe für weitere Diskussionen Abutalebi et al. 2000).

nington, G.M. Jackson, Rorden, Peters, Morris und P.G. Jackson (2003) zeigte erhöhte Aktivitäten im PFC (prefrontal cortex) und ACC sowie in frontotemporalen/okzipitalen und parietalen Bereichen (zu Switching im dorsolateralen präfrontalen Bereich siehe Hernandez et al. 2001).

Crinion et al. (2006) identifizierten wie auch Price et al. (1999) den Nucleus caudatus als einen in die Sprachkontrolle involvierten Bereich. Sie untersuchten semantisches Priming in zwei Sprachen bei Bilingualen Sprechern. Wird ein Prime-Wort in einer anderen Sprache als das Target-Wort präsentiert, muss der Proband von einer Sprache auf die andere ‚umschalten‘. Wurde ein Prime-Target-Paar in der gleichen Sprache präsentiert, war lediglich eine niedrige Aktivität im Nucleus Caudatus zu beobachten. Wurde ein Wortpaar gezeigt, dessen Prime- und Target-Wort in einer jeweils anderen Sprache präsentiert wurde, war eine erhöhte Aktivität im Nucleus caudatus zu erkennen. Die Autoren nehmen daher an, dass der Nucleus caudatus eine wichtige Rolle in der Sprachkontrolle spielt.

Auch die venezianisch-italienisch-sprechende Patientin E.M., von der Aglioti et al. (1996) berichten (siehe Kapitel 3.1.3) und die eine Schädigung der Basalganglien (Nucleus caudatus, Putamen) erlitt, bestätigt die Annahme, dass dieser Bereich für die Sprachkontrolle zuständig ist, da sie noch jahrelang nach der Schädigung nicht in der Lage war, adäquat in ihrer L1 zu kommunizieren oder in diese zu übersetzen. Green und Abutalebi (2008) nehmen an, dass die Schädigung des Kontrollsystems einen Schemawechsel unmöglich macht (siehe zur Funktion der Basalganglien auch Fabbro, Clarici und Bava 1996).

Die Studien von Fabbro et al. (2000), Paradis et al. (1982), Crinion et al. (2006) und Price et al. (1999) identifizieren mehrere Bereiche als kontrollrelevant: den temporal-parietalen Bereich, den ACC, präfrontale und frontale Bereiche sowie die Basalganglien. Abutalebi und Green (2007) schlossen aus einer Vielzahl von Studien ebenfalls auf diese Bereiche, fügten dem aber noch den unteren parietalen Kortex hinzu. Ihrer Meinung nach ist der wichtigste Bereich der präfrontale Kortex. Abutalebi und Green (2007) gehen davon aus, dass Informationen und Schemata automatisch oder aktiv-kontrolliert (bewusst) abgerufen werden können (siehe hierzu auch Green 1998; Norman und Shallice 1984), wobei ihrer Ansicht nach im letzteren Fall eher Strukturen des unteren präfrontalen Kortex aktiviert werden. Sie vermuten für eine L2 mit niedrigem Leistungsniveau einen weniger automatisierten Zugriff auf die einzelnen Wortformen der L2. Daher nehmen sie

an, dass der untere präfrontale Kortex für das Abrufen von L2-Wortformen bei niedrigem Leistungsniveau eher beansprucht wird, als für das Abrufen von Wortformen in der L1. Daraus kann geschlossen werden, dass mit zunehmendem Leistungsniveau die Automatisierung der Sprachkontrolle der L2 zu und die Aktivität im PFC abnimmt (zur näheren Beschreibung der Funktionen des präfrontalen Kortex‘ siehe Abutalebi und Green 2007 sowie Hernandez et al. 2001). Dies bleibt allerdings zu untersuchen.

### **3.2.1.3 Das lexikalisch-semantische System – Sprachwahl durch inhibitory control**

Wie kann das Kontrollsystem gewährleisten, dass beim Sprechen in einer Sprache keine Wortformen einer anderen Sprache produziert werden? Green (1998) geht in Anlehnung an Levelt (1999<sup>35</sup>) davon aus, dass eine lexikalische Einheit aus einem Konzept, einem Lemma, das die syntaktischen Informationen der lexikalischen Einheit trägt, und einer Lautform besteht. Wird bei der Wortproduktion ein Konzept ausgewählt, muss dieses das entsprechende Lemma aktivieren. Green (1998) nimmt an, dass die Lemmata einen Sprach-,*tag*<sup>36</sup> besitzen, also eine Markierung, die die Lemmata einer bestimmten Sprache zuordnet<sup>37</sup>. Wird ein sprachspezifisches Schema aktiviert (z.B. Bildbenennung in der Zweitsprache), werden alle Lemmata mit einem passenden Sprach-*tag* (der Zweitsprache) aktiviert<sup>38</sup> und diejenigen mit einem unpassenden gehemmt. Green (1998) spricht daher von einer Hemmungskontrolle (inhibitory control) durch die Unterdrückung von unpassenden Lemma-*tags*. Green (1986, 1998) nimmt an, dass Hemmung und Aktivierung durch das Erhöhen und Senken von Aktivierungslevels erfolgt. Eine Sprache ist dann gehemmt, wenn die Wortformen mit einem *tag* dieser Sprache ein niedriges Aktivierungslevel haben<sup>39</sup>. Umgekehrt ist eine Sprache dann aktiv, wenn die

---

<sup>35</sup> Green lehnt sich an einen früheren Aufsatz von Levelt an. Eine adäquate Zusammenfassung findet sich aber bei Levelt (1999).

<sup>36</sup> Green (1986) vermutet, dass es solche *tags* auch für verschiedene Register einer Sprache gibt.

<sup>37</sup> Die Annahme, dass die Sprachmarkierung auf dem Lemma-Level repräsentiert ist, basiert u.a. darauf, dass Übersetzungen einer lexikalischen Einheit verschiedene syntaktische Eigenschaften haben können (z.B. Genus) (Green 1998). Diese Informationen sind auf der Lemma-Ebene abgespeichert.

<sup>38</sup> Greens (1998) Theorie von Aktivierung und Hemmung lehnt sich an Paradis‘ (1993) *Activation Threshold Hypothesis* an, die besagt, dass das Sprechen in einer Sprache die Senkung ihrer Aktivierungsschwelle voraussetzt bei gleichzeitiger Erhöhung der Aktivierungsschwelle der nicht passenden Sprache.

<sup>39</sup> Green (1986) betont, dass eine gehemmte Sprache nicht deaktiviert ist, sondern lediglich ein sehr niedriges Aktivationslevel hat.

Wortformen dieser Sprache das höchste Aktivierungslevel im Vergleich zu den Wortformen anderer Sprachen haben.

Wenn beim Sprechen in einer Sprache die andere Sprache gehemmt ist, kann angenommen werden, dass in *language-switching-tasks* (LSTs) beim Wechsel von einer Sprache in die andere ein erhöhter Aufwand vonnöten ist, um die Hemmung der unterdrückten Sprache aufzuheben und sie zu aktivieren bei gleichzeitiger Hemmung der zuvor aktiven Sprache (Green 1998). Dieser Aufwand sollte sich zeitlich niederschlagen und in Reaktionszeitstudien nachzuweisen sein. Ferner sollte zu beobachten sein, dass das Switchen von der L2 in die L1, die in der Regel die dominante Sprache ist, länger dauert als umgekehrt, da diese zuvor stärker gehemmt werden musste, damit in der L2 gesprochen werden konnte (Green 1998).

Meuter und Allport (1999) zeigten in ihrer *language-switching*-Studie eben diese Asymmetrie. 16 bilinguale Probanden, mit Englisch entweder als Erst- oder Zweitsprache, absolvierten einen Nummernbenennungstest, bei dem die Farbe der präsentierten Zahlen (zufällige Reihen einzelner Zahlen von eins bis neun) jeweils die Sprache angab, in der die Zahl zu benennen war. Die Blöcke, in denen die Probanden zwischen ihren beiden Sprachen hin und her wechseln mussten, ergaben für die Benennung der Zahlen längere Reaktionszeiten als für Blöcke, in denen die Zahlen durchgängig in nur einer der beiden Sprachen benannt werden sollten, was den erhöhten Aufwand widerspiegelt, mit dem die Hemmung der zuvor inaktiven Sprache überwunden werden musste. Entsprechend den Vorhersagen zeigte sich, dass das Switchen in die dominante Sprache (L1) eine längere RT aufwies als das Switchen in die L2.

Für den Fall des Code-Switchens oder –Mixens, wie es in Gesprächen zwischen Bilingualen häufiger vorkommt, nimmt Green (1998) an, dass beide Sprachen aktiv sind (also ein gleichermaßen hohes Aktivierungslevel haben), da kein Schema ausgewählt ist, dass das Unterdrücken einer der beiden Sprachen fordert. Die Wortform, die zuerst das nötige Aktivierungslevel erreicht, wird produziert. Er geht davon aus, dass eine der beiden Sprachen dominant ist, jedoch häufig aktive Elemente der anderen mit einbezogen werden. Green bezeichnet das Verhältnis zwischen beiden Sprachen als ein eher kooperatives.

### 3.2.2 Wie lässt sich *selective recovery* durch das IC-Modell erklären?

Nach Greens IC-Modell (1998) ist *selective recovery* nur dann möglich, wenn die neuronalen Strukturen, die dem Kontrollsystem zugrunde liegen, gestört sind. Durch die Schädigung kann ein aktiviertes Sprachselektionsschema, beispielsweise für die L2, nicht mehr gehemmt und ein anderes gehemmtes, in diesem Fall das der L1, nicht mehr dominant werden, d.h. das Aktivierungslevel der einen Sprache (L2) ist dauerhaft hoch, während das der anderen Sprache (L1) dauerhaft niedrig ist (Green und Abutalebi 2008, Green 2008)<sup>40</sup>.

So zeigen die von García-Carabello et al. (2007)<sup>41</sup> und Aglioti et al. (1996) berichteten Fälle zweier bilingualer Patientinnen jeweils nach einer Schädigung der Basalganglien, die Teil des (Sprach-)Kontrollsystems sind (siehe Kapitel 3.2.1.2), das gleiche Muster: Sie sind nicht mehr in der Lage in ihrer Muttersprache zu kommunizieren während ihre L2 im Vergleich zur vorkrankheitlichen Leistungsfähigkeit weitestgehend wiederhergestellt werden konnte. E.M. (Aglioti et al.) zeigt noch fünf Jahre im Vergleich zu einem Jahr nach der ersten Untersuchung keine signifikanten Veränderungen: Das Sprachproduktionsschema für Italienisch (L2) ist aktiv und das für Venezianisch (L1) gehemmt. Das gleiche Bild zeigte die Patientin von García-Carabello et al.: Das Sprachproduktionsschema für Spanisch (L2) dominiert über jenes für Galizisch (L1). Der Umstand, dass die von ihnen untersuchte Patientin zum Beispiel spontan und unaufgefordert Refrains ihrer Erstsprache in die Zweitsprache übersetzte, zeigt, dass die Erstsprache nicht zerstört, sondern gehemmt ist. Wären neuroanatomische Bereiche gestört, in denen die Sprache selbst repräsentiert ist, könnte keine Übersetzung stattfinden, da hierfür zunächst die Wortformen in beiden Sprachen aktiviert werden müssten (hierzu mehr bei Green 1998). Interessanterweise sind in beiden Fällen die Sprachschemata der Erstsprache gehemmt, obgleich Green und Abutalebi (2008) davon ausgehen, dass eine Zweitsprache eher anfällig für eine Schädigung des Kontrollsys-

---

<sup>40</sup> In Paradis' (1993) Terminologie wäre die Aktivierungsschwelle der aktiven Sprache sehr niedrig und die der nichtaktivierten Sprache sehr hoch, so dass es dem Sprecher nicht mehr möglich ist diese zu überwinden, um die nichtaktivierte Sprache zu aktivieren.

<sup>41</sup> Green und Abutalebi (2008) betrachten diesen Fall als ein typisches Beispiel von *selective recovery*. Streng genommen ist es aber schwer, in diesem Fall zwischen *selective recovery* und selektiver Aphasie zu unterscheiden. Eine linguistische Untersuchung ergab für ihre L2 kaum bzw. keine Anzeichen einer Aphasie. Die Autoren jedoch bezeichnen den Fall aufgrund des Läsionsortes als *paradoxical recovery* und geben damit ihrerseits wenig Aufschluss hinsichtlich des terminologischen Problems. Ich betrachte den Fall dennoch als ein sehr aussagekräftiges Beispiel und Beweismaterial für Greens (1998) IC-Modell, da nach diesem Modell *selective recovery* und selektive Aphasie die gleiche Ursache haben (Green und Abutalebi 2008).

tems ist. Beide Patientinnen zeigten dennoch insofern ein erwartbares Krankheitsbild, als dass sie entsprechend dem IC-Modell nicht mehr in der Lage waren, adäquat zwischen ihren beiden Sprachen zu wechseln. Speziell: Sie konnten das dominante Sprachschema nicht hemmen und ein aktuell gehemmtes Schema nicht aktivieren.

Green und Abutalebi (2008) gehen davon aus, dass *selective recovery*, selektive Aphasie, unkontrolliertes Switching sowie viele der nicht-parallelen *recovery patterns* den gleichen Auslöser haben: eine Störung des Sprachkontrollsystems und daraus resultierende Probleme in der Auswahl, Beibehaltung oder dem Wechsel zwischen Sprachschemata.

Selektive Aphasie kann genauso wie *selective recovery* durch das Unvermögen erklärt werden, von einem aktivierten Sprachschema zu einem anderen zu wechseln. Im Vergleich zur *selective recovery* ist dieser Zustand jedoch nicht von Dauer. So kann beispielsweise der 16-jährige Patient, von dem Ku et al. (1996) berichten, eine Woche nach einer Hirnhautentzündung in seiner Muttersprache Mandarin, nicht jedoch in seiner Zweitsprache Englisch kommunizieren. Nach einem zweimonatigen Training war die Zweitsprache fast gänzlich wiederhergestellt. Für einen kurzen Zeitraum konnte die Hemmung des Englisch-Sprachproduktionsschemas nicht überwunden und das dominante Sprachproduktionsschema der Muttersprache nicht gehemmt werden.

Zu *antagonistic recovery* kommt es laut Green und Price (2001), wenn ein aktuell weniger dominantes Sprachschema durch Erhöhung des Aktivationslevels immer dominanter wird, wodurch es wiederum das Sprachschema der zuvor dominanten Sprache hemmt. Paradis und Goldblum (1989) berichten von einem trilingualen Patienten (früher Erwerb von Gujarati und Malagasy und später Französischerwerb) mit einer parasitären Zyste im rechten prä-rolandischen Bereich. Zwei Wochen nach der Operation zeigte er Anzeichen einer Broca-Aphasie in Gujarati, während die anderen Sprachen völlig intakt zu sein schienen. Mehr als zwei Jahre später berichtet er, dass sich innerhalb von vier Monaten, nachdem er nach Madagaskar zurückkehrte, sein Gujarati zunehmend verbesserte, während sich sein Malagasy stetig verschlechterte<sup>42</sup>. Die Autoren bezeichnen diesen Fall als *selective crossed aphasia*, da der Patient immer nur in einer Sprache eine Aphasie aufweist,

---

<sup>42</sup> Die Autoren merken an, dass das Wiederkehren von Gujarati nicht auf die gujarati-sprachige Umgebung in Madagaskar zurückgeführt werden kann, da der Patient auch während seiner Zeit in Paris stets von gujarati-sprechenden Familienmitgliedern umgeben war.



während die anderen scheinbar keinerlei Defizite aufweisen. Dennoch liegt diesem Fall das gleiche Prinzip wie der *antagonistic recovery* nach Green und Price zugrunde. Das nach der Operation wenig dominante Gujarati-Sprachschema wird immer dominanter und hemmt das Malagasy-Sprachschema.

*Alternating antagonism* kann ähnlich der *antagonistic recovery* erklärt werden: Ein aktuell gehemmttes Sprachschema wird (durch ein stetig steigendes Aktivationslevel) dominant, während das dominante Sprachschema (durch ein sinkendes Aktivationslevel) gehemmt wird. Der Unterschied zur *antagonistic recovery* ist, dass dieser Prozess immer wieder von neuem beginnt. Ein passendes Beispiel hierfür ist die Studie von Paradis et al. (1982) in der zwei Fälle mit alternierender *antagonistic recovery* mit paradoxer Übersetzungsfähigkeit untersucht wurden (siehe Kapitel 3.2.1.2). Beide Patienten zeigten über einen langen Zeitraum entweder spontane Produktion in der einen oder in der anderen Sprache, aber bis auf einen einzigen Tag bei A.D. niemals spontane Produktion in beiden Sprachen. Hieran zeigt sich das Problem der Kontrolle eines relativ intakten Sprachnetzwerks (Green 1998). Durch die Störung der neuronalen Strukturen, die dem Kontrollmechanismus zugrunde liegen, können keine kurzfristigen Schemawechsel von einer Sprache in die andere erfolgen (Green 1998). Dass lediglich in die Sprache übersetzt werden kann, die spontan nicht produziert werden kann, zeigt, dass Produzieren und Übersetzen zwei verschiedene Prozesse sind. In seinem Aufsatz von 1986 liefert Green eine sehr viel detailliertere und komplexere Erklärung des Phänomens, die hier aber nicht näher betrachtet werden soll, da sie im Rahmen dieser Arbeit zu weit führen würde.

Unkontrolliertes Switching wie im Fall des 56-jährigen Friulisch-Italienisch-Sprechers (Fabbro et al. 2000), der nach einer Schädigung des linken Frontallappens und des ACCs unkontrolliert zwischen seinen Sprachen auch im Gespräch mit Monolingualen hin und her wechselte (siehe Kapitel 3.2.1.2), kann im Sinne des IC-Modells dadurch erklärt werden, dass beide Sprachselektionsschemata (oder das Sprachziel, entweder in der L1 oder der L2 zu sprechen) gleichzeitig aktiv sind, die Aktivierungsenergie also gleich hoch ist und deshalb keine der Sprachen vollständig gehemmt oder dominant über die andere gestellt werden kann (siehe für ein quadrilinguales Beispiel Riccardi et al. 2004).

Switching und *selective recovery* basieren, wie ich gezeigt habe, beide auf einer Störung des (Sprach-)Kontrollsystems und bezeichnen im Grunde die beiden ent-

gegengesetzten Extreme: Switching zeigt die Unfähigkeit, eine Sprache gegenüber einer anderen auszuwählen bzw. sie beizubehalten (ständiger Schemawechsel). *Selective recovery* spiegelt das Unvermögen wider, ein aktiviertes Schema zu hemmen und ein gehemmtes zu aktivieren (kein Schemawechsel).

Das am häufigsten auftretende *recovery pattern* ist wohl *parallel recovery* (siehe Kapitel 1.4). Da Green (2005) jedoch annimmt, dass dieses *recovery pattern* höchstwahrscheinlich auf einer Störung des neuroanatomischen Sprachnetzwerks beruht<sup>43</sup> und dass in diesem Fall das Kontrollsystem unbeschädigt ist und normal funktioniert, soll hierauf nicht näher eingegangen werden.

Hinsichtlich der Ansätze von Green und Abutalebi (2008) bzw. Green (2008), dass zahlreiche *recovery patterns* eine Störung des Sprachkontrollsystems widerspiegeln, bleibt zu untersuchen, ob Schädigungen in bestimmten Teilen des Sprachkontrollsystems zu einem bestimmten *recovery pattern* führen. Abutalebi et al. (2000) stellen beispielsweise fest, dass Schädigungen in den Basalganglien sowohl mit *selective recovery* (die Fixierung auf eine Sprache), wie sie von Aglioti et al. (1996) berichtet wird, als auch mit unkontrolliertem Mixing (dem Unvermögen, sich innerhalb einer Äußerung auf eine Sprache zu fixieren) in Verbindung gebracht werden können. Sie vermuten, dass Schädigungen in einzelnen Teilen der Basalganglien verschiedene Effekte haben können. Im Fall von E.M. (Aglioti et al. 1996) betraf die Störung vor allem das Putamen, bei A.H. war der Nucleus caudatus geschädigt.

Desweiteren ist noch ungeklärt, welche (möglicherweise individuellen) Faktoren wie Erwerbsart, Intensität des Umgangs mit einer weiteren Sprache, psychische Faktoren usw.<sup>44</sup> für wechselnde *recovery patterns* oder ihre unterschiedlichen Ausprägungen verantwortlich sind.

---

<sup>43</sup> Ist eine Funktion betroffen, die in einer der beiden Sprachen stärkere Anwendung findet als in der anderen (z.B. Subjekt-Verb-Kongruenz eher im Deutschen als im Englischen) kann durchaus der Eindruck nicht-paralleler *recovery* entstehen, da eine Sprache (in diesem Fall Deutsch) in Folge der Schädigung stärker betroffen sein könnte. Deshalb ist es besonders wichtig bei der Untersuchung bilingualer Aphasiker auf solche möglichen Faktoren zu achten (Green und Abutalebi 2008; Green 2008).

<sup>44</sup> Paradis (2001) liefert eine Übersicht über Faktoren, die möglicherweise Einfluss auf nicht-parallele *recovery patterns* haben könnten.



#### 4. Schlussfolgerungen

Die schlichte Annahme, *selective recovery* würde eine gänzlich getrennte Repräsentation von zwei oder mehreren Sprachen im Gehirn möglicherweise sogar in getrennten Hemisphären widerspiegeln, hat sich bereits nach den Betrachtungen in Kapitel zwei als unwahrscheinlich erwiesen, da ein großer Teil der Untersuchungen zur neuroanatomischen Repräsentation zweier oder mehrerer Sprachen im Gehirn viele gemeinsam aktivierte Gehirnareale für verschiedene Sprachen fand. Ich habe in dieser Arbeit gezeigt, dass der *selective recovery* offenbar sehr viel komplexere Ursachen zugrunde liegen.

Sowohl das DPM als auch das IC-Modell liefern eine Erklärung für das Phänomen der *selective recovery*. Entsprechend dem DPM spiegelt *selective recovery* eine getrennte Repräsentation der mentalen L1- und L2-Grammatik bei Sprechern mit einem niedrigen Leistungsniveau wider. Das IC-Modell geht von einem Kontrollmechanismus aus, durch dessen Störung die Hemmung eines Sprachschemas nicht mehr aufgehoben werden kann.

*Selective recovery* ist nach dem DPM zwar möglich, dürfte aber nicht bei Sprechern mit hohem Leistungsniveau auftreten, wogegen zahlreiche in dieser Arbeit aufgeführte Einzelfalluntersuchungen sprechen, die trotz eines hohen Leistungsniveaus *selective recovery* zeigen.

Das IC-Modell hingegen bietet mit der Annahme eines geschädigten Kontrollsystems eine plausible Erklärung für *selective recovery* (sowohl bei Sprechern mit einem hohen als auch mit einem niedrigen Leistungsniveau) und andere Muster, bei denen die einzelsprachlichen Fähigkeiten zwar unbeschädigt sind, die Sprachwahl aber nicht mehr funktioniert (zum Beispiel unkontrolliertes Switching).

Das DPM zeigt sich bezüglich der Erklärungen solcher Phänomene, bei denen die Sprache selbst noch intakt zu sein scheint, unflexibel, da es das deklarative und das prozedurale Gedächtnissystems als die sprachrelevanten neuroanatomischen Bereiche betrachtet. Eine Störung in einem der beiden Bereiche kann theoretisch kein Muster zur Folge haben, bei dem beide Sprachkapazitäten aller Sprachen intakt sind. Ein Modell zur neuroanatomischen Organisation von Sprache sollte aber möglichst allen *recovery patterns* Rechnung tragen. Green (2008) bietet mit seiner Annahme eines gemeinsamen, anpassungsfähigen Netzwerkes und eines (Sprach-)Kontrollsystems eine große Bandbreite an Erklärungen für viele, wenn

auch nicht alle Phänomene dieser Art. Es berücksichtigt im Gegensatz zu Ullman (2001a), dass das Wiederkehren von Sprache nahelegt, dass die Sprachnetzwerke nicht zerstört, sondern gehemmt sind. Das DPM bietet keinerlei Erklärung dafür an, wie es überhaupt möglich ist, dass Sprache bei (bilingualen) Aphasikern wiederkehren kann, nachdem sie einmal gestört ist. Desweiteren liefert die Hypothese eines gemeinsamen anpassungsfähigen Sprachnetzwerks Erklärungen für zahlreiche Untersuchungsergebnisse, die im Widerspruch zu den Annahmen des DPMs stehen.

Deshalb scheint mir das IC-Model einen besseren Ansatz zur Beantwortung der Frage nach dem Phänomen der *selective recovery* zu liefern: *Selective recovery* spiegelt nicht etwa die getrennte neuroanatomische Repräsentation zweier oder mehrerer Sprachen im Gehirn wider. Es kann im Gegenteil angenommen werden, dass alle Sprachen in einem einzigen, anpassungsfähigen, neuroanatomischen Netzwerk repräsentiert sind. Das Nicht-Wiederkehren einer Sprache macht eine Störung im (Sprach-)Kontrollsystem sichtbar, die es dem betroffenen Sprecher unmöglich macht, das aktuell dominante Sprachschema bzw. -ziel zu hemmen, um ein anderes, nämlich das der nicht wiederkehrenden Sprache zu aktivieren.

## 5. Bibliographie

- Abutalebi, Jubin und Green, David W. Bilingual language production: The neuro-cognition of language representation and control. In: *Journal of Neurolinguistics* 20. Seite 242–275 (2007).
- Abutalebi, Jubin; Miozzo, Antonio und Cappa, Stefano F. Do Subcortical Structures Control ‘Language Selection’ in Polyglots? Evidence from Pathological Language Mixing. In: *Neurocase* 6. Seite 51-56 (2000).
- Aglioti, Salvatore; Beltramello, Alberto; Girardi, Flavia und Fabbro, Franco. Neurolinguistic and follow-up study of an unusual pattern of recovery from bilingual subcortical aphasia. In: *Brain* 119. Seite 1551-1564 (1996).
- Aglioti, Salvatore und Fabbro, Franco. Paradoxical selective recovery in a bilingual aphasic following subcortical lesions. In: *Neuroreport* 4. Seite 1359-1362 (1993).
- Albert, Martin L. und Obler, Loraine K. *The Bilingual Brain: Neuropsychological and Neurolinguistic Aspects of Bilingualism. Perspectives in Neurolinguistics and Psycholinguistics*. New York/London (1978).
- Altmann, Nicole. Cortical Organization of Bilingualism. In: *Perspectives in Psychology* 5. Seite 50-55 (2002).
- Ansaldo, Ana I.; Marcotte, Karine; Fonseca, Rochele P. und Scherer, Liliane C. Neuroimaging of the bilingual brain: evidence and research methodology. In: *PSICO* 39. Seite 131-138 (2008).
- Bußmann, Hadumod. *Lexikon der Sprachwissenschaft*. Stuttgart (2002).
- Cameli, Luisa; Phillips, Natalie A.; Kousaie, Shanna und Panisset, Michel. Memory and Language in Bilingual Alzheimer and Parkinson Patients: Insights from Verb Inflection. In: *Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Symposium on Bilingualism*. Seite 452-476 (2005).
- Chee, Michael W. L.; Tan, Edsel W. L. und Thiel, Thorsten. Mandarin and English Single Word Processing Studied with Functional Magnetic Resonance Imaging. In: *The Journal of Neuroscience* 19. Seite 3050–3056 (1999).
- Clahsen, Harald und Almazan, Mayella. Syntax and morphology in Williams syndrome. In: *Cognition* 68. Seite 167-198 (1998).
- Conrad, Rudi. *Lexikon sprachwissenschaftlicher Termini*. Leipzig (1988).
- Crinion, Jenny; Turner, Robert; Grogan, Alice; Hanakawa, Takashi; Noppeney, Uta; Devlin, Joseph T.; Aso, Toshihiko; Urayama, Shinichi; Fukuyama, Hidenao; Stockton, Kath; Usui, Keiko; Green, David W. und Price, Cathy J. Language Control in the Bilingual Brain. In: *Science* 312. Seite 1537 – 1540 (2006). DOI: 10.1126/science.1127761.
- Crystal, David. *Die Cambridge Enzyklopädie der Sprache*. Frankfurt (1993).
- De Diego Balaguer, Ruth; Costa, Albert; Sebastián-Galles, Nuria; Juncadella, Montse und Caramazza, Alfonso. Regular and irregular morphology and its relationship with agrammatism: Evidence from two Spanish–Catalan bilinguals. *Brain and Language* 91. Seite 212–222 (2004).
- Dehaene, Stanislas; Dupoux, Emanuel; Mehler, Jacques; Cohen, Laurent; Paulesu, Erardo; Perani, Daniela; Van de Moortele, Pierre-Francois; Lehericy, Stéphane und Le Bihan, Denis. Anatomical variability in the cortical representation of first and second language. In: *NeuroReport* 8. Seite 3809–3815 (1997).
- Dietrich, Rainer. *Psycholinguistik*, (2. aktualisierte und erweiterte Auflage), Stuttgart(2007).

- Fabbro, Franco. The Bilingual Brain: Bilingual Aphasia. In: *Brain and Language* 79. Seite 201-210 (2001a).
- Fabbro, Franco. The Bilingual Brain: Cerebral Representation of Languages. In: *Brain and Language* 79. Seite 211-222 (2001b).
- Fabbro, Franco; Skrap, Miran und Aglioti, Salvatore. Pathological switching between languages after frontal lesions in a bilingual patient. In: *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 68. Seite 650-652 (2000).
- Fabbro, Franco. *The neurolinguistics of bilingualism: An Introduction*. Aylesbury (1999).
- Fabbro, Franco; Peru, Andrea und Skrap, Miran. Language Disorders in Bilingual Patients after Thalamic Lesion. In: *Journal of Neurolinguistics* 10. Seite 347-367 (1997).
- Fabbro, Franco; Clarici, Andrea und Bava, Adriana. Effects of left basal ganglia lesions on language production. In: *Perceptual and Motor Skills* 82. Seite 1291-1298 (1996).
- Gabrieli, John D. E. Cognitive Neuroscience of Human Memory. In: *Annual Review of Psychology* 49. Seite 87-115 (1998).
- García-Caballero, Alejandro; García-Lado, Isabel; González-Hermida, Javier; Area, Ramón; Recimil, María J.; Juncos-Rabadán, Onésimo; Lamas, Santiago; Ozaita, Guillermo und Jorge, Francisco J. Paradoxical recovery in a bilingual patient with aphasia after right capsuloputaminale infarction. In: *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry* 78. Seite 89-91 (2007). DOI:10.1136/jnnp.2006.095406.
- Glück, Helmut. *Metzler-Lexikon Sprache*. Stuttgart (2000).
- Gollan, Tamar H. und Silverberg, Nina B. Tip-of-the-tongue states in Hebrew-English bilinguals. In: *Bilingualism: Language and Cognition* 4. Seite 63-83 (2001).
- Green, David W. Bilingual Aphasia: Adapted Language Networks and their Control. In: *Annual Review of Applied Linguistics* 28. Seite 25-48 (2008).
- Green, David W. und Abutalebi, Jubin. Understanding the link between bilingual aphasia and language control. *Journal of Neurolinguistics* 21. Seite 558-576 (2008).
- Green, David W. The neurocognition of recovery patterns in bilingual aphasics. In: Kroll, Judith F. und De Groot, Anette M. B. (Hrsg.): *Handbook of Bilingualism: Psycholinguistic approaches*. Oxford. Seite 516-530 (2005).
- Green, David W. und Price, Cathy J. Functional imaging in the study of recovery patterns in bilingual aphasia. In: *Bilingualism: Language and Cognition* 4. Seite 191-201 (2001).
- Green, David W. Mental control of the bilingual lexico-semantic system. In: *Bilingualism: Language and Cognition* 1. Seite 67-81 (1998).
- Green, David W. Control, Activation, and Resource: A Framework and a Model for the Control of Speech in Bilinguals. In: *Brain and Language* 27. Seite 210-223 (1986).
- Gross, Matthias; Say, Tessa; Kleingers, Michael; Clahsen, Harald und Münte, Thomas F. Human brain potentials to violations in morphologically complex Italian words. In: *Neuroscience Letters* 241. Seite 83-86 (1998).
- Hernández, Mireira; Costa, Albert; Sebastián-Gallés, Núria; Juncadella, Montserrat und Reñé, Ramón. The organisation of nouns and verbs in bilingual speakers: A case of bilingual grammatical category-specific deficit. In: *Journal of Neurolinguistics* 20. Seite 285-305 (2007).
- Hernandez, Arturo E.; Dapretto, Mirella; Mazziotta, John und Bookheimer, Su-

- san. Language Switching and Language Representation in Spanish–English Bilinguals: An fMRI Study. In: *NeuroImage* 14. Seite 510–520 (2001).
- Indefrey, Peter. A Meta-analysis of Hemodynamic Studies on First and Second Language Processing: Which Suggested Differences Can We Trust and What Do They Mean? In: *Language Learning* 56. Seite 279-304 (2006).
- Karant, Prathibha und Rangamani, Grama N. Crossed Aphasia in Multilinguals. In: *Brain and Language* 34. Seite 169-180 (1988).
- Kim, Karl H.S.; Relkin, Norman R.; Lee, Kyoung-Min und Hirsch, Joy. Distinct cortical areas associated with native and second languages. In: *Nature* 388. Seite 171-174 (1997).
- Ku, Aubrey; Lachmann, Elisabeth A. und Nagler, Willibald. Selective Language Aphasia From Herpes Simplex Encephalitis. In: *Pediatric Neurology* 15. Seite 169-171 (1996).
- Levelt, Willem J. M. Models of word production. In: *Trends in Cognitive Sciences* 3. Seite 223-232 (1999).
- McClelland, James L. und Patterson, Karalyn. ‘Words or Rules‘ cannot exploit the regularity in exceptions. Reply to Pinker and Ullman. In: *Trends in Cognitive Sciences* 6. Seite 464-465 (2002).
- Meuter, Renata F.I. und Allport, Alan. Bilingual Language Switching in Naming: Asymmetrical Costs of Language Selection. In: *Journal of Memory and Language* 40. Seite 25-40 (1999).
- Mishkin, Mortimer; Malamut, Barbara und Bachevalier, Jocelyne. Memories and habits: Two neural systems. In: Lynch, Gary; McGaugh, James L. und Weinberger, Norman M. (Hrsg.): *Neurobiology of Learning and Memory*. New York: Guilford. Seite 65–77 (1984).
- Newman, Aaron; Ullman, Michael T.; Pancheva, Roumyana; Waligura, Diane L. und Neville, Helen J. An ERP Study of Regular and Irregular English Past Tense Inflection. In: *Neuroimagine* 34. Seite 435-445 (2007).
- Norman, Donald A. und Shallice, Tim. Attention to Action. Willed and Automatic Control of Behavior. In: *Consciousness and Self-Regulation* 4. Seite 1-18 (1986).
- Paradis, Michel. Language and Communication Disorders in Multilinguals. In: Stemmer, Brigitte und Whitaker, Harry (Hrsg.): *Handbook of the Neuroscience of Language*. London. Seite 341-349 (2008).
- Paradis, Michel. Bilingual and polyglot aphasia. In: Berndt, Rita S. (Hrsg.): *Handbook of Neuropsychology, 2<sup>nd</sup> Edition* 3. Amsterdam. Seite 69-91.
- Paradis, Michel. Neurolinguistic Aspects of Implicit and Explicit Memory: Implications for Bilingualism and SLA. In: Ellis N.C. (Hrsg.): *Implicit and Explicit Learning of Languages*. London. Seite 393-419 (1994).
- Paradis, Michel. Multilingualism and Aphasia. In: Blanken, Gerhard; Dittman, Jürgen; Grimm, Hannelore; Marshall, John C. und Wallesch, Claus-W. (Hrsg.): *Linguistic Disorders and Pathologies. An International Handbook*. Berlin/New York. Seite 278-288 (1993).
- Paradis, Michel und Goldblum, Marie-Claire. Selective Crossed Aphasia in a Trilingual Aphasic Patient followed by Reciprocal Antagonism. In: *Brain and Language* 36. Seite 62-75 (1989).
- Paradis, Michel und Libben, Garry. *The Assessment of bilingual Aphasia*. Hillsdale (1987).
- Paradis, Michel. Bilingualism and Aphasia In: Whitaker, Haiganoosh und Whi-



- taker, Harry. (Hrsg.): *Studies in Neurolinguistics. Bd 3*. New York. Seite 65-121 (1977).
- Paradis, Michel; Goldblum, Marie-Claire und Abidi, Raouf. Alternate Antagonism with Paradoxical Translation Behavior in Two Bilingual Aphasic Patients. In: *Brain and Language 15*. Seite 55-69 (1982).
- Penke, Martina; Janssen, Ulrike und Krause, Marion. The Representation of Inflectional Morphology: Evidence from Broca's Aphasia. In: *Brain and Language 68*. Seite 225–232 (1999).
- Perani, Daniela; Paulesu, Eraldo; Sebastián-Gallés, Núria; Dupoux, Emmanuel; Dehaene, Stanislas; Bettinardi, Valentino; Cappa, Stephan F.; Fazio, Ferruccio und Mehler, Jacques. The bilingual brain. Proficiency and age of acquisition of the second language. In: *Brain 121*. Seite 1841-1852 (1998).
- Pinker, Steven und Ullman, Michael T. The Past-Tense Debate: The past and future of the past tense. In: *Trends in Cognitive Science 6*. Seite 456-463 (2002).
- Price, Cathy J.; Green, David W. und Von Studnitz, Roswitha. A functional imaging study of translation and language switching. In: *Brain 122*. Seite 2221-2235 (1999).
- Pu, Yonglin; Liu, Ho-Ling; Spinks, John A.; Mahankali, Srikanth; Xiong, Jinhu; Feng, Ching-Mei; Tan, Li H.; Fox, Peter T. und Gao, Jia-Hong. Cerebral hemodynamic response in Chinese (first) and English (second) language processing revealed by event-related functional MRI. In: *Magnetic Resonance Imaging 19*. Seite 643–647(2001).
- Riccardi, Alessandra; Fabbro, Franco und Obler, Loraine K. Pragmatically appropriate code-switching in a quadrilingual with Wernicke's aphasia. *Brain and Language 91*. Seite 54–55 (2004).
- Roux, Franck-Emmanuel und Trémoulet, Michel. Organization of language areas in bilingual patients: a cortical stimulation study. In: *Journal of Neurosurgery 97*. Seite 857-864 (2002).
- Sakai, Kuniyoshi L.; Miura, Kunihiko; Narafu, Nobuko und Muraishi, Yukimasa. Correlated Functional Changes of the Prefrontal Cortex in Twins Induced by Classroom Education of Second Language. In: *Cerebral Cortex 14*. Seite 1233-1239 (2004). DOI: 10.1093/cercor/bhh084.
- Shapiro, Kevin und Caramazza, Alfonso. Grammatical processing of nouns and verbs in left frontal cortex? In: *Neuropsychologia 41*. Seite 1189-1198 (2003). DOI: 10.1016/S0028-3932(03)00037-x.
- Squire, Larry R.; Knowlton, Barbara und Musen, Gail. The Structure and Organization of Memory. In: *Annual Review of Psychology 44*. Seite 453-495 (1993).
- Swainson, Rachel; Cunnington, Ross; Jackson, Georgina M.; Rorden, Chris; Peters, Andrew M.; Morris, Peter G. und Jackson, Steven R. Cognitive Control Mechanisms Revealed by ERP and fMRI: Evidence from Repeated Task-Switching. In: *Journal of Cognitive Neuroscience 15*. Seite 785–799 (2003).
- Ullman, Michael T. und Pierpont Elizabeth I. Specific Language Impairment is Not Specific to Language: The Procedural Deficit Hypothesis. In: *Cortex 41*. Seite 399-433 (2005).
- Ullman, Michael T. Contributions of memory circuits to language: the declarative/procedural model. In: *Cognition 92*. Seite 231-270 (2004).
- Ullman, Michael T. The neural basis of lexicon and grammar in first and second

- language: the declarative/procedural model. In: *Bilingualism: Language and Cognition* 4. Seite 105-122 (2001a).
- Ullman, Michael T. The Declarative/Procedural Model of Lexicon and Grammar. In: *Journal of Psycholinguistic Research* 30. Seite 37-69 (2001b).
- Ullman, Michael T. A neurocognitive perspective on language: the declarative/procedural model. In: *Nature Reviews Neuroscience* 2. Seite 717-726 (2001c).
- Ullman, Michael T. Acceptability Ratings of Regular and Irregular Past-tense Forms: Evidence for a Dual-system Model of Language from Word Frequency and Phonological Neighbourhood Effects. In: *Language and Cognition Processes* 14. Seite 47-67 (1999).
- Ullman, Michael T.; Corkin, Suzanne; Coppola, Marie; Hickok, Gregory; Growdon, John H.; Koroshetz, Walter J. und Pinker, Steven. A Neural Dissociation within Language: Evidence that the Mental Dictionary Is Part of Declarative Memory, and that Grammatical Rules Are Processed by the Procedural System. In: *Journal of Cognitive Neuroscience* 9. Seite 266-276 (1997).
- Van der Lely, Heather K.J. und Ullman, Michael T. The Computation and Representation of Past-Tense Morphology in Specifically language impaired and Normally Developing Children. In: *BUCLD 20 Proceedings*. Seite 804-815 (1996).
- Van der Lely, Heather K.J. und Ullman, Michael T. Past tense morphology in specifically language impaired and normally developing children. In: *Language and Cognition Processes* 16. Seite 177-217 (2001).
- Vargha-Khadem, Faraneh; Watkins, Kate; Alcock, Katie; Fletcher, Paul und Passingham, Richard. Praxic and nonverbal cognitive deficits in a large family with a genetically transmitted speech and language disorder. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 92. Seite 930-933. (1995).



### **Eidesstattliche Erklärung**

Ich versichere, die Arbeit selbstständig angefertigt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet zu haben.

Berlin, den 14.07.2009

---

Julia Knoepke