

Sprachliche Vagheit.
Sprachtheoretische Überlegungen und neurolinguistische
Untersuchungen zur Bedeutungsflexibilität der Sprache.

Von der Philosophischen Fakultät
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen
zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Philosophie
genehmigte Dissertation

vorgelegt von

Dr. med. Daniel Matthias Ketteler, M.A.

Berichter: Universitätsprofessor Dr. phil. Ludwig Jäger
Universitätsprofessor Dr. phil. Walter Huber

Tag der mündlichen Prüfung: 04.03.2011

Diese Dissertation ist auf den Internetseiten der Hochschulbibliothek online
verfügbar.

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung	1
2.	Das Problem der Bedeutungskonstitution	9
3.	Homonymie vs. Polysemie – eine Definitionsfrage?	18
3.1	Das Etymologiekriterium.....	19
3.2	Das Verwandtschaftskriterium.....	19
4.	Sprachtheoretische Positionen zum Vagheitsproblem.....	22
4.1	Kontext und Interpretation – Donald Davidson	22
4.2	Dissemination von Sinn – Jacques Derrida	30
4.3	Konstruktion und Kommunikation – Niklas Luhmann	40
5.	Konnektionistische Sprachmodelle und semantische Selektion	45
5.1	Konnektionistische Theorien und deren Modifikationen	45
5.2	Semantische Desambiguierung und konnektionistische Sprachmodelle	52
5.3	Sprachphilosophische Probleme und Perspektiven in Bezug auf die konnektionistischen Sprachmodelle.....	54
6.	Das Problem der Vagheit von Bedeutung	58
7.	Vagheit und Spracherwerb.....	62
8.	Das Gehirn, der Subkortex und die Prozessierung von Ambiguitäten	66

9.	Zusammenfassung der sprachphilosophischen Implikationen zum Thema semantischer Ambiguität.....	69
10.	Die Beteiligung subkortikaler Hirnstrukturen an der Prozessierung semantischer Ambiguitäten. Eine fMRT-Studie.....	71
10.1	Einleitung und Überblick.....	71
10.2	Läsionen und Funktionsausfälle – Forschungsstand.....	80
10.2.1	Das Problem der subkortikalen Aphasien.....	80
10.2.2	Die Anwendung bildgebender Verfahren in Bezug auf subkortikale Sprachprozessierungen bei subkortikalen Hirnläsionen.....	83
10.2.2.1	Bildgebende Studien an Patienten mit Thalamusläsionen in Kombination mit Sprachpathologien	86
10.2.2.2	Bildgebende Studien an Patienten mit Basalganglienläsionen in Kombination mit Sprachpathologien	86
10.2.2.3	Bildgebende Studien an Patienten mit Läsion der Basalganglien oder des Thalamus, aber ohne nachweisbare kognitive oder sprachliche Defizite.....	88
10.2.2.4	Diaschisis	89
10.2.3	Studien ohne bildgebende Verfahren.....	90
10.2.3.1	Sprachpathologien bei Thalamusläsionen.....	90
10.2.3.2	Sprachpathologien bei Läsionen der übrigen Basalganglien.....	91
10.2.3.3	Schriftsprache bei subkortikalen Läsionen	92
10.2.3.4	Neurochirurgie, Stereotaxie.....	92
10.3	Sprachpathologien bei weiteren Erkrankungen mit Beteiligung der Basalganglien, ein Überblick (am Beispiel des Tourette-Syndroms, der Parkinsonschen Erkrankung sowie der Schizophrenie)	93
10.3.1	Einleitung	93

10.3.2	Das Tourette-Syndrom.....	94
10.3.2.1	Komorbiditäten	95
10.3.2.2	Neuroanatomische Zusammenhänge	96
10.3.2.3	Sprachpathologien beim Tourette-Syndrom....	97
10.3.2.4	Neurolinguistische Implikationen.....	98
10.3.3	Das Parkinson-Syndrom	98
10.3.3.1	Neuroanatomische Zusammenhänge	99
10.3.3.2	Sprachpathologien beim Parkinson-Syndrom.....	99
10.3.4	Schizophrenie	100
10.3.4.1	Neuroanatomische und neurophysiologische Zusammenhänge.....	101
10.3.4.2	Sprachpathologien bei Schizophrenie	101
10.4	Sprachfunktionen/Modelle zu den Basalganglien.....	104
10.4.1	Subkortikale Sprachprozessierung im Modell von Claus Wallesch	104
10.4.2	Das “Response/Release-Modell” von Bruce Crosson.....	105
10.4.3	Basalganglien und selektive Aufmerksamkeit.....	107
10.4.4	Basalganglien und Gedächtnis	107
10.4.5	Zusammenfassung der Läsionsdaten	108
10.4.6	Konnektionistische Modelle und subkortikale Läsionen – Perspektiven für ein Gesamtmodell	108
10.4.7	Prozessierung von Ambiguitäten	109
10.5	Design für eine Studie zur Ambiguitätenprozessierung.....	113
10.5.1	Design des Paradigmas.....	113
10.5.2	Evaluation des Paradigmas Off-Line (behaviorale Daten).....	116
10.6	Kernspintomographie (MRT) und funktionelle Kernspintomographie (fMRT)	119
10.6.1	Physikalische Grundlagen: Spin und Magnetisierung	119

10.6.2	Wirkung in Magnetfeldern	119
10.6.3	Hochfrequenzimpuls	121
10.6.4	Relaxationsvorgänge	122
10.6.5	Repetitionszeit, TR und Echozeit TE	123
10.6.6	Funktionelle Magnetresonanztomographie und BOLD-Effekt.....	125
10.7	Datenakquisition	127
10.8	Probandengruppe.....	127
10.9	Stimulationsinstrumente	127
10.10	Statistische Auswertung	128
10.11	Ergebnisse	129
10.12	Diskussion	134
10.13	Zusammenfassung der fMRT-Ergebnisse	142
11.	Sprachphilosophische und neurolinguistische Implikationen der fMRT-Ergebnisse zur Ambiguitätenprozessierung und die Neubelebung eines (medizin-) historischen Diskurses	144
12.	Fazit	158
	Literaturverzeichnis	160
	Appendix	180

„[...] und sogar, wenn er eine Ecke erwähnte, die ein Schiedsrichter gegeben habe, glaubte er, ihnen die Erklärung, dass es sich dabei nicht um die Ecke eines Raumes handle, geradezu schuldig zu sein. [...] Allmählich schien ihm gar jedes Wort einer Erklärung zu bedürfen.“

(Peter Handke: Die Angst des Tormanns beim Elfmeter, 2004, S. 55)

1. Einleitung

Die vorliegende Arbeit behandelt das Problem der Prozessierung semantischer Ambiguitäten innerhalb des menschlichen neuronalen Systems. Hierzu wird, nach einer sprachtheoretischen und neurolinguistischen Auseinandersetzung mit der Thematik, eine fMRT Studie zur Prozessierung semantischer Ambiguitäten vorgestellt und diskutiert. Ziel ist es, die sprachphilosophischen, neurolinguistischen und neurofunktionellen Ergebnisse und Perspektiven miteinander in Bezug zu bringen, um so einen interdisziplinären Diskurs zu ermöglichen. Insbesondere konnektionistische Wortverarbeitungsmodelle bieten hier interessante Vermittlungs- und Erklärungsansätze dafür, wie etwa die Decodierung von Ambiguitäten im neuronalen Netzwerk ablaufen könnte. Linguistische Phänomene wie Homonymie bzw. Polysemie bilden „Sollbruchstellen“ innerhalb der menschlichen Kommunikation. Anhand dieser neuralgischen Punkte, so die Ausgangsthese, lassen sich wesentliche Aufschlüsse über die Voraussetzungen des ungestörten wie des gestörten Sprachgebrauchs herleiten. Gesamtstrategisches Vorhaben ist hierbei nicht etwa die bloße Textexegese, auch kein Nebeneinander unterschiedlicher Diskurse, sondern die Etablierung einer heuristischen Perspektive unter Integration neurologischer und erkenntniskritisch-sprachphilosophischer Denkansätze.

Semantische Ambiguitäten stellen innerhalb der klassischen Linguistik keineswegs ein Randthema dar. Nicht zuletzt die aktuelle Literatur zu diesem Gebiet belegt ein starkes Forschungsinteresse der Neurowissenschaften an diesem Thema. Es soll im Folgenden gezeigt werden, dass die semantische Ambiguität von Wörtern geradezu konstitutiv für jede Form menschlicher Kommunikation ist. Gestörte Kommunikation sollte, diesen Gedanken gilt es argumentativ weiterzuverfolgen,

entgegen der klassischen, defizitorientierten Kommunikationsmodelle nicht länger als eine Ausnahmesituation oder eine Pathologie gezeigt werden, sondern als geradezu alltäglicher Begleitumstand kommunikativer Interaktion. Ludwig Jägers zentrale These, „dass Störungen und ihre transkriptive Bearbeitung [...] ein zentrales Verfahren der sprachlichen Sinnproduktion darstellen“ (Jäger, 2004b, S. 35), führt somit zu einer Neubewertung des Begriffs Störung, vor deren Hintergrund sich Kommunikation, in Anlehnung an Luhmann (1997, S. 119), grundsätzlich als „riskant“ verstehen lässt.

Zunächst geht es aber darum, die Phänomene Homonymie und Polysemie genauer zu definieren. Dies ist kein leichtes Unterfangen. Definitorisch lassen sich die beiden Begriffe offenbar nicht scharf voneinander trennen. Wichter (1988) geht deshalb davon aus, dass die Begriffe Polysemie und Homonymie prinzipiell trennungscharf sind. Er schlägt deshalb vor, diese unter dem Begriff der semantischen Ambiguität zusammenzufassen. Dieser Vorschlag ist durchaus plausibel, da alle anderen bisherigen Definitionskriterien eklatante Schwachstellen aufweisen und letztlich in argumentative Sackgassen führen. Eine sich aufdrängende Frage wäre in diesem Zusammenhang: Ist jede Form von Sprache vage? Ist Sprache vielleicht generell randunscharf, sprich polysem? Ein „horror infinitatis“, eine unendliche Proliferation verschiedener Bedeutungen wäre die notwendige Konsequenz eines solchen Postulates.

Für gewöhnlich werden die Begriffe Vagheit und Ambiguität unterschieden, indem davon ausgegangen wird, dass sich jede Ambiguität prinzipiell desambiguieren, d.h. in seine einzelnen Mehrdeutigkeiten auffächern lässt. Von Vagheit wird hingegen in Fällen gesprochen, in denen eine solche Entscheidbarkeit gerade nicht möglich ist. Bisherige Beschreibungssysteme versagen aufgrund dieser starren Definition zumeist bei der Repräsentation von Vagheit (vgl. Rieger, 1976). Aufzulösen ist dieses Dilemma evtl. erst durch die Annahme einer prinzipiellen, graduellen und konstitutiven Vagheit von Sprache, etwa im Sinne einer unscharfen Menge von Bedeutungen, die sich in einem Wort vereinen (semantische Felder). Diese Grundthese bildet gleichsam den roten Faden innerhalb der vorliegenden Arbeit.

Auch Jacques Derrida, Donald Davidson und Charles Sanders Peirce thematisieren das Problem semantischer Ambiguität: Jacques Derrida etwa spricht von einer „iteration“ der Begriffe, einer Dissemination (Verstreuung) von Bedeutung. Bedeutungen würden den Wörtern ständig neu aufgepfropft, Sprache

wird als „parasitär“ verstanden (vgl. Derrida, 1999, S. 185). Mit Hilfe eines derartigen Denkansatzes lässt sich möglicherweise auch der Entstehungsprozess semantischer Ambiguitäten, deren Etymologie, besser nachvollziehen. Die Derridaschen Überlegungen beruhen insgesamt auf einem dynamischen Sprachverständnis, welches jede apodiktische Sinnfestschreibung explizit ablehnt. Ludwig Jäger betont, vor dem Hintergrund der Humboldtschen Sprachidee, das konstruktive Moment der „Begriffsbildung“ im Rahmen kommunikativer Interaktionen:

„Die Sprache erhält damit insofern eine kognitive Bedeutung, als sie nun nicht mehr nur dem Begriffsaustausch, sondern – grundlegender – auch der Begriffsbildung selbst dient: Sie ist – wie Humboldt formuliert – ‚das bildende Organ des Gedanken‘. [...] Begriffe sind dem Geist nicht vorkulturell eingeschrieben, wie etwa Chomsky annimmt. Bei einem einzelnen solipsistischen Geist hätten wir es – so Humboldt – mit einem Geist zu tun, dessen ‚intellectuelle Tätigkeit‘ ‚gewissermassen spurlos vorübergehend‘ wäre. Begriffe müssen deshalb im ‚umtauschenden Wechselgespräch‘ hervorgebracht werden“ (Jäger, 2004a, S. 31).

Auch Davidson gründet seine Sprachphilosophie auf ein dynamisches Sprachverständnis. Er spricht davon, dass Sprache im Prozess der Kommunikation desambiguiert werden müsse, Bedeutungen würden jeweils neu radikal interpretiert, der Hörer sei eine Art „Interpretationsmaschine“, arbeite permanent aktiv und sprachprozessiv mit an einer Sinnfindung (vgl. Davidson, 2005, S. 121 ff.).

Von diesen Annahmen ausgehend, lassen sich nun interessante Bezüge zu der Kommunikationstheorie Niklas Luhmanns und der Zeichentheorie Charles Sanders Peirce` ziehen, welche beide auf ein aktiv konstruktivistisches Element bei der Sprachprozessierung setzen. Als Übergang zu neurofunktionellen Fragestellungen sollen in weiterer Folge auch Überlegungen des Neurologen und radikalen Konstruktivisten Gerhard Roth in die Arbeit einbezogen werden, weil sie eine Brücke zu den kommunikations- und sprachtheoretischen Überlegungen auf der einen und neurowissenschaftlichen Konzepten auf der anderen Seite bilden. Primäres Ziel der vorliegenden Studie ist es, das sprachtheoretische Problem der Polysemie auf seine kommunikationstheoretische Relevanz hin prüfen. Dabei interessiert insbesondere auch die neurofunktionelle Basis ambiger Sprachprozessierung. Konnektionistische, neurolinguistische Sprachmodelle (vgl.

Dell, 1986) bieten plausible, an die Funktion des Nervensystems angelehnte, Modelle für die Beschreibung derartiger Prozesse. Die konnektionistischen Modelle bilden quasi eine Brücke zwischen Linguistik und funktioneller Neuroanatomie. Mit Hilfe neuartiger bildgebender Techniken (z.B. fMRT) ist es nun möglich, die semantische Prozessierung von Ambiguitäten neurofunktionell zu lokalisieren, um so der Frage nachzuspüren, wo genau im Gehirn sich z.B. subtile Sprachverarbeitungsprozesse wie die Prozessierung von Ambiguitäten abspielen. Vieles deutet darauf hin, dass nicht nur die klassischen Sprachareale an einer solchen Verarbeitung beteiligt sind, sondern auch subkortikale Strukturen. Im Rahmen eines aktuellen Überblicksaufsatzes zur funktionellen Neuronanatomie der Sprache verweisen auch Amunts et al. (2007) auf eine bislang möglicherweise unterschätzte Sprachbeteiligung von Basalganglien und Thalamus.¹

Bruce Crosson (2002) sieht in den ständig neuronal ablaufenden Monitoring-Prozessen eine Schlüsselfunktion des Thalamus und des Striatums in der Sprachprozessierung semantischer Ambiguität. Die historische Shannon-Weaversche (Shannon, 1949) Idee des „Noise“ als Quelle für Störung lässt sich an dieser Stelle sinnvoll in eine interdisziplinäre Perspektive integrieren. „Noise“ kann als das Rauschen verstanden werden, welches es, neurofunktionell betrachtet, via Subkortex auszuschalten gilt. Der Thalamus fungiert bekanntlich als ein Filter in Richtung Kortex, also auch in Richtung der klassischen Sprachzentren. Erst so können schließlich Wörter gezielt abgerufen werden.

Auf den „Noise“-Aspekt stößt man auch explizit im Rahmen konnektionistischer Sprachmodelle. Auch hier wird das Phänomen des „Noise“ in Richtung einer Störung von außen beschrieben (z.B. in Form kontextueller Irritationen), welche das neuronale System dazu veranlasst, ein falsches Zielwort aus seinem Gesamtrepertoire auszuwählen. Mit Hilfe von Versuchsparadigmen kann man Störfaktoren, z.B. in Form von „Ablenkern“, simulieren, etwa indem man zu einem entsprechenden Zielwort eine passende und eine unpassende Homonymassoziation auswählt (siehe Abb. 1).

Unserem Paradigma zur Untersuchung von Desambiguierungsprozessen liegt eine Studie zugrunde, bei der 68 deutsche Homonyme im Hinblick auf deren

¹ Auch Gerhard Roth geht auf diese neueren Erkenntnisse zur Sprachfunktion ein, denn „das Wernickesche, das Brocasche und das supplementäre Sprachzentrum sind ‚essentielle‘ Sprachzentren, zu denen jedoch nach Ojemann viele Orte im Cortex außerhalb dieser Zentren sowie Thalamus, Striatum und Cerebellum hinzukommen, die sprachrelevant sind. Dies erklärt die seit langem bekannte hohe Variabilität von Sprachbeeinträchtigungen bei Hirnverletzungen und die Schwierigkeiten, ‚Sprachzentren‘ zu lokalisieren“ (Roth, 1996, S. 189).

Polarität evaluiert wurden (Moritz et al., 2001). Anhand dieser Studie wählten wir 18 Homonyme für unser Experiment aus. Dazu nutzten wir sowohl polare als auch wenig polare Homonyme bzw. Polyseme. Mit Hilfe eines Computerprogramms zur Erstellung visueller Stimuli (Presentation) entwickelten wir ein entsprechendes Versuchsdesign:

Zunächst werden gleichzeitig am oberen Bildschirmrand zwei mit dem Zielhomonym assoziierte Begriffe eingeblendet, dann folgt unten mittig das zugehörige Zielhomonym. Erkennt der Proband eine Homonymbeziehung von den oberen beiden Begriffen in Richtung des Zielwortes (= Zielhomonyms) antwortet er durch Mausklick mit „JA“. Insgesamt gibt es vier Bedingungen. In der folgenden Abbildung (Abb. 1) ist das Versuchsschema anhand der vier möglichen Versuchsbedingungen veranschaulicht.

Der Proband wird durch das in Abb. 1 schematisch dargestellte Versuchsdesign genötigt, die entsprechenden Homonymassoziationen in seinem Gehirn zu prozessieren. Die hierbei entstehenden Aktivierungen (i. S. einer BOLD-Antwort) werden mit einem 3 Tesla-fMRT-Scanner abgelesen und mittels einer entsprechenden Statistik (SPM2) ausgewertet. Es gibt zahlreiche Hinweise auf eine Beteiligung der subkortikalen Hirnstrukturen bei Desambiguierungsprozessen (hierzu werden in Kapitel 10 zahlreiche, bisherige Veröffentlichungen und Einzelergebnisse im Sinne eines Überblicksaufsatzes gebündelt). Ausgangshypothese unserer Studie ist die Annahme, dass die basalen Hirnkerne an der Regulation und Prozessierung hochspezifischer semantischer Prozesse prinzipiell beteiligt sind. Die Ergebnisse unserer fMRT-Studie zeigen eindeutig, dass die Sprachfunktion des menschlichen Gehirnes keinesfalls auf den Kortex festgelegt ist. Gerade die tiefen Hirnstrukturen, die basalen Hirnkerne (Thalamus, Caudatum), welche lange Zeit lediglich als Appendix des hoch entwickelten, weil menschenpezifischen, Kortex galten, sind möglicherweise essentiell für die Prozessierung insbesondere von komplexen Sprachleistungen.

Bedingung 1 (JA-Bedingung):

dominante Homonymassoziation (z.B. Kind)	nichtdominante Homonymassoziation (z.B. Schraube)
Zielwort (= Homonym) (z.B. Mutter)	

Bedingung 2 (NEIN-Bedingung):

dominante Homonymassoziation (z.B. Kind)	Ablenker (z.B. Apfel)
Zielwort (= Homonym) (z.B. Mutter)	

Bedingung 3 (NEIN-Bedingung):

nichtdominante Homonymassoziation (z.B. Schraube)	Ablenker (z.B. Apfel)
Zielwort (= Homonym) (z.B. Mutter)	

Bedingung 4 (NEIN-Bedingung):

Ablenker (z.B. Zange)	Ablenker (z.B. Apfel)
Zielwort (= Homonym) (z.B. Mutter)	

Abbildung 1: Versuchsschema (Homonymassoziation bezeichnet hier ein mit der jeweiligen Bedeutung des Zielhomonyms assoziiertes Wort).

Interaktionen zwischen den basalen Hirnkernen und den Speicherstätten entsprechender Items (z.B. Ambiguitäten im inferioren parietalen Kortex) können vermutlich erst durch ein „Fine-Tuning“ z.B. von Seiten des Caudatum und des Thalamus gezielt prozessiert werden, sodass, in Wechselwirkung mit frontalen Kortexbereichen (Area Broca, supplementärmotorisches Areal, anteriores Cingulum), die entsprechenden Begriffe einem exekutiven Sprachvorgang zugänglich sind. Die freudianisch inspirierte schematische Vorstellung eines subkortikal-kortikalen Schichtenmodells von Sprache (vgl. Freud, 1992a) kommt den tatsächlichen Bedingungen im menschlichen Gehirn vermutlich nahe. Es kann also, wie in diesem Falle, fruchtbar sein, die Erkenntnisse der Psychoanalyse in Bezug auf neurofunktionelle Fragestellungen anzuwenden (Stichwort: Neuropsychanalyse). Die sprachphilosophischen und neurolinguistischen Modelle sind möglicherweise über den Umweg protopschoanalytischer Konzepte in ein dynamisches Modell neuronaler Sprachfunktion zu integrieren, wohingegen starre lokalisationistische Modelle wichtige Sprachfunktionen wie etwa den Kontextbezug oder die sukzessive Annäherung an einen Zielbegriff kaum plausibel erklären können. Schließlich spricht auch das enorme Reorganisationpotential nach einer Hirnstörung für eine vernetzte Beteiligung unterschiedlichster Hirnareale an der Sprachfunktion. Mit unseren Ergebnissen lassen sich nun neurofunktionelle Zusammenhänge der Sprachfunktion vor dem Hintergrund psychoanalytischer und sprachtheoretischer Annahmen neu bewerten. Hierbei geht es aber keineswegs um eine Atomisierung der menschlichen Sprachfunktion oder um eine naturwissenschaftliche Okkupation geisteswissenschaftlicher Ideen, sondern um eine diskursive, wechselseitige Befruchtung unterschiedlicher Disziplinen. Der Wissenschaftshistoriker Hans-Jörg Rheinberger (2007) bemerkt, dass die Experimentalwissenschaften „nicht als verhängnisvolle Spezialisierung“ verstanden werden dürften, sondern erst eine Voraussetzung darstellen „für die Beweglichkeit der modernen Forschung. [...] Experimentalsysteme verengen den Blick, erweitern ihn aber im gleichen Atemzug.“ Rheinberger versteht Experimentalsysteme als „Spinnennetze“ (ebd.), welche Spuren neuer Erkenntnis einfangen und so neue Flickenstücke zu einem Wissensnetzwerk verknüpfen. Alte Teile werden so immer wieder ausgetauscht und repariert, konkurrieren oder koexistieren gegebenenfalls miteinander. Rheinberger versteht Kunst, Philosophie und Naturwissenschaft als Texturen

jeweils unterschiedlicher Webart, welche miteinander ein System formen.² Erst über die Tätigkeit des Schreibens kondensierten sich so Denkgebäude, welche die Daten neurofunktioneller Experimente als Quell neuer Inspiration nutzten. Rheinberger hinterfragt die Produktionsbedingungen heutiger Naturwissenschaft und verweist auf die kreative Sprengkraft, die z.B. dem „Gekritzeln“ der Wissenschaftler innewohnt. Diese wenig beforschten Kritzeleien und Notizen (Laborjournale etc.), welche erst in der Zusammenstellung von Originalarbeiten geglättet und schematisiert würden, ließen sich durchaus mit dem „Werk eines literarischen Autors oder dem eines Künstlers“ in Verbindung bringen (Rheinberger, 2005, S. 86 f.).

Auch die von uns genutzte Technologie des fMRT erfordert ein ständiges Changieren zwischen induktiv gewonnen Einzeldaten sowie einer die Gesamtheit der hirnfunktionellen Zusammenhänge überschauenden Weitsicht. Viele Arbeiten auf diesem Gebiet vermögen kein schlüssiges Gesamtkonzept in Bezug auf ihr jeweiliges Forschungsfeld zu entwerfen. Rheinberger bemerkt völlig zu Recht: auch kontroverse Theorien würden meistens primär als „Verunreinigung des Systems“ missverstanden, nähmen aber „mit der Zeit die Konturen eines neuen Modells an“ (ebd.).

Das klassische Sprachmodell Wernicke-Lichtheims dominiert bis heute die neurofunktionelle Perspektive auf die menschliche Sprachfunktion. Dieses Modell war jedoch von Beginn an beeinflusst von holistischen Sichtweisen (vgl. Kapitel 10 zu Freud bzw. Marie). Vor dem Hintergrund unserer eigenen Forschungsergebnisse sind die Wernicke-Lichtheimschen Modelle neu zu diskutieren. Selbstverständlich sind weitere Studien mit bildgebenden Verfahren nötig, um unsere vorläufigen Hypothesen zu zementieren. Frappierend ist in jedem Fall die Analogie und innere Konsistenz unserer fMRT-Ergebnisse zur Prozessierung semantischer Ambiguität in Bezug auf die sprachskeptischen Positionen Derridas, Davidsons und Luhmanns.

² Vgl. auch: „Iterationen“, Rheinberger, 2005.

2. Das Problem der Bedeutungskonstitution

Das Problem der Vagheit sprachlicher Bedeutung hat letztlich eine erkenntnistheoretische Dimension. Ähnlich wie der Mensch bei der Wahrnehmung optischer Reize an seine Sinnesorgane gebunden ist, um seine Umgebung aus den empfangenen Sinnesdaten jeweils neu zu re-konstruieren, ist auch die Aufladung der Wörter mit Bedeutung ein Akt neurophysiologischer Konstruktion. Besonders deutlich wird dies im Rahmen des kindlichen Bedeutungserwerbs (vgl. hierzu Kapitel 7). Grundlage jeder Erkenntnis ist zunächst einmal die sinnliche Wahrnehmung, nur so sind die „Gegenstände“ als Sinnesreize rezipierbar. Schon Kant (1908, S. 15) bemerkt:

„Denn es könnte wohl sein, daß selbst unsere Erfahrungserkenntnis ein Zusammengesetztes aus dem sei, was wir durch Eindrücke empfangen und dem, was unser eigenes Erkenntnisvermögen (durch sinnliche Eindrücke bloß veranlaßt) aus sich selbst hergibt (...).“

Nach Kant wird Bedeutung im Zusammenspiel von Wahrnehmung und Erfahrung konstruiert. Kants durchaus als konstruktivistisch zu bezeichnende Überlegungen wurden gegen Ende des 19. Jahrhunderts von einer sich neu formierenden Sinnesphysiologie aufgegriffen und anhand psychophysischer Experimente verifiziert. Diese Ergebnisse beeinflussen die Neurowissenschaften bis heute.

Hermann von Helmholtz (1821-1894), Mitbegründer der modernen (Neuro-) Physiologie, distanzierte sich in seinen Schriften von der Vorstellung, wir würden unsere Umwelt als Abbild der Wirklichkeit wahrnehmen (etwa im Sinne einer „camera obscura“). Alternativ zu den Abbildtheorien entwickelte er die Theorie der zeichenhaften Wahrnehmung der Außenwelt. Das Bild der Außenwelt, welches im Bewusstsein des Menschen erzeugt wird, werde durch gelernte Zuordnungsregeln konstruiert (1884b, S. 226). Helmholtz sieht somit zwischen der Qualität des äußeren Objektes und der Qualität der Sinnesdaten ein zeichenhaftes Entsprechungsverhältnis: „Insofern die Qualität unserer Empfindung uns von der Eigenthümlichkeit der äusseren Einwirkung, durch welche sie erregt ist, eine Nachricht giebt, kann sie als ein *Zeichen* derselben gelten, aber nicht als ein *Abbild*“ (ebd.). Inspiriert sind diese wegweisenden Ideen Helmholtz` von den Arbeiten seines Lehrers am Berliner Physiologischen Institut der Kaiser Wilhelm Akademie Johannes Müller (1801-1858). Lange Zeit habe man, so Helmholtz,

analog zur „camera obscura“ an eine photographische „Lichtentwicklung im Auge“ geglaubt. Johannes Müller habe nun gezeigt, dass dies nicht der Fall sei, so könne prinzipiell z.B. auch Druck das menschliche Auge affizieren und Lichtempfindungen im neuronalen System hervorrufen (vgl. Helmholtz 1921, S. 113).

Glaubte Johannes Müller noch an die Existenz spezifischer Sinnesneurone für die einzelnen Sinnesqualitäten, formulierte Helmholtz erstmals die revolutionäre Idee eines neutralen neuronalen Codes. Prinzipiell fühle das Auge „dieselben Äther-schwingungen“ als Licht, welche die Haut als Wärme fühle (ebd.). Der Zugang zur Wahrnehmung liege laut Helmholtz in einer Entschlüsselung des über Aktions-potentiale codierten und fortgeleiteten Lichteindrucks im Gehirn. Hermann von Helmholtz spricht weiterhin explizit von „Gedächtnisresten früherer Erfahrungen“ (Helmholtz, 1884a, S. 125), welche die korrekte Zuordnung optischer Eindrücke ermöglichten.³ Eindrücke seien also im Gedächtnis nicht wahl- und sinnlos abgespeichert, sondern immer in einem bestimmten Sinn- bzw. Zeichen-zusammenhang.

Dieser „Sinn“ könne nun einem entsprechenden Eindruck zugeordnet werden (z.B. dem „Eindruck“ eines Apfels das „Wort und die Bedeutung“ von Apfel). Allerdings müsse hierzu logischerweise eine Konstanz der Eindrücke und der Zeichen-zuordnung gegeben sein. Die Bedeutung der Zeichen müsse, so Helmholtz, durch Erfahrung erlernt werden. Helmholtz führt hierzu das Beispiel der kindlichen Sprachentwicklung an. Auch das Kind lerne „die Bedeutung der Worte und Sätze nur durch Beispiele der Anwendung“ (Helmholtz, 1921, S. 124), also durch Erfahrung, kennen. In diesem Zusammenhang seien nun auch die Gesichtsempfindungen zu deuten. Im Gegensatz zu den 26 Buchstaben des Alphabetes vermöge es die Gesichtsempfindung (mit ihren schätzungsweise 250.000 hieran beteiligten Nervenfasern) jedoch ein „unendlich viel reicheres System von Combinationen herzustellen, als mit den wenigen Buchstaben.“ Die „Sprache unserer Sinne“ gebe uns im Gegensatz zur eigentlichen Sprache „außerordentlich viel feiner abgestufte und reicher individualisierte Nachrichten“ von der Außenwelt als die Worte (Helmholtz, 1884, S. 330). Helmholtz thematisiert also an oben zitierter Stelle explizit den engen erkenntnistheoretischen Zusammenhang von Sinnesphysiologie und Sprachfunktion. Die Sinnesempfindungen und Bedeutungs-

³ Wobei der Terminus „Gedächtnisreste“ möglicherweise von Wernicke inspiriert ist (vgl. Jäger, 2001).

zuschreibungen in Bezug auf die Objekte unterscheiden sich jeweils individuell. Helmholtz` Zeitgenossen, u. a. Gustav Theodor Fechner (1801-1887) als Begründer der Psychophysik, lieferten hierzu und auch in Bezug auf eine intersubjektiv verschiedene Farbwahrnehmung interessante Experimente. So sei innerhalb der Kommunikation die Farbe „Rot“ keineswegs mit einer strikt definierten Farbe verknüpft, und dennoch fußt ein Begriff wie „Rot“ letzten Endes auf einem Konsens bei der Bedeutungszuordnung. Sinnesphysiologische Unschärfe korreliert hierbei offensichtlich unmittelbar mit der Vagheit der Zeichen (vgl. Fechner, 1860). Der Sprachphilosoph Ludwig Wittgenstein thematisiert genau diesen Zusammenhang wenn er schreibt:

„Wenn mir das Farbmuster, nach dem ich mich richten will, dunkler vorkommt als es meiner Erinnerung nach gestern war, so muß ich nicht dem Gedächtnis recht geben und tue es auch nicht immer“ (1973, S. 95).

Die Abbilder auf der Netzhaut vermitteln uns, so bemerkt auch Helmholtz, höchstens „Nachricht“ von der Außenwelt. Die weitere Ausdeutung dieser Abbilder übernehme das Gehirn. Allerdings unterliege auch dieser Wahrnehmungsvorgang einer strengen Kausalität. Zeichen müssen keine Ähnlichkeit mit dem haben, dessen Zeichen sie sind. Dennoch betont Helmholtz, dass die Zeichen der Außenwelt nicht etwa nur „leerer Schein“ seien, sie seien eben „Zeichen von Etwas“ (1921, S. 116). Auch die zeitliche Abfolge eines Geschehens könne so kausal wahrgenommen werden. Helmholtz betont zwar den Konstruktcharakter unserer Wirklichkeit, er entlässt jedoch keinesfalls die Zeichen aus einer rigorosen Gesetzmäßigkeit, im Gegenteil:

„Da Gleiches in unserer Empfindungswelt durch gleiche Zeichen angezeigt wird, so wird der naturgesetzlichen Folge gleicher Wirkungen auf gleiche Ursachen auch eine ebenso regelmäßige Folge im Gebiete unserer Empfindungen entsprechen“ (ebd., S. 153).

Helmholtz führt hierzu an, dass die Gesetze der Kausalität die menschliche Wahrnehmung steuerten. Auch im Traum werde die Gültigkeit dieser Gesetze immer wieder unter Beweis gestellt (vgl. ebd., S. 129f.). Die Abstraktionsleistungen des Gehirns schafften so imaginierte Raum-Zeit-Zusammenhänge.

Helmholtz ist demnach weit entfernt von einer subjektivistischen Auflösung von Wirklichkeit oder Bedeutungszusammenhängen in eine reine Konstruktion. Er

leitet den Begriff der Wirklichkeit von der gesetzmäßigen Einwirkung der Außenwelt ab (vgl. ebd., S. 170). Anstelle einer originalgetreuen Abbildung sind bei Helmholtz zeichenhafte Entsprechungen getreten. Dieses zeichenhafte Entsprechungsverhältnis determiniere also unsere Erkenntnisfähigkeit.

Auch zeitgenössische Naturforscher weisen immer wieder auf das Dilemma der Wahrnehmungsunabhängigkeit von Theorien und somit auch Bedeutungen hin:

„Eine gute Theorie ist eine gute Theorie, wenn sie ein elegantes Modell ist, wenn sie eine umfassende Klasse von Beobachtungen beschreibt und wenn sie die Ergebnisse neuer Beobachtungen vorhersagt. Darüber hinaus hat es keinen Sinn zu fragen, ob sie mit der Wirklichkeit übereinstimmt, weil wir nicht wissen, welche Wirklichkeit gemeint ist. (...) Es hat keinen Zweck, sich auf die Wirklichkeit zu berufen, weil wir kein modellunabhängiges Konzept der Wirklichkeit besitzen“ (Hawking, 1993, S. 26).

Auch nach Karl Popper (1998) ist jede Beobachtung im Keim theoriebeladen. In jedem Begriff stecken bereits theoretische Vorannahmen. Eine Beobachtung sei demnach immer auch eine Beobachtung „im Lichte von Theorien“ (ebd.). Deshalb werden Theorien auch nicht rein aus der Erfahrung abgeleitet. Allerdings bleibe die Erfahrung die Kontrollinstanz, welche empirisch entsprechende Falsifikationen herbeiführen könne.

Mit den sprachlichen Zeichen, die sich auf die Welt beziehen (auf Gegenstände bzw. Dinge), können, so würde man behaupten, nur subjektive Vorstellungsinhalte vermittelt werden. Der jeweils „Andere“ in einer Kommunikation hat in seinen eigenen Wahrnehmungs- und Erkenntnisprozessen die Welt vor-rezipiert und seine eigenen Vorstellungsinhalte an individuelle Signifikanten gebunden. Die Schnittmenge miteinander übereinstimmender und im Spracherwerbsprozess gelernter Bedeutungszuschreibungen ermöglicht erst das Gelingen kommunikativer Interaktion (vgl. hierzu auch Kapitel 7). Es wird z.B. nahezu jeder Rezipient des sprachlichen Zeichens „Baum“ seine eigene, je nach kultureller und visueller Sozialisation, individuelle Assoziation mit einem derartigen Begriff verknüpfen:

„Der Interaktionspartner erkennt als Hörer einer Äußerung, daß der Sprecher mit Hilfe allgemeiner Begriffe u. U. ein individuelles Sein meint, aber er kann sich nur über die Rezeption des allgemeinen Zeichens auf das gemeinte sinnliche Sein, das der Sprecher meint, beziehen. Das sinnliche Sein, das der Sprecher meint, ist ihm, dem Hörer, aber niemals in gleicher Weise gegeben wie dem Sprecher“ (Kreye, 1994, S. 35).

Die Erfassung des Wirklichen ist also offensichtlich eng an unsere Sprachfähigkeit gekoppelt, wobei eine direkte Verbindung zwischen Signifikant und der Wirklichkeit nicht möglich scheint. Allerdings ist genau diese Brücke hin zur Wirklichkeit die vulnerable Sollbruchstelle innerhalb des Systems „Kommunikation“. Schließlich ist es das Ziel jeder gelingenden Kommunikation, im Gehirn des Empfängers einen Zustand zu erzeugen, welcher der intendierten Bedeutung des Adressanten irgendwie ähnelt. Wittgenstein vergleicht das sprachliche Zeichen mit einem „Pharmakon“, denn „so sieht man wohl das Zeichen als eine Medizin an, die im Andern den gleichen Zustand hervorbringen soll, wie ich ihn habe“ (1973, S. 39). Wittgenstein betont ausdrücklich die Störanfälligkeit von Kommunikation, es soll „im Andern“ ein Zustand des Verstehens erzeugt werden. Es liegt auf der Hand, dass dieses Vorhaben genauso gut misslingen kann.

Der Philosoph Günter Abel konstatiert in seinem Buch „Zeichen der Wirklichkeit“ in Bezug auf die Vagheit der Bedeutungen:

„Verschiebungen, Revisionen, Neuerungen und Nuancen der Bedeutung sind jederzeit möglich. Darüber hinaus ist die Bedeutung eines Zeichens nicht etwas Statisches, nicht situations-, zeit- und kontext-unabhängig, sondern umgekehrt situations-, zeit- und kontext-sensitiv, mithin ihrerseits dynamisch“ (Abel, 2004, S. 105f.).

Abel wendet sich zum einen gegen den Essentialismus, d.h. gegen die Idee, dass dem sprachlichen Zeichen etwas von der „Wesenheit“ des mit dem jeweiligen Zeichen bezeichneten Gegenstandes innewohnt. Auf der anderen Seite richtet sich Abels Argumentation gegen einen Mentalismus, d.h. gegen die Vorstellung einer jeweils nur im Gehirn des Individuums konstruierten Bedeutung. Dies käme einem Solipsismus gleich und könne letztlich nicht erklären, dass „selbst dann, wenn die Vorstellungen zweier oder mehrerer Personen himmelweit verschieden sind, gleichwohl ein richtiger, und das heißt ein die Verständigung gewährleistender Sprachgebrauch vorliegen kann“ (ebd., S. 108). Eine wie auch immer geartete „Privatsprache“ (Wittgenstein) gebe es also nicht und würde auch keinen Zweck erfüllen. Das Scheitern der essentialistischen und mentalistischen Perspektive bedeutet nun aber keinesfalls, dass die Offenheit und Varianz der Bedeutungen eines Ausdrucks verschwinden, im Gegenteil, es muss einen dritten Weg, einen Weg zwischen diesen extremen Positionen geben. Abel versucht dieser Aporie zu entkommen, indem er auf die Prototypentheorie von Rosch (1975b) rekurriert:

„ab einem bestimmten Punkt muss eine bereits gegebene (und nicht erst noch zu definierende) Bedeutung eines Zeichens akzeptiert werden, um überhaupt zu aufschlußreichen Einsichten in Sachen Bedeutung kommen zu können. Die Wörter unserer natürlichen, alltäglichen Sprache haben stets bereits eine Bedeutung, d.h. man muß sie nicht erst definieren. Deshalb findet man in Wörterbüchern auch keine Definitionen der Bedeutung von z.B. 'Rotkehlchen', sondern eine Erläuterung etwa von der Art, daß dies 'ein Singvogel sei, mit rostroter Brust [...]'.“ (ebd., S. 111).

Den alltäglichen „Sprachspielen“ wohne laut Abel im Gegenteil eine lebenspraktische Dimension inne. Diese unsere „Lebensform“ müsse auch laut Wittgenstein rätselhaft bleiben, denn „unser Fehler ist“, notiert Wittgenstein, „dort nach einer Erklärung zu suchen, wo wir Tatsachen als 'Urphänomene' sehen sollten“, d.h. sagen sollten: *„Dieses Sprachspiel wird gespielt“* (ebd., S. 114). Man könne ja letztlich auch nicht wissen, was in einem anderen Menschen wirklich vorgeht, und auch „Wittgenstein betont, daß ‚ein Mensch für einen anderen ein völliges Rätsel sein kann“ (ebd., S. 115).

Die philosophische Grundthese, dass Sprache eine „Lebensform“ ist, machen sich auf eine bestimmte Art und Weise auch die neurowissenschaftlich orientierten radikalen Konstruktivisten (vgl. Schmidt, 1992) zunutze, indem sie die pragmatischen Aspekte von Bedeutungszuschreibungsprozessen genauer betrachten. Die den Menschen umgebende Wirklichkeit wird erst dadurch „sinnvoll“, dass Zusammenhänge innerhalb des Gehirns konstruiert werden. Nur das im Augenblick für das Verstehen eines Satzes Relevante werde in Bezug zueinander gebracht und nicht etwa alles, was potentiell an Bedeutung in einem Begriff steckt (ebd., S. 294 ff.). Alle Bedeutungsassoziationen zu ergründen wäre wohl prinzipiell unmöglich und ist jeweils von Kontext und Kulturkreis abhängig, Verstehen sollte somit als ein „subjektzentrierter, strategiegeleiteter, intentionaler und effizienzorientierter flexibler Prozeß“ verstanden werden (ebd., S. 295).

Schon die Gestaltpsychologie der zwanziger und dreißiger Jahre des 20. Jahrhunderts konnte zeigen, dass die Wahrnehmung von Außenwelt kein reiner Akt der Repräsentation ist, sondern eine Konstruktion von Ordnungen aus einem an sich bedeutungsfreien Zustand. Diese Hypothese stützt sich z.B. auf die Vorstellung einer Multistabilität von Bewegungsrichtungen bzw. auf das Phänomen semantischer und lexikalischer Ambiguität (vgl. ebd., S. 298).

Das Problem der Desambiguierung⁴ von Sprache spielt eine entscheidende Rolle in Bezug auf die Fähigkeit des menschlichen Gehirns, Signale zu verarbeiten und diese den entsprechenden Bedeutungen zuzuordnen. Die Entwicklungspsychologie (u.a. Ciampi, Piaget, vgl. Scharlau, 1996) spricht hierbei auch von einem Vorgang der Äquilibration, d.h. von einem wechselseitigem Anpassungsvorgang aus Reizwahrnehmung und individueller Anpassung an die das Kind umgebende Signalfut, von einem Wechselspiel der Adaption und Assimilation. Auch der Soziologe Niklas Luhmann beschäftigte sich mit derartigen Äquilibrationen kommunikativer Systeme. Luhmann (vgl. Luhmann, 1987, S. 468ff.) betont, dass Kommunikation „unwahrscheinlich“ ist, da die Kommunikationspartner ein prinzipiell voneinander getrenntes Bewusstsein und Gedächtnisse besäßen. Aus der Perspektive des Beobachters gebe es in jeder kommunikativen Interaktion Mehrdeutigkeiten und Ambivalenzen, Inhalts- und Beziehungsaspekte. Besonders deutlich wird dieses Problem „riskanter“ Kommunikation (ebd.) bei der Auseinandersetzung mit linguistischen Phänomenen wie Ambiguität bzw. Homonymie und Polysemie (vgl. u. a. Kapitel 4.4).

Die moderne Sprachphilosophie nähert sich dem Problem der Bedeutung von Wörtern und Sätzen also im Rahmen von erkenntnistheoretischen Überlegungen. Nach Donald Davidson (1993) seien unsere „Sinnesorgane“ (ebd., S. 42f.) unsere einzige Quelle über Informationen der Außenwelt. Wahrgenommenes werde im Rahmen des Spracherwerbs mit entsprechenden Begriffen verknüpft, woraus sich ein kongruentes semantisches Netzwerk ergebe. Das Lernen geschehe z.B. durch eine Verknüpfung von Sprache und dazugehörigen Beobachtungen. Bedeutungsgemeinsamkeiten und Übereinkünfte entstünden, nach traditioneller Sichtweise, durch ähnliche Muster neuronalen Feuerns bei den Kommunikationspartnern (ebd., S. 46). Davidson fragt nun nach dem „Ort, an dem ein Reiz anzusiedeln ist“ (ebd., S.51), dieser stehe nämlich keineswegs eindeutig fest. Die Frage sei vielmehr, ob der Zusammenhang von sinnesphysiologischer Wahrnehmung und der damit verknüpften Bedeutung proximal, d.h. an den Sinnesrezeptoren, oder etwa distal, also zu einem späteren Zeitpunkt, an einem nachgeschalteten Ort der Kausalkette, lokalisiert sei. Davidson spricht von einer „proximalen“ bzw. „distalen“ Theorie der Bedeutungszuschreibung (vgl. ebd., S. 51) und wendet sich gegen eine proximale Annahme. Die proximale Annahme sei

⁴ D.h. die Bedeutungsaufschlüsselung potentiell ambiger Begriffe.

im Grunde die alte, cartesianische Vorstellung eines „Gehirn im Tank“ (ebd., S. 55).⁵ Eine Bedeutungszuschreibung erfolgt also nicht zuletzt im Rahmen einer (neuronalen) Prozessierung innerhalb des Empfängersystems. Bedeutung wird nach Davidson nicht passiv aufgesogen, sondern von proximal nach distal weiterprozessiert, wobei schon die Terminologie Davidsons der Neurophysiologie entlehnt ist.

Bereits ein anders gestalteter Sinnesapparat, etwa ein „Astigmatismus“ oder „Taubheit“ könne schließlich zu völlig unterschiedlichen Konklusionen führen, welche aber sehr wohl innerhalb eines geschlossenen Systems ihre Gültigkeit nicht verlieren (ebd., S. 54). Davidson plädiert für eine distale Theorie der Bedeutungszuschreibung und sieht diese bereits bei Quine angelegt. Aus „The Roots of Reference“ zitiert Davidson eine Passage, in welcher „sich Quine offenbar eine distale Theorie zu eigen macht: ‚ein Satz ist insoweit ein Beobachtungssatz, als ein Wahrheitswert bei einer bestimmten Gelegenheit von nahezu jedem Mitglied der Sprachgemeinschaft, das dieser Gelegenheit beiwohnt, übereinstimmen beurteilt würde‘“ (ebd., S. 61).

Andererseits spreche auch Quine vom Rezipienten einer Wahrnehmung als von „Zeugen“, welche im Hinblick auf ihre Sinnesrezeptoren jeweils ähnlichen Mustern neuronalen Feuerns ausgesetzt seien. Davidson trachtet beide Positionen, die eines möglicherweise initial passiven Empfängers von bedeutungstragenden Signalen und die eines diese Signale nachfolgend prozessierenden Anteils miteinander zu verknüpfen. Davidson will die möglicherweise unterschätzte, aktive Seite des Interpreten, den Blickpunkt des Interpreten eines Bedeutungszusammenhanges stärken. Das „distale“ Ende der Bedeutungszuschreibung sei letztlich entscheidend für eine erfolgreiche Kommunikation, denn:

„es sind unsere gemeinsamen Interessen und unsere gemeinsamen Ähnlichkeitsreaktionen, die ausschlaggebend sind für das, was wir als relevante Ursache [von Bedeutungen, Anm. d. Verf.] gelten lassen. Die Wissenschaft freilich bemühe sich, die Interessensrelativität der gewöhnlichen Kausalität zu überwinden“ (ebd., S. 63).

⁵ Derlei Ideen stehen in unmittelbarem Bezug zu den Helmholtzschen Wahrnehmungsmodellen und laufen sicherlich Gefahr, sich in einem selbstreferentiellen Solipsismus zu verlieren. In diese Sackgasse bewegt sich u.a. der derzeit breit diskutierte radikale Konstruktivismus (vgl. Roth, 1999).

Ausgehend von einem Helmholtzschen Erkenntnismodell wird der aktive, multikausal und flexibel argumentierende Interpret in eine Bedeutungstheorie mit eingebunden. Letztlich ist eine Bedeutungszuschreibung also von den Kontexten abhängig, die monokausal nicht zu erklären sind, denn eine „gemeinsame Ursache“ von Bedeutungen reiche nach Davidson von „der Geschichte des Universums bis hin zur Geburt des Sprechers oder der Sprecher“ (ebd., S. 62).

3. Homonymie vs. Polysemie – eine Definitionsfrage?

Im Folgenden soll nun das Problem der Bedeutungszuweisung an einem spezifischen Anwendungsbeispiel exemplifiziert werden: Gemeint ist das Phänomen der semantischen Ambiguität. Wie genau ist etwa ein Homonym bzw. Polysem definiert? Zunächst einmal lässt sich festhalten, dass es, aus klassisch linguistischer Perspektive, zwei Arten von lexikalischer Ambiguität gibt, zum einen die Homonymie und zum anderen die Polysemie (Mehrdeutigkeit). Homonymie ist ein „Typ lexikalischer Mehrdeutigkeit, bei der man von verschiedenen Wörtern spricht: Homonyme Ausdrücke verfügen über eine gleiche Ausdrucksform hinsichtlich Orthographie (= Homographie) und Aussprache (= Homophonie) bei unterschiedlicher Bedeutung und oft verschiedener etymologischer Herkunft“ (Bußmann, 1990, S. 314).

Die Ausgangssituation für die Kriterien zur Abgrenzung von Polysemie und Homonymie ist dadurch gekennzeichnet, dass zwei oder mehr Bedeutungen einen einzigen Signifikanten besitzen. Im Folgenden sollen verschiedene Möglichkeiten diskutiert werden, aufgrund derer sich die Begriffe Polysemie und Homonymie unterscheiden lassen.⁶ Es gab zahlreiche weitere Definitionsversuche, die Homonymie klar von der Polysemie abzugrenzen. Vorgestellt werden zunächst die beiden prominentesten dieser, wie schnell deutlich wird, höchst unbefriedigenden Herangehensweisen an das Problem der semantischen Ambiguität. Deutlich wird, dass das Polysemieproblem eine veritable Herausforderung für die klassische Linguistik darstellt und sich offenbar klaren Abgrenzungsregeln, wie man es etwa von der Grammatik gewohnt ist, verweigert. Es gilt, den Diskurs in weiterer Folge auf einer sprachphilosophischen Ebene weiter zu verfolgen, um eine differenzierte Position erst entfalten zu können.

⁶ Neben diesen beiden Kriterien existieren zahlreiche weitere Unterscheidungskriterien. Ich konzentriere mich jedoch in der vorliegenden Arbeit auf die meines Erachtens nach relevantesten Unterscheidungsmöglichkeiten von Homonymie/Polysemie.

3.1 Das Etymologiekriterium

Das Etymologiekriterium besagt, dass zwei Begriffe (in Abgrenzung zur Homonymie) Polyseme sind, wenn sie eine gemeinsame etymologische Wurzel besitzen. Bei der Polysemie kann meistens ein gemeinsamer etymologischer Ursprung eruiert werden. So ist z.B. das Wort der/die „Kiefer“ ein Homonym, das Wort der „Zug“ („Gesicht“ vs. „Eisenbahn“) weist eine gemeinsame etymologische Herkunft auf, ist also ein Polysem. Der Übergang von Polysemie zu Homonymie ist aber nicht trennscharf. Es gibt Wörter, deren etymologische Bedeutung unklar ist. Weiterhin hängt die etymologische Forschung stark davon ab, wie weit man entsprechende Wortpaare sprachgeschichtlich zurückverfolgen kann (vgl., Grande, 2005). Teilweise stößt diese Rekonstruktion also an ihre Grenzen, sodass das Etymologiekriterium zwangsläufig an Objektivität einbüßt. Zudem ist das Etymologiekriterium für eine synchrone Analyse unbrauchbar, da ein zu einem früheren Zeitpunkt angenommener Zustand als weiter geltend unterstellt wird. Kombinationen des Etymologiekriteriums mit anderen Kriterien beheben dieses Dilemma nicht.

3.2 Das Verwandtschaftskriterium

Dieses Kriterium besagt, dass Polysemie vorliegt, wenn zwei Inhalte, Bedeutungen bzw. Sememe demselben Signifikanten zugeordnet und miteinander verwandt sind. Ein Beispiel für Polysemie wäre hier z.B. der Begriff „Bein/ Körperteil“ und „Bein/ Teil eines Möbelstückes“. Bei diesem Polysem existiert also offenbar eine gemeinsame Schnittmenge von Bedeutungsinhalten. Ein Beispiel für Homonymie wäre an dieser Stelle „Bank/ Geldinstitut“ und „Bank/ Sitzgelegenheit“. Bereits bei dem sogenannten Homonym „Bank“ wird jedoch die Problematik des Verwandtschaftskriteriums offenbar. Fasst man das Kriterium subjektiv sehr weit, d.h. dehnt man die Schnittmenge der Begriffsbedeutungen entsprechend weit aus, könnte man potentiell auch bei dem Homonym „Bank“ eine Verwandtschaft diagnostizieren. Auch bei einer Bank „platziert“ man schließlich eine Summe Geld, wie man auf einer Bank Platz nehmen kann. Schon diese – zugegebenermaßen sehr freie – Assoziation macht die Unzulänglichkeit, Anfälligkeit und Unschärfe des Verwandtschaftskriteriums deutlich. Dennoch ist das Mittel der Schnittmenge interessant für unsere weitere Diskussion, da hier ein generelles Phänomen

semantischer Vagheit und Ambiguität angesprochen ist. Konnektionistische Sprachmodelle etwa machen sich die (assoziativen) Überschneidungen von Sinn zunutze, sodass viele Störungen der Sprachproduktion durch die Auswahl auch weit verwandter Wörter erklärt werden können.⁷

Eine weitere Schwierigkeit in Bezug auf das Verwandtschaftskriterium ist das sogenannte Validitätsproblem, das auf die Frage der Substituierbarkeit eines Begriffes hinausläuft. Existiert Verwandtschaft zwischen zwei ambigen Wörtern, können diese eventuell in gewissem Rahmen durcheinander ersetzt werden. Maßgeblich für eine Bedeutungszuschreibung ist jedoch in diesem Zusammenhang der kommunikative Gebrauch eines Zeichens und nicht dessen isolierte Betrachtung in Bezug auf entsprechende Verwandtschaft.

Interessanterweise hat das Problem der Subjektivität in der Beurteilung von Verwandtschaft aber dazu angeregt, empirische Testverfahren in die Analyse von ambigen Wörtern mit einzubeziehen. Insbesondere von psycholinguistischer Seite wurden Einwände erhoben, ob sich die akademische Differenzierung von semantischer Verwandtschaft im realen Gebrauch der Begriffe widerspiegelt. So stellt etwa Hörmann (1967) zu Weisgerbers Wortfeld „Vergehen – Verbrechen“ fest:

„Was hier als Unterschied z.B. zwischen „Tölperei“ und „Flegelei“ oder zwischen „Fehlgriff“ und „Irrtum“ (...) postuliert wird, ist WEISGERBERs Meinung, die gewiß nicht so sehr den allgemeinen Sprachgebrauch spiegelt, dass alle sie unwidersprochen hinnehmen könnten“ (S. 181).

Die auf solcherlei Bedenken hin entwickelten Testverfahren bestanden darin, dass Probanden signifikantgleiche Paare vorgelegt wurden, wobei die Versuchsteilnehmer den Grad der jeweiligen Ambiguität auf einer Skala selbst bestimmen konnten. Hierbei zeigten sich aber z.T. gravierende Unterschiede in der Beurteilung (ebd.).

Rosch und Mervis (1975) haben ebenfalls versucht, den Begriff der „Familienähnlichkeit“ von Wittgenstein experimentell zu untersuchen. Probanden sollten zu jeweiligen Gegenständen alle Attribute aufschreiben, die ihnen in den Sinn kamen. Als Ergebnis ergaben sich wiederum verschieden ausgeprägte

⁷ Fragt man sich z.B. warum man einen fahrenden Motorroller als Sofa bezeichnet, erkennt man auf dem zweiten Blick die Assoziationskette Motorroller – Mofa – Sitzen – Sofa. Diese Prozesse laufen weitgehend unbewusst ab, treten sowohl bei Gesunden wie auch bei Pathologien, z.B. als Logorrhoe bei der Schizophrenie (Vgl. Kapitel 10.3.4) auf.

Abstufungen von Familienähnlichkeit. Rosch (1978) beschrieb weiterhin Prototypen für bestimmte semantische Entitäten. Diese Prototypen seien kulturell vorgeprägt. So sehe etwa ein durchschnittlicher Amerikaner in einem Rotkehlchen einen „prototypischen“ Vogel, die Wahl eines durchschnittlichen Deutschen falle hier auf eine Amsel. Setzt man diese Ergebnisse in Verbindung mit den konnektionistischen Sprachmodellen (z.B. von Dell, 1986, vgl. Kapitel 5) bedeutet dies: Die kognitive Speicherung von Prototypen bzw. eine Deviation von diesen erleichtert möglicherweise einen Zugriff auf lexikalische Alternativen. Eng verwandte, z.B. polyseme Wörter können so womöglich leichter zu Irritationen und Verwechslungen führen.

Die empirischen Ergebnisse innerhalb der Forschungsdebatte um das Ambiguitätsproblem weisen auf das entscheidende Dilemma der bisherigen Beurteilungsverfahren in Bezug auf die Homonymie/Polysemie-Debatte hin: Der reale Kontext einer Begriffsrezeption ermöglicht es offenbar nicht, die Beziehungen zwischen ambigen Wörtern definitiv festzuschreiben. Die individuelle Sprachsozialisation und die kommunikative Kontextabhängigkeit ermöglichen vielmehr eine enorme Variabilität in der Rezeption von Ambiguitäten. Die bisher kursorisch vorgestellten empirischen Testverfahren tragen diesem Problem zumindest teilweise Rechnung. Generell lässt sich festhalten, dass sowohl das Etymologie- als auch das Verwandtschaftskriterium eher neue Fragen aufwerfen, als sie zur Klärung des Problems semantischer Vagheit beitragen. Die empirischen Studien zu mehrdeutigen Begriffen lassen hingegen eine größere Variationsbreite möglicher Bedeutungszuschreibungen von Homonymen und Polysemen zu. Sie bewegen sich hier näher an einer kommunikativen Realität. Das Phänomen sprachlicher Vagheit ist offensichtlich zu komplex, um es mit rein grammatikalischen Regeln zu bewältigen. Eine weitergehende sprachphilosophische Dimension des Themas soll nun in den folgenden Kapiteln beleuchtet werden.

4. Sprachtheoretische Positionen zum Vagheitsproblem

4.1 Kontext und Interpretation – Donald Davidson

In den vorangegangenen Ausführungen wurde deutlich, wie grundlegend das Problem der Abgrenzung von Homonymie und Polysemie für die prinzipiellen Möglichkeiten von Bedeutungszuweisungen ist. Insbesondere die kommunikative Realität einer sprachlichen Interaktion lässt sich offensichtlich nur schwerlich mit der Vorstellung einer starren Bedeutungsfestschreibung – z.B. von sprachlichen Ambiguitäten – in Einklang bringen.

Wichtig scheint hier vor allem der Begriff des Kontextes. Nur durch einen entsprechenden Kontext lässt sich die Bedeutung von Ambiguitäten überhaupt sinnvoll erschließen.

Schon Frege (1884, S. 10) bemerkt hierzu: „(...) nach der Bedeutung der Wörter muss im Satzzusammenhange, nicht in ihrer Vereinzelung gefragt werden (...)“.⁸

Dies ist nicht zuletzt dadurch bedingt, dass mit der Sprecher-Hörer Beziehung ein asymmetrisches Verhältnis gegeben ist, denn

„während der Hörer in ungestörten Kommunikationen in der Regel keine Selektionsanstrengungen unternehmen muss, um aus der Menge der signifikantgleichen Zeichen das vom Sprecher gemeinte herauszufinden, da sich die Kommunikationspartner einen ähnlichen Horizont aufgebaut haben, ergibt sich in gestörten Kommunikationen

⁸ Im Gegensatz zur kolportierten und durch die Editionsgeschichte in den Vordergrund gerückten starren Dichotomie von „signifiant“ und „signifié“, spannt sich auch bei de Saussure (etwa im Rahmen der neu editierten Notizen aus dem Nachlass) ein neues, weitaus differenzierteres Bedeutungskonzept auf, denn: „die einzige Besonderheit des sprachlichen/linguistischen Zeichens ist, eine präzisere Assoziation hervorzubringen als andere [...]“ (Saussure, 2003a, S. 372). Wie Ludwig Jäger (2008) betont, weist Saussures Denken in Richtung einer performativen Sprachidee, wobei die Prozeduralität und der soziale Charakter des Sprachspiels im Vordergrund stehen. Dies alles münde, so Jäger, etwa in der zentralen These, „dass Zeichensysteme und insbesondere auch Sprachzeichensysteme ihrer Bestimmung nach sozial sind; ihre soziale Konstitution gehört für Saussure zu den inneren Bedingungen des Zeichens, das als Zeichen nur in dem Maße gelten kann, in dem es in ‚Umlauf‘ gebracht, also – wie es in den Gartenhausnotizen heißt – in jenes ‚Spiel‘ eingefädelt wird, ‚das man Sprache [langue] nennt‘“ (Jäger, 2008a, S. 52). Saussure wählt neben der Bezeichnung für das mentale Zeichen sowie den Elementen eines assoziativen Gedächtnisnetzwerkes „Sème“ den Begriff des „Aposème“, um den diskursiven Raum innerhalb einer Kommunikation abzustecken. Erst innerhalb eines kommunikativen Diskurses werde dem Kommunikanten ein Zeichen verfügbar, erst so könne es entsprechend prozessiert werden (ebd.). Der Diskurs ist für Saussure also der Ort, „dem sich Konstitution und Transformation des parasemischen Netzwerkes verdanken“ (ebd., S. 52). Auch Linda (2001, S. 60) betont diesen bisher oft vernachlässigten diskursiven Ansatz bei Saussure: „Damit Kommunikation erfolgreich verläuft, ist folglich nicht allein entscheidend, welche Laute oder Töne ein Sprecher produziert, sondern vielmehr, welche Wirkung der Sprecher mit seinen Lauten beim Hörer erzielt. Durch die Hervorbringung von Lauten versucht der Sprecher den Hörer so zu instruieren, daß in ihm bestimmte, intendierte Gedanken hervorgerufen werden.“

u.U. für den Hörer ein Rätsel darüber, welches der signifikantgleichen Zeichen nun vom Sprecher gemeint sein könnte“ (Wichter, 1988, S. 38).

Das Gelingen der „Selektionsanstrengungen“, von denen im obigen Zitat die Rede ist, ist somit ein entscheidender Faktor für eine gelingende Kommunikation. Zugleich wird diese Selektion aber durch den zu dechiffrierenden kommunikativen Kontext erst ermöglicht, denn „wenn man ein isoliertes Wort hört, kann der Geist im ganzen Umkreis der Bedeutung schweifen. Hört man das Wort im Text, geht das nicht mehr. Der Kontext stellt fest. Er stellt nämlich Bedeutung fest“ (Weinrich, 1966, S. 23).

Erst der Kommunikationsbezug im Rahmen eines Kontext' stellt also die Bedeutung eines ambigen Begriffes her. Interessant ist in diesem Zusammenhang das Phänomen der „Ausblendung“. Eine Kommunikationsgruppe hat bei der Auswahl richtiger Zeichen gewisse Freiheiten. Das Verhalten anderer Kommunikationsgruppen kann hierbei in einem gewissen Maße ausgeblendet werden. Ein Beispiel hierfür liefern die Dialekte: „So verwendet man z.B. die signifikantgleichen Zeichen ‚Stiege/Treppe‘ (süddt.) und ‚Stiege/steilere, enge Holztreppe (Duden-GW)‘ (standardsprachl.), ohne dass in der Regel Verwechslungen entstehen, da die Zuordnungen zu den einzelnen Kommunikationsgruppen die Zeichen nicht zusammentreffen läßt“ (Wichter, 1988, S. 63).

Davidson entwickelt nun die Idee der „radikalen Interpretation“ innerhalb einer Sprecher-Hörer-Situation (vgl. Davidson, 1986, S. 183ff.). Dem Radikalinterpreten, d.h. dem Hörer, muss es im Laufe einer Kommunikation gelingen, von der Überzeugung seines Gesprächspartners auf die Bedeutung seiner Äußerung zu schließen. Nach Davidson besitzt jeder Gesprächspartner einen Schlüssel zu Sprache und Denken des Fremden. Anhand der auf ihn einwirkenden Sprachdaten kann ein Interpret so eine Minimalhypothese bilden. Er beginnt Hypothesen zu formen, wann er welche Sätze des Sprechers für wahr halten darf. Davidson schließt mit seiner Philosophie an Gedanken des Logikers Alfred Tarski an. Tarski setzte allerdings „Bedeutung voraus, um Wahrheit zu explizieren“, Davidson invertiert „Tarskis Idee: Er setzt Wahrheit voraus, um Bedeutung zu explizieren“ (Glüer, 1993, S. 28). Bedeutung steht also nicht etwa im Sinne Tarskis von vorne herein fest, sie muss immer wieder neu erarbeitet, konstruiert und moduliert werden, bis sie dem Hörer entsprechend zugänglich wird. Diese Idee

zum Vorgang einer radikalen Interpretation macht zugleich die Störanfälligkeit jeder Kommunikation deutlich: Interpretation ist letztlich immer ein subjektiver Vorgang. Davidson (2005, S. 117 ff.) selbst spricht von der Unbestimmtheit der Interpretation. Nach Katrin Glüer räume Davidson „rückhaltlos auf mit der Erwartung, Bedeutung oder Referenz seien letztlich fixiert oder fixierbar“ (Glüer, 1993, S. 47). Davidson (2005) akzeptiert keinen konstitutiven Zusammenhang zwischen einer radikalen Interpretation und dem Begriff der Bedeutung. Auf diese Weise kommt Davidson Derrida sehr nahe, der ebenfalls jede statische Fixierung von Bedeutung radikal ablehnt. Was Davidson aus der formalen Logik übernimmt, ist allerdings die Vorstellung kausaler Zusammenhänge. Wann ist ein Satz wahr? Diese zentrale Frage der formalen Logik stellt sich laut Davidson automatisch jeder Aktant innerhalb einer Kommunikation. Erst durch Erfahrung und durch die alltägliche empirische Überprüfung unendlich vieler, ständig neu zu generierender Bedeutungshypothesen verfestige sich die interpretative Sicherheit des Kommunizierenden. Die radikale Interpretation Davidsons ist als ein (quasi-) empirisches Testverfahren für Tarskitheorien zu verstehen (vgl. Nimtz, 2002, S. 202). Als Kritik gegen die Davidsonsche Hypothesenbildung wurde vorgebracht, dass der Interpret allein aufgrund seines Wissens über das Für-Wahr-Halten eines Satzes nicht auf seine feste Bedeutung schließen kann. Die alleinige empirische Evidenz sei für diesen Vorgang zu schwach. Davidson begegnet diesem Einwand, indem er dem Interpreten das sogenannte „Principle of Charity“, das Prinzip des Wohlwollens, unterstellt; „diesem Prinzip zufolge darf der radikale Interpret annehmen, dass die Überzeugungen von Sprechern weitgehend kohärent und dazu im Regelfall wahr sind“ (Nimtz, 2002, S. 187). Bereits Charles Sanders Peirce entwickelte die Theorie eines Verstehensprozesses mit Hilfe von Hypothesen. Peirce selbst spreche von einem „Hang zur Hypothese“, den er gelegentlich „Retrodiktion“, meist aber Abduktion nennt (vgl. Nagl, 1992, S. 107). Die Idee der Abduktion ist mit den Vorstellungen Davidsons eng verwandt. Abduktive Folgerungen sind nicht logisch sicher, führen allerdings zu einer Risikominimierung, was die – um mit Niklas Luhmann zu sprechen – kommunikative Riskanz anbelangt. Nach Peirce muß, wer verstehen will, die vagen Bedeutungsmöglichkeiten und Implikationen abduktiv im Äußerungskontext fixieren.⁹

⁹ Vgl. Wirth, 2000. Wirth zeigt die engen Beziehungen zwischen den Davidsonschen und Peirceschen Theorien auf.

Die vagen Bedeutungen, die ambigen Begriffe, sind also Sollbruchstellen innerhalb dieses abduktiven Sprachverständnismodells. Wie gezeigt, ist, neben der Leistung des Interpreten, die Kontextabhängigkeit entscheidend für die Sinnerschließung innerhalb sprachlich ambiger Interaktionen.

Ein Schlüsseltext zum Sprachverständnis Davidsons und gleichwohl eine Radikalisierung seiner vorheriger Ideen ist sicherlich der Aufsatz „Eine hübsche Unordnung von Epitaphen“ (Davidson, 2005). Davidson verwendet den Begriff der „Malapropismen“ für den Rezipienten irritierende Wortverwendungen. Die Figur der „Mrs. Malaprop“ entstammt einem Schauspiel Sheridans mit dem Titel „The Individuals“. Mrs. Malaprop nutzt ihre Sprache häufig in kreativ-unpassender Weise. Als Beispiel für eine solche deviante Wortverwendung nennt Davidson z.B. den Ausspruch: „Vor unserem Schröpfer sind wir alle gleich“ (ebd., S. 117). Davidson erkennt hier die wie selbstverständliche Fähigkeit eines Interpreten, die mit diesem Satz intendierte Bedeutung, trotz des darin enthaltenen Fehlers, problemlos zu entschlüsseln. Der Malapropismus scheint in diesem Falle sogar in gewisser Weise sinnvoll, er transportiert einen Witz, enthält also sogar ein Plus an Informationen bereit. Nach Davidson sollten wir unsere herkömmlichen Ansichten über das „Beherrschen einer Sprache“ gründlich revidieren (vgl. ebd., S. 118). Als Sinnbild für den Vorgang einer Bedeutungszuschreibung bei einem Interpreten wählt Davidson das Beispiel einer Art „Interpretationsmaschine“ aus (vgl. ebd., S. 119 ff.). Diese „Maschine“ arbeite keinesfalls rein seriell, sondern durch eine rekursive Strategie der Bedeutungseingrenzung. Ein Interpret gehe etwa von einer Ursprungsbedeutung aus und müsse diese dann durch sukzessive und permanente Hypothesenbildung immer weiter verifizieren. Insgesamt sei dieser Akt ein höchst interaktiver Prozess, der nicht rein linear abläuft:

„Was der Sprecher weiß, muß etwas entsprechen, was der Interpret weiß, um den Sprecher verstehen zu können, denn wenn der Sprecher verstanden wird, ist er so interpretiert worden, wie er interpretiert zu werden beabsichtigt hat“ (Davidson, 2005, S. 120).

Es geht also um gemeinsame Schnittmengen von Bedeutung, um gemeinsame Bedeutungsmengen oder -cluster (hier durchaus im Sinne konnektionistischer Grundannahmen, vgl. Kapitel 5), denn „Bedeutungen sind etwas Gemeinschaftliches“, Bedeutungen unterhalten „systematische Beziehungen“

(ebd., S. 121).¹⁰ Davidson geht in diesem Zusammenhang explizit auf das Problem der Mehrdeutigkeit ein. Häufig habe ein und dasselbe Wort mehr als eine semantische Rolle. Diese Probleme lassen sich nicht durch isoliert voneinander agierende Interpretationssysteme erklären, es müssen offensichtlich Kontexte berücksichtigt werden, wobei Davidson davon ausgeht, dass es „vielleicht nicht einmal möglich“ sei, Regeln für eine korrekte Auflösung von Mehrdeutigkeiten zu bestimmen (ebd., S. 122). Er thematisiert hiermit indirekt die Grenzen der analytischen Sprachphilosophie.

Bedeutungen sind demnach keine überzeitlich fixierten Zustände sondern nur Momentaufnahmen. Fallen die Wahrheits- oder Übergangstheorien, die Hypothesen des Interpreten und des Sprechers für einen Moment in Form einer Schnittmenge zusammen, entsteht eine Bedeutungsäquivalenz. Sybille Krämer (2001, S. 191) bemerkt hierzu:

„Das ist der Moment des Verstehens. Und dieser Verstehensvorgang, der auf dem Zusammenfallen zweier Wahrheitstheorien basiert, liefert auch den Grund dafür, dass für Davidson weder das Kommunizieren auf der Einhaltung von Konventionen noch die Sprecherkompetenz erklärt werden kann durch die Beschreibung von Regeln, denen wir beim Sprechen folgen.“

Dies ist der eigentlich revolutionäre Punkt der Davidsonschen Sprachidee. Sämtliche Regeln, wie etwa die Grammatik eines Satzes o.ä., seien angesichts der Flexibilität unserer jeweils neu zu konstruierenden Bedeutungshypothesen nebensächlich. Die lexikalische Fixierung einer Bedeutung wird somit als eine (naive?) Utopie entlarvt, Bedeutung gebe es nur als Vorgang der Annäherung von weitgehend übereinstimmenden Übergangshypothesen, Annäherung erfolge hierbei allenfalls asymptotisch: „Die Asymptote der Übereinstimmung und des Verstehens ist erreicht, sobald die Übergangstheorien zusammenfallen“

¹⁰ Die in einer Interaktion jeweils verwendeten Begriffe lassen sich nach Wichter (1988) auch in sogenannte „Sachbereiche“ einteilen. Diese Sachbereiche grenzen hierbei mögliche Bedeutungsalternativen ein und können selbst wiederum hierarchisch gegliedert sein. Im Zusammenhang mit einem Gespräch über eine Geldtransaktion wäre also der Sachbereich „Wirtschaft“ aktiviert, bei einer plötzlichen Verwendung des Wortes „Bank“ würde feststehen, dass hier mit großer Wahrscheinlichkeit von einer Bank als Geldinstitut die Rede ist. Wichter spricht von Kurzevokationen der Sachbereiche, die eine große Rolle in der Kommunikation spielen. [...] Wir geben ein Beispiel für eine Kurzevokation: Nehmen wir folgenden Satz: ‚Er stopft seine Pfeife‘. Hier könnten, vom Signifikanten Pfeife her gesehen, zwei Sachbereiche eine Rolle spielen, nämlich der Sachbereich Rauchen und der Sachbereich Musik- oder Lärminstrumente. Allein durch die Ansiedlung des Verbs ‚stopfen‘ in der unmittelbaren Nachbarschaft geschieht hier ein Hinweis darauf, welcher Sachbereich gemeint ist [...]“ (Wichter, 1988, S. 66).

(Davidson, 2005, S. 132). Ein solches Sprachverständnis rückt, wie noch gezeigt wird, durchaus in die Nähe Derridas, welcher ebenfalls von einer nur asymptotisch möglichen Annäherung zwischen zwei Kommunikanten ausgeht. Derrida radikalisiert allerdings diese Ideen und droht letztlich auch das Band zwischen den jeweils kommunizierenden Interaktanden vollständig zu zerreißen. Diese solipsistische Falle umgeht Davidson aber geschickt, indem er eine stillschweigende, quasi intuitive Übereinkunft zwischen Sprecher und Interpret voraussetzt.

Deutlich wird, wie nahe eine Sprachphilosophie Davidsonscher Prägung den empirischen Wissenschaften und speziell den neurolinguistischen und neuropsychologischen Disziplinen rückt. Davidsons Bedeutungsholismus korrespondiert auf eine interessante Art und Weise mit den auf die neuronale Sprachorganisation bezugnehmenden holistischen Vorstellungen Sigmund Freuds (vgl. Freud 1992, siehe Kapitel 9). Bedeutungsfreie Sprache existiert sowohl für Freud als auch für Davidson nicht. Wie bereits Sigmund Freud nachweisen konnte, dass sich unter scheinbar sinnlosen aphasischen Wortproduktionen tiefere Schichten von Bedeutung verbergen,¹¹ weist auch Davidson (2005, S. 129) auf tiefer liegende Bedeutungsebenen z.B. bei Neologismen hin: „Reine Erfindungen sind ebenfalls möglich, und wir können diese (etwa bei der Lektüre von Joyce oder Carroll) vielleicht genauso gut interpretieren wie die Irrtümer oder Verwicklungen der Substitution.“ Der menschliche Geist versuche also stets aus einem scheinbar sinnlosen Wortchaos einen „Sinn“ herauszufiltern bzw. zu konstruieren, sich einer Bedeutung sukzessive anzunähern. Auch die aphasische Wortproduktion ist, Freud hat dies völlig richtig erkannt, letztlich der Versuch einer Kompensation mit Hilfe tiefer liegender, noch intakter Schichten und semantischen Zusammenhängen. Wie in Kapitel neun abschließend gezeigt wird, ist für Freud (1992a), analog zur sprachtheoretischen Betrachtung Davidsons, die Bedeutung innerhalb des Gehirns nicht etwa anatomisch-funktionell fixiert. Bedeutung muss jeweils auf neuronaler Ebene immer wieder neu konstruiert werden, wobei speziell bei der Prozessierung semantischer Ambiguitäten (unsere fMRT Studie belegt dies, vgl. Kapitel 8) über das gesamte Gehirn verteilte Zentren miteinander in Interaktion treten. Das Gehirn erarbeitet sich sozusagen die am besten mit einer etwaigen Zielvorstellung übereinstimmende lexikalische Alternative und zieht

¹¹ Dieser Befund konnte auch durch konnektionistische Modelle repliziert werden (vgl. Grande 2005, S. 25 ff.).

hierzu, auch im Sinne einer schrittweisen Davidsonschen Hypothesenbildung, unter anderem kontextuelle und biographisch-emotionale Hinweise und Assoziationen heran. Letztlich bleibt ein Bedeutungswissen aber immer von einer „personalen Einzigartigkeit“ (Krämer, 2001, S. 194) geprägt und kann nicht allein durch die starre Anwendung von formalisierten Regeln oder Systemen erklärt werden.

Die Flexibilität der Bedeutungszuschreibung darf allerdings, Jäger (2004b) hat dies wiederholt gezeigt, keineswegs als rein defizitär betrachtet werden, eröffnet sie doch dem menschlichen Sprachvermögen Spielräume zu neuen, kreativen Interpretationen.¹² Aus der Unbestimmtheit der Referenz erwächst schließlich kein Chaos, sondern ein Muster sich annähernder Bedeutungen. Nach Davidson (2005, S. 185 f.) übertragen wir im Kommunikationsvorgang unsere eigenen in sich logischen Bedeutungszuschreibungen und -muster auf einen, die jeweilige Aussage umgebenden Kommunikationskontext und antizipieren schon während des eigenen Sprechverhaltens einen Erkenntnisprozess. Davidson bezeichnet diesen kognitiven Prozess, wie oben beschrieben, als ein „Prinzip der Nachsichtigkeit“ (vgl. ebd., S. 185).

Gisela Fehrmann (2004a, S. 62) betont die Bedeutung eines „niemals endenden“ kommunikativen Lernprozesses, welcher sich erst im Laufe „individueller Biographien“ entfalte: „dispositionelle Konzeptrepräsentationen werden als dynamische Größen entworfen, die nicht nur von Person zu Person, sondern auch von Augenblick zu Augenblick variieren und unvereinbar mit der Vorstellung diskreter Inhalte und scharfer Konzeptgrenzen sind.“ Auch für Fehrmann sind sprachliche Zeichen stets kontextgebunden, sie lassen sich nicht „ohne den Systemhintergrund der Zeichenumgebung bestimmen“ (ebd., S. 132). Einerseits bedingt diese dynamische Eigenschaft menschlicher Kommunikation eine enorme Störanfälligkeit, andererseits ist aber gerade diese dynamische und, so Fehrmann, „neurosemiologische“ (ebd.) Wissensstrukturierung eine Chance für ein aktives und kreatives Konstruktionsverfahren bei der Aufbereitung und Erweiterung von Wissen und Erschließung von Bedeutungen, denn an die Stelle einer „vermeintlich passiven Abbildqualität neuronaler Muster tritt so ein rekursives Konstruktionsverfahren“ (ebd., S. 18).¹³ Fehrmann stellt ausdrücklich einen Bezug

¹² Und auch die Reorganisationsfähigkeiten des Gehirns erklären sich aus dieser Flexibilität.

¹³ Eine neurologisch-neurolinguistische Grundausrichtung ist schon bei Saussure nicht zu übersehen, zumal sich dessen Terminologie unmittelbar von der zeitgenössischen Neurophysiologie und Aphasologie um 1900 beeinflusst zeigt (vgl. Jäger, 2001). Jedes Zeichen

zu neokonnektionistischen und neuroinformatischen Modellen her, welche in Kapitel 5 ausführlich besprochen werden. Wichtig ist hierbei die Feststellung, dass nicht etwas einzelne Neuronenverbände sukzessiv und voneinander getrennt Informationen verarbeiten, sondern das distribuierte neuronale Netze stets synchronisiert feuern und das auch scheinbar nicht primär an höheren kognitiven Funktionen beteiligte Verarbeitungsorte wie etwa motorische und sensorische Areale reziprok mit höheren Funktionen gekoppelt sind. Unsere eigenen Bildgebungsdaten stützen wie bereits erwähnt diese theoretisch antizipierten Befunde (vgl. Kapitel 8).

In seinen späteren Arbeiten thematisiert Davidson insbesondere die Dimension des „Fremdpsychischen“ (vgl. Davidson, 1993, S. 12 ff.). Im Sinne einer sprachlichen „Triangulation“ trete etwa ein Kind und sein Lehrer auf einen Gegenstand zu. Im Rahmen einer zweiseitigen Bedeutungszuschreibung komme es zu einer Konvergenz privater Perspektiven, aus denen ein gemeinsames Verstehen „im intersubjektiven Raum“ (ebd., S. 12) erst erwachse. Davidson grenzt sich hierbei klar von einem radikalen Konstruktivismus Rothscher Prägung ab (siehe Kapitel 4.3), dieser wäre für ihn letztlich nur eine weitere Verstrickung in einen Descarteschen, dualistischen Irrweg:

„Die Welt des Solipsisten kann jede beliebige Größe annehmen, was nichts anderes besagt, als dass sie keine Größe hat und gar keine Welt ist“ (Davidson 1993, S. 13).

Sowohl die Reiz-Reaktions-Algorithmen der (biologistisch geprägten) Neurowissenschaften als auch die starren, formallogischen Syntaxgebäude der klassischen Linguistik tragen somit der sozialen und vielschichtigen Dimension sprachlicher Interaktion nicht genügend Rechnung:

werde schließlich durch die sprachlichen Assoziationszentren prozessiert, das Assoziationszentrum sei „für die Konstitution von Sprachzeichen verantwortlich, die zugleich als *identische* und *distinkte*, das heißt differentielle Zeichen generiert werden [...]. In jeden Akt der Zeichenkonstitution ist deshalb für de Saussure notwendigerweise ein systembildendes Moment eingeschrieben“ (Jäger, 2001, S. 317, Hervorhebungen im Original). De Saussure modifiziert allerdings die Vorstellung des Wernickeschen sensorischen Sprachzentrums insofern als er die Idee eines von der Zeichenprozessierung unabhängigen Begriffszentrums aufgibt. Hierin rückt de Saussure der holistischen Sprachvorstellung Sigmund Freunds nahe (vgl. Kapitel 11). Bedeutung werde, und dies ist ein lange Zeit ignorierte Grundgedanke Saussures, erst im Diskurs erzeugt, es gebe immer nur Differenzen von Bedeutungen, denn: „Es gibt nicht *die* Form und einen entsprechenden Begriff; es gibt ebenso wenig *die* Bedeutung und ein entsprechendes Zeichen. Es gibt <mögliche> Formen und <mögliche> Bedeutungen (die einander keineswegs entsprechen); es gibt <in Wirklichkeit> sogar nur *Differenzen* von Formen und *Differenzen* von Bedeutungen [...]“ (Saussure, 2003b, S. 104, Hervorhebungen im Original).

„Wenn ich recht habe, sind Glauben, Beabsichtigen und die übrigen propositionalen Einstellungen allesamt etwas Soziales, da sie darauf beruhen, dass man über den Begriff der objektiven Wahrheit verfügt. Dies ist ein Begriff, den man nicht haben kann, ohne dass man an derselben Welt und an derselben Denkweise über die Welt teilhat wie jemand anders und überdies weiß, das man daran teilhat“ (Davidson, 1993, S. 15).

Davidson geht nicht davon aus, dass ein rein materialistischer Ansatz zu den wesentlichen Geheimnissen menschlicher Kommunikation vordringen kann. Umso wichtiger scheint es, naturwissenschaftlichen Fragestellungen, wie etwa die einer eventuellen Ambiguitätenprozessierung im menschlichen Gehirn, das Bewusstsein um die Begrenztheit eben dieser Methoden voranzustellen, denn „explizit kennt [...] niemand eine völlig befriedigende Theorie zur Interpretation der Sprecher einer natürlichen Sprache“ (Davidson, 2005, S. 124). Durch induktive Nachforschungen gesammelte „Einzelheiten der inneren Funktionsweisen eines Gehirnteils“ (ebd.) sagen somit wenig über eine solche Theorie aus und dennoch „muß ein Mechanismus im Inneren des Interpreten der Theorie entsprechen“ (ebd., S. 125). Hier zeigt sich die Widersprüchlichkeit und Ambivalenz der Davidsonschen Sprachphilosophie zwischen deduktionistisch-konzeptuellem Anspruch und einer Faszination für die empirisch-neuropsychologischen Befunde der Neurowissenschaftler. Trotz all dieser Widersprüche ist die Davidsonsche Philosophie größtenteils inhaltlich konsistent und eröffnet ein Tor in Richtung einer empirisch orientierten, aber primär sprachanalytisch fundierten Sprachtheorie.

4.2 Dissemination von Sinn – Jacques Derrida

Der horror infinitatis, „die Furcht vor einer – aus der Sicht mancher Autoren durchaus zu gewärtigenden – ‚proliferation of different sense‘“ (Wichter, 1988, S.35), scheint eine wesentliche Motivation zu sein, das Problem der semantischen Ambiguität definitorisch und klassifikatorisch zu behandeln. Es drängt sich hierbei die Frage auf: Ist ein Phänomen wie Polysemie vielleicht geradezu konstitutiv für jede Form von Sprache? Auch Lyons (1977, S. 554) spielt mit diesem Gedanken: „Does ‚mouth‘ have the same meaning in ‚the mouth of a river‘ for example, as it has in ‚the mouth of a tunnel‘ or ‚the mouth of the jar‘?“ Aus der vermeindlich unendlichen Proliferation von Mehrdeutigkeiten ergibt sich der Vorschlag, evtl. nur noch den Begriff der Polysemie (anstelle von Homonymie) zu verwenden.

Sprachphilosophisch bzw. neurolinguistisch betrachtet ist eine solche Position nicht uninteressant (vgl. auch: Kapitel 8). Mit Jacques Derrida treffen wir auf einen Exponenten der neueren Philosophie, der die ständige Proliferation der Bedeutungen im Rahmen von Kommunikation thematisiert. Derrida spricht etwa davon, dass die Begriffe im Laufe der Zeit durch „Aufpfropfungen“ (1995, S. 402) jeweils neue Bedeutungszuschreibungen erhalten können. Hieraus ergibt sich eine gewissermaßen unendliche Aufladung von Wörtern mit Bedeutung, veraltete Bedeutungen verschwinden, können vergessen werden, sind aber jederzeit reaktivierbar. Derrida (ebd., S. 11) bezeichnet das Zurückverfolgen dieser Verkettungen als „Paläonymie“ und führt hierzu in „Dissemination“ aus: „(...) regelmäßig ist der angebliche Ursprung eines Begriffs oder die imaginäre Etymologie eines Wortes dem Prozeß seiner Umformung entgegengehalten worden, ohne zu sehen, dass man nichts anderes in der Hand hatte als vulgäre, mit Geschichte und unbewußten Motivationen höchst überladene Zeichen“ (ebd., S. 203). Es ist also von einer unbewussten Aufladung der Zeichen die Rede. Diese Aufladungen spielen laut Derrida auch in polysemen Kontexten eine entscheidende Rolle, Bedeutungen können hierbei stark variieren. Polysemien werden nach Derrida auch in spezifischen Kontexten niemals „vollständig monosemiert werden“, verschiedene semantische Aspekte kommunizieren „über Kontext- und Textsortengrenzen hinweg miteinander“ (Lagemann und Gloy 1998, S. 166).¹⁴

Schon die Rede von den „unbewußten Motivationen“, mit denen die Zeichen aufgeladen seien, verweist auf ein psychoanalytisch inspiriertes Denkmodell Derridas. Einen psychoanalytischen Kern besitzen auch die konnektionistischen Vorstellungen (vgl. Kapitel 5). Dell (1988) selbst sieht sich z.B. explizit in dieser

¹⁴ Interessanterweise spielte auch zu Beginn der Aphasilogieforschung die Psychoanalyse eine entscheidende Rolle. Sigmund Freuds (1992) Arbeit „Über die Auffassung der Aphasien“ war ein Polemik gegen das kortexlastige Sprachmodell Wernickes. Derrida spricht von Unbewusstem. Dieses Unbewusste der Sprache und Wortbedeutung lässt sich durchaus mit den Modellen der subkortikalen Sprachfunktionen verknüpfen: aus ideologischen und kulturgeschichtlichen Gründen billigte man aber diesen „niederen“ Hirnregionen lange Zeit keine Beteiligung an „höheren“ kognitiven Funktionen zu. Interessanterweise erhält aber vor allem das ventrale Striatum, welches unter anderem für die subkortikale Sprachbeteiligung in Anspruch genommen wird, Verbindungen aus dem limbischen System. Gerhardt Roth bringt das Dilemma der modernen Kognitionsforschung auf den Punkt: „Das abendländische Denken ist ein zutiefst dualistisches Denken: Geist gegen Körper, Verstand gegen Gefühle, Willensfreiheit gegen Trieb. Das erste ist jeweils edel und stellt den Menschen in die Nähe des Göttlichen, das zweite ist unedel und bildet das tierische Erbe im Menschen. (...) Dieses dualistische Denken hat auch in der Hirnforschung seinen Niederschlag gefunden. Wie selbstverständlich werden die logisch-rationalen Fähigkeiten unseres Gehirns als die „höchsten Hirnfunktionen“ angesehen (...) Ich habe bereits auf die Unhaltbarkeit dieses Weltbildes hingewiesen“ (Roth, 1997, S. 60).

psychologischen Tradition, stellt jedoch auch die wesentlichen Unterschiede seiner konnektionistischen Stoßrichtung heraus. Er sei zwar u.a. von der Versprecherforschung inspiriert, deute diese Versprecher (Freudsche Fehlleistungen) jedoch nicht im Sinne unterbewusster bzw. verdrängter Gedanken sondern vielmehr als Hinweis auf die prinzipiell-assoziative Vernetzung menschlicher Sprache. Freuds These wird also gewissermaßen aus einem diffusen psychoanalytischen Nebel hervorgeholt und in ein modernes neurophysiologisches Konstrukt übertragen.¹⁵

Übertragen auf das Problem semantischer Ambiguitäten geht auch Derrida (1995) nicht etwa von einem genau definierten Sinnzentrum, sondern von einer permanenten Verstreuung von Sinnzusammenhängen aus. Sinn lasse sich bestenfalls ein- oder umkreisen, die Zentrifugalkräfte der Sinnzerstreuung, der Dissemination, wirken hierbei stets antagonistisch. Sinnannäherung ist allenfalls asymptotisch möglich. Dissemination ist für Derrida keineswegs nur negativ konnotiert, denn erst durch das Potential der Dissemination werden die Bedeutungen aus ihrer Fixation gelöst, destabilisiert und somit in kreativer Weise formbar. Auch die Unmöglichkeit einer Kontextfixierung von Bedeutung (vgl. auch Davidson) ist keineswegs primär als defizitär zu betrachten, denn erst die Offenheit des Kontextes garantiert eine erfolgreiche Integration neuer Bedeutungszusammenhänge innerhalb von kommunikativen Interaktionen (vgl. Stäheli 2000, S. 95ff.). Die Wörter, insbesondere die Polysemien, mutieren permanent, denn

„dank der unaufhörlichen Bewegung dieser Substitution von Inhalten wird deutlich, dass die Einfassung des Bildes nicht das ist, wohindurch etwas zu sehen gegeben, repräsentiert, beschrieben, gezeigt worden sein wird. Ein Rahmen war, der sich montiert und demontiert, das ist alles. Ohne sich selbst zu zeigen, so wie er ist, in der Abfolge der Substitutionen, formt er sich und formt sich um“ (Derrida 1995, S. 404).

Die Wörter bilden also nunmehr einen Rahmen, der immer wieder neu transkribiert werden kann.¹⁶ Der Rahmen der Wörter ist nur eine grobe Vorgabe für einen

¹⁵ Die derzeitigen Versuche, die Psychoanalyse für die Hirnforschung zu rehabilitieren sind ein interessantes Phänomen im Rahmen dieser Debatten (vgl. Kapitel 9).

¹⁶ Die von Jäger (2002, 2009) entwickelte Kernthese, dass ständige Bedeutungsgenerierung im Rahmen eines rekursiven Ratifizierungs- bzw. „Transkriptionsverfahrens“ stattfindet, zielt in eine ähnliche Stoßrichtung. Jäger (2002, S.40) spricht in diesem Zusammenhang davon, dass „in den produktiven Prozeß der Zeichenhervorbringung konstitutiv rezeptive Momente der Selbstlektüre eingebaut sind [...]“.

potentiellen Inhalt, ähnlich dem Rahmen eines Gemäldes, wobei das Bild gegebenenfalls durch ein anderes ersetzt werden kann. Diese Aufladungen spielen nach Derrida auch in polysemen Kontexten eine Rolle, können dort jederzeit Bedeutungen variieren.

Erhellend in Bezug auf das Sprachverständnis Derridas ist sicherlich dessen Aufsatz „Die Form und das Bedeuten“ (Derrida, 1999). Derrida bedient sich hier der Husserlschen Metapher von einer „Schicht“ des „Logos“ (vgl. ebd., S. 180), wobei er die Widersprüchlichkeiten der Husserlschen Idee streng voneinander getrennter Bedeutungsschichten aufdeckt, denn „einerseits beruht das Bedeuten [nach Husserl, Anm. d. Verf.] auf etwas anderem als es selbst [...] andererseits bildet es ein Stratum, dessen Einheit genauestens abgegrenzt werden kann.“

Interessant ist nun die Derridasche Weiterentwicklung des Schichtgedankens, welcher sich zum einen aus psychoanalytischen als auch aus konnektionistischen Anleihen speist:

„Diese *Verwebung* [Hervorhebung durch Derrida] von Sprache, dessen, was in der Sprache rein sprachlich ist, mit den anderen Fäden der Erfahrung, bildet ein Gewebe. Das Wort *Verwebung* verweist auf dieses metaphorische Feld: Die ‚Schichten‘ sind ‚verwoben‘, ihre Verflechtung ist von der Art, dass man Schuß und Kette nicht voneinander unterscheiden kann“ (Derrida, 1999, S. 181).

Auch Freud (1992) entwickelte, als Gegenentwurf zu den lokalisationalistischen Hirnmodellen Brocas und Wernickes, ein holistisches Schichtenmodell der menschlichen Sprache.¹⁷ Die Edmund Husserl (1859-1938) entlehnte Idee einer „Unterschicht“ von Sprache, eines „Vor-Ausdrücklichen“ (vgl. ebd., S. 180 ff.) auf welche sich ein Sinn, wie Derrida es hier bezeichnet, „aufprägt“ (ebd., 185) scheint

¹⁷ Und ebenso wie bei Freud erwuchs der interdisziplinäre Ansatz bei de Saussure, wie Ludwig Jäger (2001) nachweist, der Auseinandersetzung mit den Hirnanatomen und Physiologen seiner Zeit. Saussure betrachtet die Linguistik als ein ungemein komplexes Gebiet, welches durch eine Disziplin allein gar nicht zu erfassen sei. Saussure fordert darum eine radikale Reform der Linguistik, eine interdisziplinär fundierte und zugleich methodisch motivierte Grundlagenreflexion (vgl. Saussure 2003b, S. 44 f.). Zugleich lehnt er jede Dogmatik innerhalb der linguistischen Disziplin ab. So ist im Nachlass folgende vielsagende Notiz zu lesen: „Man sah die lächerliche Lehre eines Max Müller, die für die Linguistik den Platz einer Naturwissenschaft beanspruchte und eine Art ‚sprachliches/linguistisches Reich‘ annahm, das mit gleichem Rang existierte wie das von den Botanikern erforschte ‚Pflanzenreich‘“ (Saussure, 2003a, S. 373, Markierung im Original). Die naive Vorstellung, sprachliche Zeichen wie in einem Herbarium katalogisieren und abgerufen zu können, entbehrt für Saussure also nicht einer gewissen „Lächerlichkeit“. Sprache sei nicht etwa eine Hohlform, die man mechanistisch mit Bedeutung füllen könne, sie sei, im Gegenteil, nichts festes oder rigides sondern geradezu chaotisch wie das Denken selbst (vgl. Saussure 2003b, S. 39f.). Saussure erkannte, dass möglicherweise nur eine interdisziplinäre Kombination aus Psycholinguistik und erkenntniskritisch fundierter Sprachphilosophie bzgl. einer Annäherung an das komplexe menschliche Sprachphänomen zielführend ist.

durchaus dem frühen Freudschen Sprachmodell zu entsprechen (vgl. hierzu Kap. 9). Die Freudsche „Superassoziation“ (Freud, 1992a, S. 104) korrespondiert mit dem von Derrida gewählten Begriff einer „Supra-Struktur“, welche eine „wesentliche und entscheidende Rückwirkung auf die Unterschicht“ habe (Derrida, 1999, S. 181). Entscheidenderweise erwähnt Derrida auch die „Fäden der Erfahrung“, welche die Bedeutung mitformen. Nicht nur lexikalische oder formallogische Normen bestimmen demnach den Wert einer Bedeutung, sondern ebenso individuelle, biographische „Auf-Prägungen“. Hierbei rückt die neurologisch geprägte Psychologie der Sprachphilosophie sehr nahe. Derrida wendet sich ausdrücklich gegen eine rein logische Festlegung von Bedeutungen. Insgesamt verbinden sich die unterschiedlichen Bedeutungsschichten zu einer geradezu unentwirrbaren „Textur“ (vgl. ebd.) von Bedeutungen.

Auch einen weiteren Begriff Husserls macht sich Derrida für seine Argumentation zunutze: Husserl spreche von einem „vor-sprachlichen Sinn“, von einem „vor-ausdrücklichen Noema“, welchem bei der Formulierung eines Ausdruckes jeweils eine neue Schicht „aufgeprägt“ würde.¹⁸ Dieser Aufpflanzungsvorgang beinhaltet jedoch, ähnlich wie die Metapher der Schichtenbildung, ebenfalls einen Widerspruch, denn die „Ursprünglichkeit [des Noema, Anm. d. Verf.] bestehe in der Tat darin, keine zu sein, sich auszulöschen vor dem Durchgang des Sinns, einer unproduktiven Transparenz gleich“ (ebd., S. 185). Wie die Schichten der Sprache, lassen sich also auch die Ebenen der Bedeutungen und des Sinns nicht strikt auseinanderdividieren, es gebe laut Derrida schlichtweg keinen ursprünglichen Sinn, sondern nur immer wieder aufs neue reproduzierte und somit veränderte Versionen von Sinn. Beim Übergang des Sinns hin zu einer Aussage, einem Ausdruck werde der noematische Sinn immer wieder neu „herausgebracht“ (ebd., S. 184), der Sinn werde durch diesen Vorgang stets aufs Neue wiederholt.¹⁹

In seinem Aufsatz „Signatur Ereignis Kontext“, beginnt Derrida (1999) mit einer Neubewertung des Begriffes „Kommunikation“. Kommunikation will Derrida nicht als bloßes Instrument des Bedeutungsaustausches verstanden wissen, sondern als eine Bewegung, eine Spur, „eine Erschütterung, ein Stoß, oder eine

¹⁸ Nach Husserl richten sich menschliche Bewusstseinsakte auf Gegenstände. Solche sinnbildenden Bewusstseinsakte bezeichnet Husserl als „Noesis“. Ein „Noema“ hingegen ist der Sinngehalt eines Gegenstandes. Dieses Noema ist für Husserl deshalb ideeller Bestandteil des Bewusstseinsstromes, wogegen die Noesis reeller Bestandteil ist.

¹⁹ Der Derridasche Iterationsgedanke wird hierbei deutlich. Sprache ist nicht auf ein Ziel ausgerichtet, sondern im Sinne einer ständig um ein Sinnzentrum kreisenden Bewegung zu verstehen.

Kraftverschiebung“ (ebd., S. 326) ganz im Sinne der polysemen Verwendung des Wortes „Kommunikation“. Das „Mehrdeutigkeitsfeld des Wortes ‚Kommunikation‘“ (ebd.) selbst hänge wiederum von den Grenzen eines Kontextes ab, in welchem ein Begriff verwendet werde, wobei Derrida im gleichen Atemzug die rhetorische Frage stellt, ob dieser Kontext „jemals absolut bestimmbar“ (ebd., S. 327) sei. Derrida dekonstruiert also die Bedeutung des Wortes „Bedeutung“ und exemplifiziert seine Methodik im Rahmen des eigenen Schreibvorganges.²⁰ Für ihn gebe es selbstverständlich keine strenge und wissenschaftliche Definition eines Kontextes, dieser sei nie „absolut bestimmbar“ (ebd.). Um diesen Gedankengang zu verdeutlichen, schlägt Derrida zugleich ein Umdenken in Bezug auf den Begriff der „Schrift“ vor. Das entscheidende Merkmal der Schrift sei, dass diese offensichtlich auch in Abwesenheit des Sprechers funktioniere. Während Davidson noch die Abhängigkeit des Verständnisvorganges von der Interaktion des Sprechers und Interpreten einer Äußerung in den Vordergrund stellt, dekonstruiert Derrida diese Notwendigkeiten. Derrida bezieht sich auf die unter anderem von Austin entwickelte Sprechakttheorie, wenn er ausführt:

„Diese bewußte Anwesenheit der Sprechenden oder Aufnehmenden, die an dem Vollziehen eines performative teilnehmen, ihre bewußte und intentionale Anwesenheit in der Totalität der Operation impliziert teleologisch, daß der gegenwärtigen Totalisation kein Rest entgeht. Kein Rest, weder in der Definition der erforderlichen Konventionen noch in der grammatikalischen Form oder in der semantischen Bestimmung der angewandten Wörter; keine irreduzible Polysemie, will sagen, keine dem Horizont der Einheit des Sinns entgehende ‚Dissemination‘“ (ebd., S. 341f.).

Für Derrida greift die Sprechakttheorie Austins zu kurz, es gibt für ihn keinen „irreduziblen Rest“ in einem Bedeutungs- und Intentionsgefüge, Kommunikation ist im Gegenteil ein zutiefst polysemer Prozess, eine einzige „Dissemination“ von Sinnzusammenhängen.

Derrida versucht nun diese von Austin vertretene, bei Davidson immerhin noch durchscheinende Idee eines möglichen finalen und ausschöpfenden Verstehens zweier Interaktanden als Utopie zu widerlegen. Davidson bildet hierbei eine Brücke in Richtung einer dekonstruktiven Lesart von Bedeutungszusammenhängen.

²⁰ Eine für die Dekonstruktion typische Vorgehensweise.

Insgesamt erkennt man bei Derrida die Zuspitzung Davidsonscher Prämissen. Davidson sieht mit der Figur des „radikalen Interpreten“ und der kontextuellen Einbindung eines Bedeutungsnetzwerkes die Chance zur Eingrenzung von Bedeutung. Bei Derrida ist nun die umgekehrte Bewegung der Fall: Bedeutung und Sinn wird verstreut, ein Kontext am Horizont, eine Landmarke zur Orientierung des Interpreten ist kaum mehr auszumachen. Derrida verfolgt den bei Davidson angelegten Gedanken einer empirisch-psychologischen Kommunikationstheorie radikal weiter, denkt diesen zu Ende und muss erkennen, dass der Sinn einer „Schrift“ keineswegs nur vom Interpreten abhängt, der diesen Sinn entschlüsselt. Entscheidend sei vielmehr die „Iterierbarkeit“ eines linguistischen oder auch nichtlinguistischen Codes, der selbst „in radikaler Abwesenheit eines jeden empirisch festlegbaren Empfängers überhaupt“ funktionieren könne (ebd., S. 333). Jedes Zeichen kann somit auf unendliche Weise zitiert und so in weiteren Kontexten umgeformt und mit Bedeutung aufgeladen werden, es hinterlässt nunmehr eine Spur der ursprünglich intendierten Bedeutung (die ja ohnehin nicht eingrenzbar ist), das sprachliche Zeichen ist somit ziellos, nichtteleologisch, d.h. auch „ohne absolutes Verankerungszentrum“ (ebd., S. 339). Neue Kontexte werden so durch wiederholte „Brechungen“ auf eine „nicht saturierbare Weise“ (ebd.) erzeugt. Selbst Fälle von „agrammatikalischer Sinnlosigkeit“ wie der Ausspruch „Das Grün ist oder“ seien nicht per se als sinnleer zu betrachten, sie könnten, bei geeignetem Kontext, jeweils mit Sinn aufgeladen werden (ebd., S. 338f.).

Hier zeigt sich wiederum die Nähe Derridas zu den „Malapropismen“ Davidsons, wobei, wie gezeigt, der Davidsonschen Utopie einer kontextuellen Eingrenzung der Boden entzogen wird.

Der Derridasche Kontextbegriff darf allerdings nicht missverstanden werden als eine Negation jeglicher kontextueller Einbettung von Bedeutungszusammenhängen (vgl. Krämer 2001, S. 227). Derrida plädiert zwar für eine Unabgeschlossenheit von Kontexten, da durch Zitation oder Herauslösung einzelner Bedeutungsmuster jeweils neue Zusammenhänge kreativ entstehen, dennoch ist für Derrida der Kontextbegriff nicht obsolet geworden. Der Kontextbegriff wird vielmehr in Richtung einer ständigen „Aufpropfung“ neuer Bedeutungen erweitert. In „Disseminationen“ verweist Derrida auf die gemeinsame Wurzel von „greffe“ (Pfropfung) und „graphie“ (Schriftzeichen). Es bestehe hier auch ein Bezug zu botanischen Veredelungsverfahren wie sie z.B. bei der Kreuzung zweier Pflanzen

geschehe (vgl. Derrida, 1995, S. 230). Dieser Prozess der Veredelung sei mehr kreative Kunst als destruktives Vorgehen, der Kunst des Schriftstellers und Sprachveredellers²¹ nicht unverwandt, und „es gibt keinen Haltepunkt für dieses rekursive Verfahren, welches also weder auf stabile Identitäten noch auf stabile Differenzen führt. [...] Wir können das auch die Technik der Infinitesimalisierung von Wortschemata nennen“ (Krämer, 2001, S. 233).

Die ursprüngliche Frage nach einer möglichen Uneingrenzbarkeit von Bedeutung, dieser Eingangs diskutierte „horror infinitatis“ vor der Unmöglichkeit einer konkreten Polysemieeingrenzung, ist nach einer Lektüre Derridas also durchaus realistisch, er ist durchaus eine Realität, muss bei genauerer Betrachtung allerdings weniger ängstigen, eröffnet doch erst die Unabgeschlossenheit der Bedeutungskontexte, sprich deren polyseme Struktur, eine Basis für neue, kreative „Iterationen“. Donald Davidson und in radikalerer Form auch Jacques Derrida weisen gemeinsam in diese Richtung.

Auch bei Charles Sanders Peirce (1967/1970, S. 223) kann man lesen:

„Tatsächlich erziehen sich daher Menschen und Wörter wechselweise, jedes Anwachsen der Information eines Menschen impliziert und wird impliziert von einem entsprechenden Anwachsen der Information eines Wortes.“

Wörter sind für Peirce historisch mit Bedeutungen aufgeladen, teils sind Inhalte verschüttet, teils reaktivierbar. Wie gezeigt wurde sind für Derrida die Polysemien allgegenwärtig. Sie erst machen die Sprache aus, werden ständig neu gebildet und fortgeschrieben. Eine durchaus radikale Position, die allerdings einer differenzierten Betrachtung des Homonymie/Polysemie-Problems dienlich ist. Die naive Vorstellung, dass im Gehirn alle Lexeme nebeneinander geschachtelt im Kortex abgelegt, quasi lexikalisiert seien, ist auch aus neurolinguistischer Perspektive unhaltbar. Wir haben es vielmehr, hier durchaus im Derridaschen Sinne, mit komplexen Hierarchien und parallel distribuierenden Prozessierungsvorgängen ohne fixiertes Bedeutungszentrum zu tun.

²¹ Aus diesem Grund beschränkt sich Derrida in seinen Schriften auch nicht nur auf die Rezeption von anderen Philosophen, ihn interessieren speziell die Arbeiten sprachskeptischer Schriftsteller oder Philosophen wie Friedrich Nietzsche. Derrida setzt mit seiner Methodik die scharfe Trennung von Philosophie und Kunst außer Kraft (und folgt hierin Nietzsche), er dekonstruiert den künstlich geschaffenen Gegensatz zwischen diesen Disziplinen.

Polyseme und Homonyme werden auch im normalen Sprachgebrauch ständig und fast willkürlich genutzt, sie generieren sich neu, sind anarchisch und parasitär.²² Konnektionistische (teilweise auch serielle) Modelle neurolinguistischer Sprachverarbeitung tragen diesem Umstand mehr oder minder Rechnung. Dies wäre durchaus ein Denkansatz, wie eine sprachphilosophisch orientierte Linguistik die neurolinguistischen Modelle in ihre Vorstellungen mit einbeziehen könnte. Einige Philosophen, wie etwa Donald Davidson, haben diese Problematik erkannt:

„Meiner Ansicht nach hat die Tilgung der Grenzlinie zwischen dem Analytischen und dem Synthetischen die Sprachphilosophie als ernstzunehmendes Fach gerettet, indem sie gezeigt hat, wie man sich damit beschäftigen kann, ohne zu beanspruchen, was es nicht geben kann, nämlich: eindeutig bestimmte Bedeutungen“ (2004, S. 248).

Derridas Begriff der Dissemination zielte auf das Kernproblem semantischer Vieldeutigkeit indem er sich von vorne herein gegen jede dogmatische Festschreibung von Sinnzusammenhängen verwehrt. Sinnerschließung ist letztlich ein höchst individueller und kreativer Vorgang des menschlichen Gehirns. Nur durch diesen Vorgang ist der Kommunizierende flexibel genug, Störfaktoren aus einem Gespräch herauszufiltern (z.B. Versprecher oder Satzkontaminationen) um dann Sinnzusammenhänge zu erschließen.

Abschließend soll nun kurz auf den für das Verständnis Derrida zentralen Begriff der „différance“ eingegangen werden (vgl. Derrida, 1995). Derrida nutzt diesen scheinbaren „Versprecher“²³ als markante Illustration seines Denkgebäudes. Er verändert nur einen Buchstaben des Wortes „différence“, wobei die lautliche Struktur des Wortes im Französischen unangetastet bleibt. Eine kleine Verschiebung bringt so eine Differenz (!) zum Ausdruck. Zum einen bedeutet das französische Verb „différer“, nämlich „aufschieben“ bzw. „verzeitlichen“, zum anderen bedeutet es soviel wie „nicht identisch, anders sein“. Der Austausch

²² So sieht auch der Sprachphilosoph Saul Kripke in der Entwicklung von Bedeutungen Kaskaden aufeinanderfolgender Benennungen (vgl. Kripke, 1982). In einem willkürlichen Taufakt werde eine Entität, z.B. ein Planet, nach einem griechischen Gott (Uranus) benannt, es folgten chemische Elemente ähnlichen Namens (Uran) usw. Der kulturelle Götterhimmel der Griechen wird bei dem vorgenannten Beispiel interessanterweise sowohl in den Makrokosmos des Universums, als auch in den Mikrokosmos der Atome projiziert. Auf das Problem der Homonyme übertragen bedeutet diese Theorie, dass Homonyme und Polyseme nur in zufälligen und voneinander unabhängigen Kripkeschen Taufakten ihren Ursprung haben können, Benennungskaskaden formen die jeweiligen Bedeutungen ständig neu um.

²³ Derrida wurde übrigens wegen dieses absichtlichen Neologismus, längst Professor in Paris, von seiner Mutter für seine Schreibfehler gerügt (vgl. die Derrida-Dokumentation von Kirby Dick und Amy Ziering Kofman, USA, 2001).

dieses einzigen, gar unhörbaren, Buchstabens resultiert also weniger in einem Austausch der Bedeutung des Wortes sondern in einer Dissemination eben dieser Bedeutung. In „différance“ zeigt sich die ganze Dynamik und Bewegung von Bedeutungen, es ist ein theorieimmanentes Beispiel für die Polysemierung der Sprache.

Auch Fehrmann (2004a, S 81) pointiert die „Ereignishaftigkeit von ‚Bedeutung‘“ als andauernden und kreativen Akt der Sinnerzeugung:

„Bedeutungsgenerierung ist damit ein unhintergebar (re-) konstruierender und kreativer Akt, der sich in engen zeitlichen Schranken, das heißt im Augenblick der Aktivierung einer dispositionellen Repräsentation vollzieht. [...] Da sich diese Aktualisierung im Horizont paralleler neuronaler Aktivität aber kontextsensitiv gestaltet, variiert die je aktuelle Bedeutung eines konzeptuellen Dispositivs andererseits beständig“ (ebd., S. 82).

Die Fragilität, der ständige Schwebезustand und die nur momenthafte Eingrenzbarkeit von Bedeutungen entsprechen in gewisser Art und Weise dem Derridaschen Verständnis von Bedeutungsgenerierung.

Derartige Hypothesen zu (neuro-)linguistischen Organisation von Bedeutungshierarchien bilden auch für neurofunktionell interessierte Fragestellungen eine interessante Ausgangsbasis. So gilt es zu Fragen, wo im menschlichen Gehirn etwa jene ständig fluktuierenden Bedeutungskonstruktionen stattfinden könnten? Die von Jäger (ebd.) erwähnten oszillierenden Momente der Selbst-Rezeption und Re-Lektüre während eines Schreibvorganges korrespondieren möglicherweise mit Monitoring-Prozessen im Rahmen subkortikal-kortikaler Aktivierungen.

Insgesamt ist der Einfluss Derridas auf die aktuelle Sprachtheorie nicht zu übersehen. Umso erstaunlicher ist die bisher zögerliche Rezeption Derridascher Theoreme im Rahmen von neurolinguistisch-neurofunktionellen Untersuchungen. Diesem Forschungsdefizit soll im Folgenden weitere Beachtung geschenkt werden, um eine dekonstruktive Lesart des Ambiguitätenproblems für neurofunktionelle Fragestellungen fruchtbar zu machen.

4.3 Konstruktion und Kommunikation – Niklas Luhmann

Es wurde gezeigt, dass sowohl Davidson als auch Derrida davon ausgehen, dass der Rezipient einer Mitteilung eine Bedeutung jeweils neu für sich interpretiert. Er (re-)konstruiert gewissermaßen seinen eigenen, subjektiven Bedeutungskontext aus einer Flut semantischer und sozialer Daten. Auch Niklas Luhmann beschäftigte sich u.a. mit der Organisation und Selbstreferentialität von Kommunikationssystemen. Luhmann (1990, S. 19) rezipiert hierzu die Ideen eines radikalen Konstruktivismus:

„Das Nervensystem ist eine Einrichtung zur Selbstbeobachtung des Organismus. Es kann nur körpereigene Zustände diskriminieren und operiert deshalb ohne Bezug auf die Umwelt.“

Jeder Aktant innerhalb einer Kommunikation ist demnach in seiner Selbstreferentialität isoliert, wodurch ein Zueinandergelangen erheblich erschwert wird. Kommunikation sei „riskant“ (Luhmann, 1997, S. 119). Einzelne Systeme seien jedoch, zumindest partiell, in der Lage, miteinander in Kontakt zu treten. So sei der „Verstehende“ glücklicherweise dazu fähig „Redundanzen zu organisieren und in das verstandene System hineinzuvermuten“ (ebd., S. 25). Neu an diesen Formulierungen ist der explizite Einbezug des menschlichen Gehirns als Basis dieser Selbstreferentialität. Auch für Gerhard Roth (1997, S. 188) steht fest, dass „das Eingruppieren von Wahrnehmungsinhalten in Objekt- oder Prozessklassen aufgrund des Gedächtnisses (...) zur Möglichkeit der *Interpretation* [sic!] des Wahrgenommenen“ führt. Der Akt des Interpretierens ist sowohl für die Philosophen Davidson und Derrida, als auch für den Soziologen Niklas Luhmann die entscheidende Variable im Rahmen eines Verstehensprozesses.²⁴ Neurophysiologisch werden aus Sicht der neurobiologisch geschulten Konstruktivisten die Bedeutungen hierarchisch im Gehirn abgespeichert und müssen mit Hilfe des Gedächtnisses immer wieder neu mit der Realität abgeglichen und interpretiert werden. Mit dieser Quintessenz nähern sich Sprachphilosophie und Neurophysiologie weiter an.²⁵

²⁴ Luhmann versteht Kommunikation nicht als Mitteilungshandlung sondern als Verstehensoperation (vgl. Krämer, 2001, S. 159).

²⁵ Siegfried J. Schmidt (2000, S. 65) spricht davon, dass man Information erst im Gehirn erzeugen müsse, denn man könne „nicht davon ausgehen, dass etwa einem sprachlichen Text (als Kommunikationsmittel) von zwei Rezipienten dasselbe Kommunikat zugeordnet wird.“

Luhmann nutzt für seine Medientheorie die Unterscheidung von „lose“ bzw. „strikt“ gekoppelten Sprachelementen (Luhmann, 1998, S. 198). Sinn könne „immer nur ereignishaft aktualisiert werden“ (ebd., S. 199). Sichtbar werde jeweils nur eine Form des zugrunde liegenden Mediums (ebd.). Ein polysem gebrauchtes Wort sei in der Lage multiple Bedeutungsoptionen zu kreieren, wobei das Verstehen des Gegenübers lediglich auf einer „Routinisierung von Unwahrscheinlichkeiten“ (Luhmann, 1987, S. 468) beruhe. Verstehen beruht also auf dem Erkennen von Dissens, auf der Prozessierung von Sollbruchstellen innerhalb eines nur scheinbar glatten und geregelten Kommunikationsverlaufs. Sybille Krämer weist explizit auf diese Idee Luhmanns hin:

„Vielmehr besteht die Eigenart der Sprache in ihrem Potential zur Widerrede [...]. Jede Aussage ist mit einer Gegenaussage korreliert; jede Bejahung verweist auf ihre Negation. Sprache stiftet also nicht einfach Konsens, sondern bietet immer auch die Möglichkeit zum Dissens“ (Krämer, 2001, S. 161).

Auch das den Wörtern zugrunde liegende Potential an Polysemie ist in diesem Zusammenhang zu sehen, erst durch die Option der Mehrdeutigkeit von Sprache kann Bedeutung konstruiert werden. Luhmann (1998, S. 225) spricht in diesem Zusammenhang auch von der Sprachcodierung als *der* kreativen „Muse der Gesellschaft“. Kommunikation ist nach Luhmann ständig von einem „unabsichtlichen“ oder auch „absichtlichen“ Missbrauch der Zeichen bedroht. In Analogie zu Donald Davidson (vgl. „Principle of Charity“) weist Luhmann hierzu auf das Vertrauen der Kommunikanten untereinander hin, Qualitäten „wie Aufrichtigkeit und Vertrauen“ seien somit wichtige psychologische Marker zur Verifizierung von Informationen (vgl. ebd., S. 225f.).²⁶

Der mündliche Gebrauch von Kommunikation ist womöglich, gerade auch im Gegensatz zur schriftlichen Kommunikation, von einer gesteigerten Anfälligkeit gegenüber Missverständnissen geprägt (allein durch nonverbale Metakommunikationen). Ohne die Qualitäten „Aufrichtigkeit und Vertrauen“ kann Kommunikation scheitern. Luhmann plädiert darum, wie Derrida, für ein Primat der Schrift gegenüber der mündlichen Rede, in der Schrift sieht er, ähnlich wie sein französischer Kollege, „Möglichkeiten des Aufbewahrens und Erinnerns“ (ebd.). Die mündliche Kommunikation als raum- und zeitgebundene Kommunikationsform

²⁶ Vgl. hierzu die Griceschen (1993) Konversationsmaximen: Quantität, Qualität, Relevanz und Modalität.

sei besonders anfällig „für Störfälle, für Unterbrechungen, für Wiederholungen“ (ebd., S. 250). Erst durch die Schrift ist ein überzeitlicher und intertextueller Dialog möglich. Ein Text, so auch Krämer (2001, S. 165), „eröffnet überhaupt erst einen Freiraum, der Platz lässt für abweichende Interpretationen.“

Luhmann betont die Dynamik in einem jeweiligen Kommunikationssystem, er spricht in Bezug auf das System „Kommunikation“ von einem offenen System. Neue Kommunikationen hängen sich an vorhergehende Kommunikationen an und bereiten zukünftige Kommunikationen vor, sie bilden strukturierte Netzwerke aus und produzieren stets neue „Wirklichkeiten“. Kommunikationen bewegen sich somit gewissermaßen in einer selbstreferentiellen Zirkularität (vgl. hierzu Japp, 1996, S. 37 ff.).

In Bezug auf semantische Ambiguitäten lässt sich festhalten: In einem offenen Kommunikationssystem (Luhmann) kann disseminierter Sinn (Derrida) nur durch radikale Interpretation (Davidson), d.h. durch die radikale Konstruktion (Gerhard Roth) von Sinnzusammenhängen innerhalb des menschlichen Gehirns erschlossen werden. Nur durch ein Zusammenspiel dieser Prozesse können ambige Begriffe überhaupt voneinander differenziert werden. Ein solches Konsensbemühen von Seiten sowohl der Neuro- als auch der Sprachwissenschaften gilt es argumentativ weiterzuverfolgen. Festzuhalten ist, insbesondere in Bezug auf den radikalen Konstruktivismus Rothscher Prägung, dass ein neuronales System niemals als in sich geschlossenes Konstrukt funktionieren kann.²⁷ Der Input, z.B. in Bezug auf sprachliche Signale, mag gering sein und muss sicher zum Großteil dechiffriert werden, kann jedoch niemals gen null tendieren. In diesem Punkt scheint Roth selbst ambivalent. Nach Roth bildet das menschliche Nervensystem eine kognitiv und schematisch abgeschlossene Einheit, es ist selbstreferentiell und selbstexplikativ (Roth, 1985). Allerdings merkt auch Gerhard Roth an, dass ein völlig in sich abgeschlossenes System nur kurze Zeit überlebensfähig wäre. Der kognitiven Geschlossenheit eines Systems stehe vielmehr eine energetische Offenheit gegenüber, die aber nicht mit einer informationellen oder bedeutungshaltigen Verbindung des Systems zur Umwelt verwechselt werden dürfe (vgl. ebd., S. 229). Durch die, bereits von Helmholtz thematisierte (vgl. Kap. 2) Neutralität des neuronalen Codes, d.h. die Kodierung

²⁷ Die Kernaussage des radikalen Konstruktivismus besagt, dass eine Wahrnehmung niemals ein genaueres Abbild der Realität liefert. Eine Wahrnehmung, und damit ein vermeintlich objektiv erkannter Bedeutungszusammenhang, sei eine vom Ursprungssignal abgelöste, eigene und letztlich (vom neuronalen System) konstruierte Leistung (vgl. Roth, 1985).

von Information durch primär neutrale Nervenpotentiale, werde das menschliche Gehirn aber dazu gezwungen, Wahrnehmungen entsprechend zu deuten. Eine Bedeutungszuweisung und -konstruktion durch nachgeschaltete informationsverarbeitende Instanzen ist somit für den Verstehensprozess notwendig. Dies ist der, bereits von Helmholtz vorformulierte, Kerngedanke des radikalen Konstruktivismus. Gerhard Roth recurriert in seinem Buch „Das Gehirn und seine Wirklichkeit“ auf drei semantische „Wirklichkeitskriterien“:

„ [...] (1) Bedeutungshaltigkeit: Objekte und Geschehnisse werden eher als real angesehen, wenn man ihnen ohne Aufwand eine Bedeutung zuordnen kann (gegenüber bedeutungslosen oder rätselhaften Geschehnissen); (2) Kontextstimmigkeit: Etwas wird eher als real angesehen, wenn es in einen vorhandenen Kontext passt; (3) Valenz: ein Objekt wird um so eher als tatsächlich vorhanden angesehen, je attraktiver es ist“ (Roth, 1999, S 323).

Roth (ebd.) nennt ein weiteres wichtiges „pragmatisches Wirklichkeitskriterium“, nämlich „die *intersubjektive Bestätigung*“.

Schmidt (2000, S. 17) betont neben der Fähigkeit des Gehirns zur „Selbstexplikation“, basierend auf der neuronalen Reizunspezifität, die Fähigkeit des Gehirns zur „Komplexitätsreduktion“. Das Gehirn könne „Zustände rekursiv abbilden und damit die Grundlage für die Konstruktion von Hierarchien kognitiver Welten liefern“ (ebd.). Die Fähigkeit des neuronalen Systems zur Reduktion von Komplexität findet vor dem Hintergrund der bisherigen sprachphilosophischen Überlegungen seine Entsprechung in der Varianz und Vagheit der Bedeutungen. Bedeutungshierarchien können immer wieder aktiv (re-)konstruiert werden, Bedeutung kann deshalb schon neurophysiologisch betrachtet niemals endgültig fixiert sein, da das Gehirn aus einem zunächst neutralen Code ein semantisches Netzwerk konstruieren muss (vgl. Kap 5). Der neurophysiologische Vorgang der Bedeutungskonstruktion lässt sich nicht klar von einem bedeutungsgenerierenden, kognitiven Vorgang abtrennen. Weder zeitlich, noch lokal lassen sich diese Vorgänge neurofunktionell differenzieren. Das „Verstehen“ einer Bedeutung ist auch keine bloße Übernahme von Bedeutungen, die ein Sprecher verwandt hat, sondern der (höchst störanfällige) Aufbau eigener Bedeutungssysteme bei jedem Interpretieren von Kommunikation. Sprachakte oder auch Schriftzeichen dürfen, genauso wenig wie der Kortex als Ort mit bedeutungstragenden Eigenschaften (Kapitel 11), als fixierte Träger von Bedeutung missverstanden werden, sie enthalten lediglich Anweisungen, wie die entsprechenden Signale einer

intendierten Bedeutung zuzuordnen sind. Ein gutes Beispiel hierfür ist auch das Morsealphabet, also die Zuordnung von Morsezeichen zu entsprechenden Buchstaben. Das Rückdekodieren der Signale in Buchstaben hat schließlich erst dann einen Sinn, wenn beide Empfänger die gleiche Sprache sprechen.

Der Konstruktivismus hat das Problem der Bedeutungsvarianz frühzeitig erkannt, so stellt etwa Köck (1978, S. 208 ff.) heraus, dass das, was wir Bedeutung nennen, nur in einem Prozess der individuellen Erkenntnis funktioniert und in keiner Weise determiniert oder auch nur der Abglanz irgendeiner ominösen „Urbedeutung“ sei.²⁸

Die Frage ist, wie die semantischen Hierarchien von denen u.a. bei Schmidt (2000) die Rede war, genau definiert sind? Im Folgenden soll es deshalb zunächst um eine modellhafte Annäherung an eine mögliche Organisation semantischer Netzwerke gehen, um diese schematischen Modelle anschließend in Bezug auf eine mögliche neuroanatomische Lokalisation hin per fMRT zu untersuchen.

²⁸ Entgegen der alten platonischen Vorstellung im Sinne eines Abglanzes eines idealen Ideenreiches.

5. Konnektionistische Sprachmodelle und semantische Selektion

5.1 Konnektionistische Theorien und deren Modifikationen

Der Konnektionismus innerhalb der modernen Psycholinguistik versucht die zytoarchitektonische Beschaffenheit des Gehirns in kognitive Modelle einzubinden. Es gibt interessante Versuche, konnektionistische Modelle auf Sprachpathologien anzuwenden (vgl. Abel, 2001). Geprägt wurde der Begriff „konnektionistisches Modell“ zu Beginn der achtziger Jahren von Feldman (1982). Feldman entwickelte mit seinen Vorstellungen eine Alternative zu konventionellen computerunterstützten Prozessierungen. Es ging darum, einen Zugang zu Verständnisweisen natürlicher Intelligenz zu erhalten. Die von Feldman postulierten Knotenpunkte enthalten nicht etwa eine wie auch immer geartete symbolische Funktion, sondern einen numerischen Aktivierungswert, den sie in großer Geschwindigkeit an entsprechende Nachbarknotenpunkte weitergeben können.

Schon mit den Anfängen der Computerisierung versuchte man, kognitive Netze mit Hilfe von Rechenmaschinen zu simulieren (Minsky, 1954). Es ging hierbei um die mögliche parallele Prozessierung innerhalb einfacher Netzwerke. Die Computersimulationen stießen jedoch u.a. aufgrund technischer Schwierigkeiten an ihre Grenzen. Mit den sogenannten „Perzeptoren“ gelang es z.B. nicht, bestimmte neuronale Auswahl-Prozesse adäquat darzustellen. Erst in den achtziger Jahren griff man diesen Forschungszweig wieder auf, wobei selbstverständlich erst die leistungstärkeren Rechner die Grundlage für diese Entwicklung boten. McClelland und Rumelhart (1981) arbeiteten u.a. an psycholinguistischen Experimenten zur Buchstabenerkennung. Durch Dell (1986) und andere Wissenschaftler erfuhr die konnektionistische Idee dann eine Renaissance.

Man unterscheidet innerhalb der konnektionistischen Modelle prinzipiell zwischen den PDP-Modellen (parallel distributed processing), die teilweise lernfähig sind, und den lokalkonnektionistischen Modellen. Das Dellsche Modell gehört nicht zu den lernfähigen Modellen. Es gehört zur Gruppe der lokalkonnektionistischen Modelle, bei denen ein Symbol (z.B. ein semantisches Merkmal, Wort, Phonem) in einem Knotenpunkt repräsentiert ist. Bei den PDP-Modellen kann ein Knotenpunkt

mehrere solcher Merkmale darstellen. Die Verbindungen dieser Knoten ahmen schematisch Nervenverbindungen nach.

Die konnektionistischen Netzwerke wurden zunächst als Alternative zu den klassischen seriellen und symbolverarbeitenden Kognitionsmodellen entwickelt, wobei die konnektionistischen Theorien selbstorganisierenden, dynamischen und emergenten Prinzipien folgen und eventuell sogar lernfähig sind. Auch die Resistenz gegenüber Schädigungen innerhalb des menschlichen Gehirns, dessen Neuroplastizität, konnte mit Hilfe derartiger Modelle zumindest teilweise erklärt werden. In der neueren Forschung vermengen sich allerdings zunehmend symbolverarbeitende Theorien mit den konnektionistischen Theorien, es kommt zu sogenannten Hybridmodellen, wobei die subsymbolische Prozessierungsebene jeweils von den konnektionistischen Grundprinzipien geleitet ist. Konnektionistische Modelle besitzen nämlich insbesondere im Hinblick auf die Sprache den Nachteil, dass sie z.B. Regelmäßigkeiten und komplexe semantische Muster nicht darstellen können, Popeschill (2004, S. 231) bemerkt hierzu:

„Symbolische Modelle bieten aus dieser Sicht abstrakte – möglicherweise idealisierte – Erklärungen mit einer geringeren Auflösung, aber mit effizienten Mitteln zur Feststellung von Regelmäßigkeiten für die makroskopischen Aspekte, die sie erfassen können (*conceptual level*). Daher *approximiert* nach Smolenskys (1988, S. 10) Auffassung ein symbolisches Modell ein konnektionistisches Modell. Ein konnektionistisches Modell wiederum liefert eine Approximation für die neuronale Ebene (*subconceptual level*).“

Jeder Knoten innerhalb der konnektionistischen Netzwerke hat, abhängig von der Gebrauchsfrequenz des jeweiligen Symbols, einen bestimmten Ruhewert. Bei Schwellenüberschreitung kommt es, in Analogie zur neurophysiologischen Depolarisation über der Zellmembran, zu einer Aktivierung des jeweiligen Knotenpunktes. Diese Aktivierung fällt, nach Auslösung einer Erregung, wieder ab (hier analog zur neurophysiologischen Repolarisation). Der Ruhewert, der Schwellenwert für die Auslösung einer Reaktion und das Konnektionsgewicht (Verbindungsstärke zwischen einzelnen Knoten) sind jeweils variabel. Es wird die Ausbildung synaptischer Verbindungen und Filze (Hebb-Hypothese) imitiert. Wie in einem Nervennetzwerk kommt es so zur Aktivationsausbreitung (*spreading activation*) mit Hilfe von Inhibition und Exzitation. Das Modell von Dell ist in Schichten (*layers*) gegliedert. So gibt es eine konzeptuell-semantische Ebene, die

konzeptuelle Spezifizierungen des repräsentierten Objektes beinhaltet, eine Wortebene, welche Lemmata enthält und eine Wortformebene mit Phonemen (vgl. hierzu auch Grande, 2005, S. 20 ff.). Zwischen den einzelnen Knotenpunkten der Schichten bestehen feed-forward-Verbindungen und feed-back-Schleifen. Hierbei wird dem Umstand Rechnung getragen, dass in einem kognitiven System nicht nur bottom-up-, sondern auch top-down-Prozesse stattfinden. Es entsteht also ein Wechselspiel von höheren Kognitionsstufen mit niedrigeren und umgekehrt.²⁹ Die korrekte und spontane Zuordnung lexikalischer Alternativen geschieht womöglich tatsächlich im Sinne der von Dell beschriebenen Knotenpunkte. Die entsprechende, gesuchte Wortbedeutung wird so durch Bahnung und Inhibition erkannt. Auch die bereits angesprochene „Kurzevokation“ unterschiedlicher Sachbereiche lässt sich gut durch das konnektionistische Sprachmodell beschreiben. Die Prozessierung semantischer Ambiguität kann somit sukzessive durch eine entsprechende bottom-up bzw. top-down-Prozessierung erfolgen (vgl. Kapitel 5.2). Sachbereiche (Wichter, 1988, s.o.) kann man sich so als hierarchisch gegliederte Strukturen vorstellen. Durch Kurzevokationen wird eine für die weitere Bedeutungsfindung nötige Grundaktivität erzielt und ein semantisches Feld aufgerufen.

Das Modell von Dell ist, wie bereits erwähnt, in Schichten (layers) gegliedert. So besteht ein Wechselspiel von höheren Kognitionsstufen mit niedrigeren und umgekehrt. Die korrekte und spontane Zuordnung lexikalischer Alternativen geschieht also womöglich im Sinne der von Dell beschriebenen Knotenpunkte. Eine Wortbedeutung wird somit durch Bahnung und Inhibition erkannt.

Durch Kurzevokationen wird also eine für die weitere Bedeutungsfindung nötige Grundaktivität erzielt und ein semantisches Feld aufgerufen. Auch die mittels moderner Bildgebung gewonnenen, neurofunktionellen Forschungsergebnisse über die Homonymprozessierung decken sich in weiten Teilen mit den Hypothesen des Konnektionismus (vgl. Kapitel 9). Die kreisenden Erregungen in den Basalganglien³⁰ mitsamt ihren oben beschriebenen reziproken

²⁹ Vgl. die von Baddeley (1986) beschriebenen short-time-memory-loops.

³⁰ Als Basalganglien werden „subkortikale“, also unterhalb der Großhirnrinde (Cortex) gelegene, in jeder Hirnhälfte, also beidseits angelegte Kerne bzw. Kerngebiete zusammengefasst (Caudatum, Putamen, Globus Pallidus). Früher wurden die Basalganglien primär mit motorische Koordinationsleistungen bzw. Pathologien (Morbus Parkinson) in Verbindung gebracht. Aktuell geraten die subkortikalen Hirnkerne, zu denen auch der Thalamus zählt, zunehmend in den Fokus der Kognitionsforschung.

Verschaltungen entsprechen modellhaft den feed-forward und feed-back-Schleifen des Dellschen Konstruktes.

Die Basalganglien bewirken womöglich prinzipiell eine Grundaktivierung (einen Grundtonus) spezifischer Kortexareale. Man kann postulieren, dass durch Modulation dieses Tonus dem Bewusstsein gezielt Informationen zugänglich gemacht werden. Ein Ausfall oder eine Steigerung dieser Grund-Aktivierungen ist insbesondere mit Hilfe bildgebender Verfahren empirisch zu belegen und wurde auch in unserer eigenen Studie gezeigt.

In Bildgebungsstudien zu Patienten mit Hirnschädigungen findet sich bei subkortikaler Läsion zumeist ein frontaler Hypometabolismus (vgl. Crosson, 1992). Besondere Bedeutung scheint also dem frontalen Kortex zuzukommen, welcher neben Projektionen zum Thalamus auch Projektionen zum Neostriatum aufweist. Für die Prozessierung von Homonymen im Gehirn scheinen insbesondere Verbindungen von den Basalganglien zum frontalen Kortex relevant zu sein. Auch im Hinblick auf „subkortikale Aphasien“ ist dieser Verbindungseffekt interessant, denn

„entsprechende Modellvorstellungen auf einer neuronalen Ebene tendieren gegenwärtig vielfach zu der konnektionistisch motivierten Auffassung, dass die Unterbrechung von Verbindungen zwischen informationsverarbeitenden Arealen (*interconnectivity*) zu massiven Störungen führen kann.“ (Popeschill, 2004, S. 241)

Mit dem Konnektionismus liegt nun also ein Modell vor, mit dem sich die im Vorhinein diskutierten sprachphilosophischen Modelle besonders elegant auf neuronale Netzwerke übertragen lassen. Insbesondere die schnelle und zielgerichtete Prozessierung semantischer Ambiguitäten lässt sich mit diesem Modell gut beschreiben.

Ludwig Jäger (2001) beschreibt den Einfluss der zeitgenössischen Hirnphysiologie und Anatomie auf die Sprachtheorie Ferdinand de Saussures. Dessen interdisziplinärer Ansatz kann hierbei als Vorbild für den erneuten Versuch dienen, Sprachtheorie und Neurowissenschaft in gemeinsame Modelle zu integrieren. Saussure habe sein Konstrukt vom Bezeichnenden und Bezeichneten der Aphasie Brocas entlehnt. Jäger erkennt, dass auch Broca die menschliche Sprachfähigkeit nicht an ein festes, unverrückbares hirnanatomisches Sprachmodul koppeln will. Auch Broca nimmt etwa eine z.B. von der Sprachartikulation unabhängige nicht einfach lokalisierbare konzeptuelle Basis

innerhalb des Hirns an. Aktuelle Forschungen scheinen diesen Sachverhalt zu bestätigen. So kann jedes Aphasie-Syndrom bei ähnlicher hirnanatomisch lokalisierter Läsion zu einer Polytypikalität der Syndrome führen, was u.a. auch zu Problemen bei der Klassifikation von Aphasien führt. So können etwa im Rahmen des Aachener-Aphasie-Tests (Huber et al. 1983) ca. 20% der Aphasien nicht eindeutig klassifiziert werden. Es handele sich, so Jäger,

„bei den klassischen Aphasie Regionen weniger um Funktions- als vielmehr um Störungszentren (...). In jüngerer Zeit ist diese Hypothese durch Computersimulationen erhärtet worden“ (Jäger, 2001, S. 326).

Es geht im Folgenden nicht darum, im Detail einzelne konnektionistischer Modelle darzustellen, sondern diese Theorien für eigene, neurofunktionellen Hypothesen in Bezug auf die Prozessierung semantischer Ambiguitäten in einem neuronalen Netzwerk anzuwenden. Einzelne Theorieansätze sprachphilosophischer und neurolinguistischer Provenienz sollen in einen synthetischen Zusammenhang gebracht werden. Forster (1989), Mitbegründer der konnektionistischen Theorie, weist völlig zurecht darauf hin, dass

„rather than asking whether X's 1985 version of logogen theory is better than Y's 1983 version, we should be asking whether the evidence favors a late-selection account for context effects, or whether it is sensible to try to use criterion bias to explain access effects as well as to explain decision effects“ (ebd., S. 77).

Auch die scheinbar so gegensätzlichen seriellen bzw. parallel verarbeitenden Sprachmodelle erweisen sich bei genauerer Betrachtung als vereinbar. So besitzen auch die konnektionistischen Sprachmodelle mit ihren Hierarchieebenen (lexikalische, konzeptuelle und semantische Ebene) entsprechende serielle Komponenten. Der wesentliche Unterschied hierbei ist, dass bei einem konnektionistischen Modell unendlich viele serielle Verarbeitungsprozesse parallel verlaufen. Die Konnektionistin Cynthia Macdonald (1995) plädiert für eine Mischung der scheinbar gegensätzlichen Sprachmodelle. Sie betrachtet die konnektionistischen Modelle als Verfeinerungen klassischer Sprachverarbeitungsmodelle. Macdonald vergleicht die Neuerungen des Konnektionismus interessanterweise mit dem historischen Paradigmenwechsel von der Newtonschen zur Quantenphysik.

Der konnektionistische Verarbeitungsmechanismus soll ein künstliches neuronales Netz darstellen. Es gibt Versuche, derartige Netze mit Computerprogrammen zu simulieren (z.B.: Small, Shastri, Brucks, Kaufman, Cotrell und Addanki, 1982). Die Funktion eines Computer unterscheidet sich jedoch in wesentlichen Punkten von der neurofunktionellen Verarbeitung in vivo. So ist die massive, gleichzeitige Prozessierung und das Autokorrekturpotential des menschlichen Gehirns nicht mit derzeitigen Rechnern zu leisten. Es können also nur kleine, überschaubare Sprachparadigmen mit Computern simuliert werden.

Mortons (klassisches) Logogen-Modell der seriellen Sprachverarbeitung (Morton, 1979) nimmt für jede zu durchlaufende Hierarchieebene einen Schwellenwert an, den es zu überschreiten gilt, bevor z.B. eine semantische Auswahl zwischen verschiedenen Alternativen getroffen werden kann. Hierbei gilt wie in der Neurophysiologie das „Alles-oder-Nichts-Gesetz“, d.h. es kann nicht etwa ein Zielwort zur Hälfte aktiviert werden. Nun verhält es sich aber so, dass bei der Auswahl semantischer Alternativen auch nicht völlig mit dem Zielwort übereinstimmende Stimuli für eine Aktivierung ausreichen. Man kennt dies etwa von Experimenten mit absichtlich kontaminierten Wörtern wie „because“ anstelle von „becaue“. Das neuronale System ist trotz dieser Wortentstellung relativ schnell in der Lage, das korrekte Zielwort zu finden (wenn auch mit einer verzögerten Reaktionszeit). Erstaunlicherweise benötigt das Gehirn mehr Zeit zur Prozessierung von einem benachbarten Nicht-Wort wie „because“ - „becaue“, als für eine Verarbeitung einer nicht verwandten Buchstabenfolge mit dem Zielwort. Das neuronale Netzwerk ist offenbar irritiert von der nicht ganz korrekten Buchstabenfolge, es muss im Sinne einer konstruktivistischen Selbstregulation eine quasi, zumindest teilmanuelle, Interpretation des Stimulus leisten. Dies kostet Reaktionszeit. Aber trotz abweichender Buchstabenfolge ist diese Suche zumeist erfolgreich, denn

„not all letters may be identified; hence, the identification system is forced to extrapolate, in which case a frequency bias or a contextual bias seems a very sensible strategy“ (Forster 1989, S. 90-91).

Die Verlängerung von Reaktionszeit durch Irritation eines Desambiguierungsprozesses wurde auch durch unser eigenes Paradigma gezeigt (vgl. Kapitel 9).

Durch die Fähigkeit des menschlichen Gehirns, Sprachsignale zu extrapolieren, erhöht sich so die Leistungsfähigkeit des neuronalen Systems insgesamt. Es kann

die seriellen Verarbeitungsprozesse minimieren, indem lediglich zugrunde liegende Muster erkannt werden müssen. Eine völlige Deckungsgleichheit mit der Schablone eines Zielitems (wie etwa bei klassischen symbolverarbeitenden Sprachmodellen) ist somit gar nicht von Nöten. Das Gehirn scannt nicht etwa sein gesamtes Lexikon Schritt für Schritt, sondern kann durch die Klassifikation semantischer Entitäten in Subsysteme einen schnellen Zugriff auf die Bedeutung der Begriffe erreichen.³¹ Auch Schade (1992) betont, dass die Stärke der konnektionistischen Modelle in deren Robustheit liege, es könne z.B. bei der Worterkennung von erlernten Prototypen abweichen. So gesehen ist das Gehirn ständigen „Störfaktoren“ ausgesetzt. In der konnektionistischen Theorie werden diese Störfaktoren als „Noise“ bezeichnet.³²

Derlei durch Irritation ausgelöste Deutungsleistungen des Systems „Sprachverstehen“ sind nicht etwa eine Seltenheit, sondern eine essentielle Basis für die Verstehensleistung des Gehirns.

Entscheidend für die Prozessierung semantischer Auswahlalternativen scheint nicht das übereinstimmungsgenaue Finden von Zielitems zu sein, sondern eine möglichst dichte Annäherung an ein entsprechendes Ziel. Dieses Phänomen lässt sich letztlich nur durch konnektionistische Exzitations- bzw. Inhibitionsvorgänge erklären. Alternativen müssen partiell und nicht etwa vollständig (Logogen-Modell) in ihrer Aktivierung beeinflusst werden können. Der Schwellenwert spielt dennoch auch in der konnektionistischen Theorie eine entscheidende Rolle, lassen sich doch mit diesem Modell Frequenzeffekte einzelner Wörter gut erklären. Je höherfrequent z.B. ein Wort ist, desto niedriger ist der entsprechende Schwellenwert angesiedelt, das Zielwort wird entsprechend schneller aktiviert. Letztlich kommt es aber auch im Konnektionismus zu einer „Alles-oder-Nichts“-Reaktion, allerdings und wohlgemerkt erst nach einer entsprechenden bahnnenden bzw. inhibierenden Interaktion mit den Nachbarneuronen.

³¹ Auch moderne Internetsuchmaschinen wie Google suchen das Internet nach Ähnlichkeitsmustern in Bezug einen Suchbegriff ab.

³² Bereits im Shannon-Weaverschen Sender-Empfänger-Modell taucht diese Bezeichnung auf (s.o.). Forster (1989) gibt hierzu folgendes Beispiel: „For example, consider the case in which the stimulus is actually X, but the context is heavily biased toward Y, and the subject reports hearing Y. At one extreme, the central system may say: ‚I know that I heard X; but, given the context, I infer that Y was actually spoken, or was at least intended‘” (Forster 1989, S. 91).

5.2 Semantische Desambiguierung und konnektionistische Sprachmodelle

Als Grundlage für die folgenden Überlegungen soll das konnektionistische Modell von Gary Dell (1991) dienen, welches insgesamt drei Hierarchieebenen umfasst: eine grundlegende phonologische bzw. graphemische Ebene, gefolgt von einer lexikalischen Ebene (in welcher einzelne Lemmata repräsentiert sind) welche schließlich mit einer semantischen Prozessierungsstufe verbunden ist. Dell untersuchte mit diesem Modell in erster Linie Sprachproduktionsprozesse, das Modell lässt sich jedoch auch problemlos auf Sprachverarbeitungsprozesse anwenden. Entscheidend für den Prozess der Desambiguierung von Polysemen ist die letztgenannte Ebene, die der semantischen Merkmale. Hier entscheidet sich, von einem Wortknoten wie z.B. „Mutter“ ausgehend, welche semantischen Merkmale stärker aktiviert werden, entweder die der „Frau“ oder die einer „Schrauben“ - Mutter. In Abbildung 2 wird versucht, den Desambiguierungsprozess des Homonyms „Mutter“ anhand eines konnektionistischen Drei-Ebenen-Netzwerkmodells zu skizzieren. Von besonderem Interesse ist hierbei, wie erwähnt, die semantische Ebene des Modells. Ausgehend vom lexikalischen Knotenpunkt „Mutter“ werden (hier nur ausschnittsweise dargestellte) semantische Knotenpunkte aktiviert. Einzig der Knotenpunkt „Schraube“ ist zwar ebenso wie die anderen semantischen Knotenpunkte mit dem Begriff „Mutter“ assoziiert, entstammt jedoch einem anderen semantischen Wortfeld („Schraubenmutter = Werkzeug“). Die dominante Form des Wortfeldes „Mutter = Frau“ erhält jedoch weitaus mehr aktivierende Zugriffe als das homonyme Wortfeld „Schraubenmutter“. Dies erklärt eine Senkung des Schwellenwertes, wodurch das erstgenannte Wortfeld dem neuronalen Netz entsprechend schneller zugänglich ist.

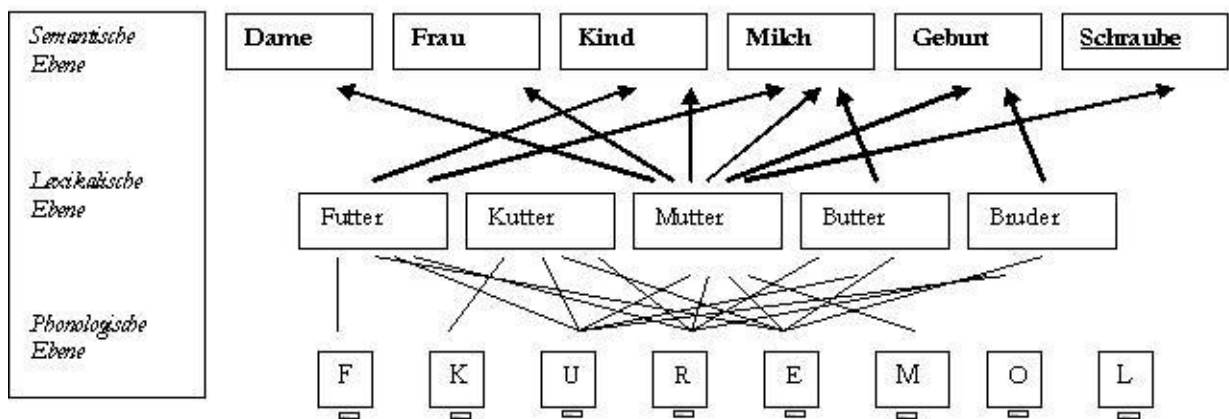


Abbildung 2: Semantische Netzwerkstruktur/ Homonymbeziehung „Mutter“ (modifiziert nach Dell und O'Seaghdha, 1991)

Das Erkennen eines mit einem Homonym assoziierten Begriffes funktioniert also über eine ausgewogene Aktivierung gemeinsamer semantischer Merkmale. Diese Merkmale können sowohl abstrakt als auch perzeptuell sein. Die abstrakten Eigenschaften eines Begriffes können nur indirekt aktiviert werden (über Konzeptbildung), wohingegen die perzeptuellen Merkmale durch direkte Sinneswahrnehmung aktiviert werden. Schreuder et al. (1989) untersuchten derlei Zusammenhänge mit Hilfe von Priming-Experimenten und belegten, dass entsprechende Stimuli mit gemeinsamen perzeptuellen oder auch abstrakten Merkmalen bei Benenn-Aufgaben die Reaktionszeiten verkürzen. Gemeinsame Merkmale schaffen hier eine stärkere Grundaktivierung in Bezug auf das Lösungsverhalten des Probanden.

Die Desambiguierung semantischer Alternativen wurde auch anhand von konnektionistischen Computersimulationen untersucht. Interessant ist in diesem Zusammenhang etwa der ISCON Simulator (Small, Shastri, Brucks, Kaufman, Cotrell und Addanki, 1982). Mit Hilfe dieses Computersimulators können so z.B. semantische Verb-Ambiguitäten entschlüsselt werden. Es wurden u. a. bei einem Satz wie „bob threw the fight“ verschiedene Bedeutungsalternativen von „threw“ aktiviert, hier etwa im Sinne von „bob threw a ball“ oder „bob threw up dinner“ usw. Mit jedem weiteren Wort eines Satzes wurden entsprechende Netzwerke (Knotenpunkte) aktiviert bzw. inhibiert, bis der Rechensimulator aufgrund der entsprechenden Kontextsituation den Satz entschlüsselt hatte und nur eine Bedeutungsalternative aktiviert war. Als Grundlage für den ISCON Simulator

diente ein klassisches Drei-Ebenen-Modell, vergleichbar mit dem konnektionistischen Modell Dells.

Eine weitere interessante Studie existiert von Kawamoto (1988). Kawamoto hob insbesondere die Bedeutung des Kontextes für die Prozessierung semantischer Ambiguitäten hervor. Es ging ihm um die Frage, ob bei diesem Vorgang der Desambiguierung zunächst alle relevanten Wörter eines Wortfeldes aktiviert und dann alle nicht zutreffenden Alternativen supprimiert werden, wie von zahlreichen Wissenschaftlern angenommen, oder ob vielmehr primär das am besten passende Wort selektiert wird. Neben dem Kontexteffekt ging Kawamoto von weiteren Einflüssen auf die Desambiguierung von Ambiguitäten aus, insbesondere durch die Phonologie, die Syntax, die Graphematik sowie die Frequenz der entsprechenden Wortalternativen. Hierzu entwickelte Kawamoto eine an konnektionistischen Modellen orientierte Computersimulation. Zwölf ambigen Wortpaaren wurden die entsprechenden Eigenschaften in den Bereichen Phonologie, Graphematik, Syntax und Semantik zugeschrieben, sodass zuletzt jedem Eintrag 216 binäre Eigenschaften zugewiesen waren. Es zeigte sich, dass sowohl der Frequenz als auch dem Kontext ein entscheidender Einfluss auf die Auswahl der richtigen Wortalternativen zukam. Deutlich wurde weiterhin, dass sowohl die dominante als auch die nicht-dominante Bedingung initial aktiviert wurden, wobei bei einem semantischen Kontext in Richtung des dominanten Wortes die Aktivierung schneller und zielsicherer erfolgte. Insgesamt scheint vieles für die Theorie zu sprechen, dass im Rahmen eines Desambiguierungsvorganges zunächst alle möglichen Alternativen aktiviert sind, denn, wie auch Holbrook et al. (1988, S. 385) annehmen:

„Given the problems with such theories, the multiple access/active suppression theory seemed most plausible to us, and it appeared to satisfy both psycholinguistics and AI researchers more than the selective access theories did.“

5.3 Sprachphilosophische Probleme und Perspektiven in Bezug auf die konnektionistischen Sprachmodelle

In seinem Buch „Probleme der Rationalität“ weist Davidson (2006) auf die Probleme computerisierter Begriffssysteme hin. Davidson geht der Frage nach,

inwieweit man eine Analogie von computergestützten Begriffs- und Bedeutungsnetzwerken und der Fähigkeit des menschlichen Denkens herstellen kann. Davidson sieht das Problem solcher Vergleiche u.a. darin begründet, dass zwar formale Operationen mit einem Computerprogramm simuliert werden können, dass aber etwa Überzeugungen und Wünsche

„nur im Zusammenhang eines überaus reichhaltigen Begriffssystems existieren. Ehe irgend etwas im Rahmen eines solchen Systems verständlich als Überzeugung oder Wunsch – als Gedanke dieser oder jener Art – interpretiert werden kann, muss dieses System viele Basisinformationen enthalten, über die Personen verfügen“ (Davidson, 2006, S. 161).

Computersysteme seien in erster Linie syntaxbasiert, die semantischen Aspekte der Repräsentation, wie etwa „Bezugnahme, Benennen, Beschreiben und Wahrheit“ (ebd., S. 163) ließen sich in Computerprogramme nur unzureichend integrieren, das einen Denkprozess imitierende Computersystem bleibe somit letztlich ein selbstreferentielles Konstrukt. Davidson sieht einen grundsätzlichen und nicht zu überwindenden Dualismus zwischen den Theorien der Neurophysiologie bzw. den computerbasierten Modellen der Neurowissenschaften auf der einen und einer sogenannten „Common-sense-Theorie“ auf der anderen Seite. Die „Common-sense-Theorie“ bedeutet, dass während des gewöhnlichen menschlichen Kommunikations- und Denkvorganges eine ständige Bezugnahme auf mögliche Motive, Persönlichkeitsmerkmale, Überzeugungen und Wünsche z.B. eines Gesprächspartners stattfindet. Erst diese Bezugnahmen ermöglichen eine kontextuell umfassende Interpretation von Bedeutungszusammenhängen. Die physikalischen und neurowissenschaftlichen Erklärungen sind laut Davidson außerstande, solch komplexe Zusammenhänge in ihre Modelle einzubeziehen, denn

„jedem mentalen Vorgang mag für sich genommen eine physikalische Beschreibung zukommen [...] aber trotzdem kann es sein, daß die mentalen Klassifikationen für die physikalischen Vokabulare nicht greifbar sind. [...] Das Mentale wäre zwar mit einem Teil der physikalischen Welt identisch, ließe sich aber dennoch nicht durch die nomologischen Erklärungssysteme der Physik, der Neurologie, der Biologie oder der Computertechnik einfangen“ (ebd., S. 166).

Davidson postuliert, dass sich mit der Computertechnik oder der Neurobiologie allenfalls grobe Raster bieten, um einzelne Bausteine innerhalb eines komplexen kognitiven Geschehens zu isolieren. So könne man etwa Mustererkennungssysteme erzeugen, mit denen man „Schafe“ und „Ziegen“ grob voneinander unterscheiden kann, beispielsweise durch numerische Eigenschaften im Sinne eines konnektionistischen Modells, „Schafe sind die Tiere 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 und 12; die Ziegen sind die Tiere 3, 9, 10 und 11“. Diese Systeme nützten jedoch Nichts in Bezug auf mögliche Hypothesen, die über die rein beobachtbaren Fälle hinausgehen (vgl. ebd., S. 166). Davidson sieht deutlich die Grenzen von Computersimulationen in Bezug auf das menschliche Denken. Für ihn steht eine rein syntaktisch-formale, quasi numerische Computersprache einer komplexen, von sozialen Interaktionen abhängigen, Semantik gegenüber. Hier verläuft also eine feine Trennlinie zwischen einer normativ-formalen Sprache und einer radikalen Interpretation von hypothetisierten Kommunikationszusammenhängen. Davidson wendet sich in diesem Punkt auch gegen Quine, welcher nicht davor zurückschrecke, die empirische Psychologie auf die Konstruktion von Bedeutungen anzuwenden, sodass jede Erkenntnistheorie letztlich in eine Art empirische Psychologie münde (vgl. Davidson, 2006, S. 209). Davidson teilt diese Einschätzung Quines nicht, wenn er bemerkt, dass neben den unsere Sprache normierenden Elementen ein Platz für subjektiv motivierte „Abweichungen“ sein müsse. Erst so könne unsere Sprache Widersprüche und Kontextabhängigkeiten adäquat repräsentieren. Auch Quine erkenne durchaus die Notwendigkeit „beim Abbilden fremder Sätze auf unsere eigenen wohlwollend zu verfahren“ (Davidson, 2006, S. 210).³³

Davidson spielt hiermit auf das von ihm entwickelte und bereits in Kapitel 4.1 skizzierte „Principle of Charity“ an, welches es dem radikalen Interpret erlaubt, auch noch aus marginalen Sinnspuren eine Bedeutung zu rekonstruieren. Er lehnt Quines philosophische Position keineswegs ab, möchte diese vielmehr erweitern um eine flexible Komponente des Sprachverstehens, da er erkennt, dass eine mechanistische Auffassung in dieser Hinsicht nicht weiterführt und auch nicht der kommunikativen Realität entspricht. Davidson spielt zudem auf den Begründer der Psychophysik Theodor Fechner (1801-1887) an, welcher in seinem Werk einen

³³ Wie Quine (1960) mit seinem „Gavagai-Problem“ zeigt, ist für ihn die „Unbestimmtheit der Referenz“ eine zentrale Annahme.

Weg von der Chemie, Physiologie und Medizin hin zur Metaphysik beschrieb (Davidson, 2006, S. 214). Davidson wehrt sich hierbei gegen eine eindimensionale Sicht auf die Ergebnisse der Empirie. Ihn interessiert deren erkenntniskritische Dimension, die z.B. auch Theodor Fechner verdeutlicht habe. Fechner untersuchte das Verhältnis von Reizstärke und Sinneswahrnehmung in Bezug auf unterschiedliche Sinnesqualitäten und

„hatte die richtige Idee. Wenn wissenschaftliche Methoden überhaupt auf das Mentale angewandt werden können, dann indem man eine solide Theorie vorschlägt und fragt, wie sie empirisch getestet und interpretiert werden kann. Theorien beschreiben abstrakte Strukturen. Mit ihrer empirischen Interpretation wird gefragt, ob diese Strukturen in der wirklichen Welt zu finden sind“ (Davidson, 2006, S. 215).

Zentral ist hierbei erneut der Begriff der „Interpretation“ von Bedeutungen. Die reine Bestimmung der Reizstärke helfe offensichtlich nicht, die jeweils subjektive Empfindungsqualität eines Reizempfängers zu bestimmen. Bezogen auf unsere eigenen Untersuchungen mittels fMRT muss man diese Skepsis in Bezug auf das Experiment durchaus ernst nehmen. Wir können allenfalls fragen, ob die einzelnen von uns hypothetisierten Strukturen, etwa zur Prozessierung von Homonymie, im menschlichen Gehirn zu finden sind und bei diesen Prozessierungen beteiligt sind; eine subjektive Verarbeitungsstrategie oder eine emergente Arbeitsweise des Gehirns lässt sich hierdurch kaum visualisieren. Diese Skepsis und Selbstreflexion gilt es im weiteren Verlauf dieser Arbeit präsent zu halten.

6. Das Problem der Vagheit von Bedeutung

Innerhalb der modernen Linguistik wurde wiederholt versucht (z.B. Wichter, 1988), den Bereich eines Bedeutungsgefüges schematisch zu umreißen: Eine Bedeutung hat nach Wichter (1988) einen Kernbereich, einen Vagheitsbereich und einen Ausschlussbereich. Der Kernbereich umfasst diejenigen Items, die von allen Kommunikationsteilhabern als definitorisch für eine Bedeutung akzeptiert werden, der Ausschlussbereich bildet den Bereich, in dem sich empirisch kein Konsens nachweisen lässt. Der Vagheitsbereich bildet einen Übergang zwischen Kern und Ausschlussbereich. Innerhalb des Vagheitsbereiches sind sich die Rezipienten uneinig darüber, ob bestimmte Items eine bedeutungskonstituierende Funktion für einen Begriff besitzen. Je nach Kontext können mehrere Vagheitsbereiche existieren (vgl. Wichter, 1988, S. 77). Aus dieser Annahme folgt die Aussage, dass „Bedeutungen in der Regel vage“ sind (ebd., S. 77). Wichter schreibt den einzelnen Bereichen entsprechende „Merkmalsvektoren“ zu. Dem Kernbereich ordnet er „die definierenden Vektoren“ zu, dem Vagheitsbereich die „Vagheitsvektoren“. Die bei Wichter sogenannten „definierenden Vektoren“ entsprechen den von Rosch (vgl. 1975b) entlehnten prototypischen Items. Der Kern einer Bedeutung enthält also prototypische Vektoren. Dabei gilt:

„Je ‚zentraler‘ ein Merkmal ist, d.h. etwa u.a., je häufiger es in prototypischen Vektoren vertreten ist, desto stärker ist das Gegengewicht gegen ein ‚weniger zentrales‘ Item einer anderen Dimension“ (Wichter, 1988, S. 79).

Der Bezug zu konnektionistischen Sprachmodellen liegt nahe: so lässt sich etwa die Theorie eines Kern- und Vagheitsbereiches sehr gut mit der Idee einer selektiven Sprachprozessierung in Einklang bringen. Die Items des Vagheitsbereiches besitzen zwar Ähnlichkeiten mit den Zielitems, werden aber im neuronalen Netz weniger stark aktiviert bzw. gebahnt. Sie werden durch eine starke Aktivierung der besser passenden Prototypen inhibiert.

Der Begriff der Vagheit ist prinzipiell weiter gefasst als der Begriff der sprachlichen Ambiguität. Die Übergänge zwischen Vagheit und Ambiguität sind zwar grundsätzlich fließend, man kann jedoch festhalten, dass „wohl ein Großteil der im traditionellen Sinne Polyseme eher vage als ambig“ ist (Fries, 1980, S. 61).

Je nach den jeweiligen Intentionen der sprachwissenschaftlichen Richtung kann man den Begriff sprachlicher Vagheit entsprechend weit ausdehnen.

In Kapitel 4.2 war im Zusammenhang mit Derrida bereits von dem „horror infinitatis“ der Linguisten die Rede. Homonymie und Polysemie sind demzufolge keine absoluten Begriffe, „sie werden stets neu modifiziert und für die unterschiedlichsten Zwecke brauchbar gemacht“ (Fries, 1980, S. 68).

Derrida (1999, S. 211) greift Überlegungen Aristoteles` über die Homonymie auf:

„Wie kann man unterscheidbare Begriffe und Dinge mit demselben Namen bezeichnen? [...] Diese Frage wird – es sei am Rande bemerkt – auch von Aristoteles ausdrücklich gestellt. Und zwar im *Organon*, am Beginn des Textes über die *Kategorien*.“

Die Frage des Aristoteles führt für Derrida zu einem Kernproblem der Sprache, da sie unter anderem voraussetzt,

„dass man einigermaßen Klarheit über das erreichen kann, was Sprache und Denken *sein* oder *bedeuten* (*voulouir dire*) können (bereits diese Alternative konzentriert und reflektiert in sich das ganze Problem)“ (ebd.).

Es gibt für Derrida keinen „Standard-Fall“ in der Kommunikation. Die Garantie eines verbürgten Sinns sei bei Derrida „außer Kraft gesetzt“, so auch Englert (1987): da „das Subjekt den wiederholten Gebrauch seiner geäußerten Zeichen durch andere allein deswegen niemals vollkommen kontrollieren kann, da jeder erneute Gebrauch das Zeichen unwiederbringlich spaltet“ (ebd., S. 81).

In „Dissemination“ benutzt Derrida (1995, S. 78) den Begriff „Pharmakon“ als Metapher für die Sprache generell: „diese ‚Arznei‘, dieser Zauberspruch, Heilmittel und Gift zugleich, führt sich mit seiner ganzen Ambivalenz bereits in das Korpus der Rede ein.“ Kommunikation ist demnach eine therapeutische Gratwanderung zwischen Heilerfolg (Verstehen) und Verschlimmerung von Krankheit (Störung), „so kommuniziert ‚*pharmakon*‘ bereits [...] mit allen von derselben Wurzel her konstruierten Bedeutungen“ (ebd., 146). Derrida spricht von einer „textuellen Kette“, die es zurückzuverfolgen gelte. Sprache sei von Grund auf polysem und zerspalten, mit Bedeutung aufgeladen worden in einer historischen Kette. Diese sinnverstreuernde, disseminierende Eigenschaft ist der Sprache immanent. Das ist die wesentliche Kernaussage Derridas:

„Das *pharmakon* ist also ‚ambivalent‘, weil es genau die Mitte bildet, in der die Gegensätze sich entgegensetzen können, die Bewegung

und das Spiel, worin sie aufeinander bezogen, ineinander verkehrt und verwandelt werden (Seele/Körper, gut/böse, Drinnen/Draußen, Gedächtnis/Vergessen, Sprechen/Schrift, etc.). [...] Das *pharmakon* ist die Bewegung, der Ort und das Spiel (die Hervorbringung der Differenz. Es ist die *différance* der Differenz“ (ebd., S. 146).

Deutlich wird das dynamische Sprachverständnis Derridas. Mit der Äußerung eines Begriffes ist zugleich immer auch dessen Gegenteil gesagt. Sprache sei grundsätzlich als ambivalent anzusehen, Sprache ist von Grund auf ambig und polysem.

Für Davidson ist, analog zu Derrida, Bedeutung nicht fixierbar. Sie muss für den Empfänger einer Mitteilung jeweils neu interpretiert und erschlossen werden. In „Eine hübsche Unordnung von Epitaphen“ (2005) postuliert Davidson, wie gezeigt, dass „Malapropismen“, also unbewusste Abweichungen von kommunikativen Regeln, Versprecher und Wortverdrehungen einen Regelfall unserer Sprache darstellen (z.B. die Verwendung des Wortes Sofa für Mofa). Innerhalb eines Kontextes lassen sich derlei Störfaktoren jedoch in der Regel so ausfiltern, dass das Gesamtverständnis eines Satzes nicht gefährdet ist.

Vor diesem Hintergrund ließe sich die These aufstellen, dass z.B. die Anwendung von Homonymien und Polysemien einem sehr ähnlichen Mechanismus der Bedeutungsfindung wie die Malapropismen unterliegen. Liegen zwei oder mehrere miteinander konkurrierende Bedeutungen vor, entscheidet letztlich die vom Sprecher intendierte Bedeutungsvariante.

Auch die analytische Sprachphilosophie hat das Problem der „Vagheit“ von Sprache thematisiert. Bremer (1993, S. 285) verteidigt die analytische Perspektive mit dem Hinweis auf ein durchaus mögliches „*Nebeneinander* verschiedener Regelungen [und Bedeutungen, Anm. d. Verf.] verschiedener Sprachsegmente“, sofern die innere Kohärenz des Gesamtsystems nicht gefährdet sei. Nach Bremer ist diese Vielfalt an Bedeutungen aber prinzipiell „*eliminierbar*“, wenngleich sie die „Informationsverarbeitung“ und den „Spracherwerb“ deutlich vereinfache (ebd.). Mit dieser Argumentation werden die inneren Widersprüche der sprachanalytischen Philosophie offenbar. Warum sollte ein System, welches sich unter einem Evolutionsdruck in Richtung einer möglichst ökonomischen Vereinfachung der Informationsverarbeitung entwickelt (wie etwa die menschliche Sprache), auf das wichtigste Instrument dieser Vereinfachungsstrategie verzichten? Man kann kaum davon ausgehen, dass die Vagheit von Sprache ein Auslaufmodell oder eine

irgendwie zu reparierende Größe innerhalb des Systems „Sprache“ darstellt. Sie ist vielmehr eine Errungenschaft, welche eine schnelle Informationsprozessierung erst ermöglicht. Vagheit als linguistisches Phänomen ist aller Wahrscheinlichkeit nach also weniger als ein Stör-, denn als ein Glücksfall im Rahmen der neurobiologisch-evolutionären Entwicklung zu verstehen.

7. Vagheit und Spracherwerb

Rosch und Mervis (1975b) haben versucht, den Begriff der „Familienähnlichkeit“ von Wittgenstein experimentell zu untersuchen. Die Probanden sollten zu jeweiligen Gegenständen alle Attribute aufschreiben, die ihnen in den Sinn kamen. Als Ergebnis ergaben sich verschieden ausgeprägte Abstufungen von Familienähnlichkeit. Rosch (1978) beschreibt Prototypen für bestimmte semantische Entitäten. Diese Prototypen seien kulturell vorgeprägt. So sehe etwa ein durchschnittlicher Amerikaner in einem Rotkehlchen einen „prototypischen“ Vogel, die Wahl eines durchschnittlichen Deutschen falle hier auf eine Amsel. In Verbindung mit den konnektionistischen Sprachmodellen (z.B. von Dell, 1986) bedeutet dies: Die kognitive Speicherung von Prototypen bzw. eine Deviation von diesen erleichtert einen Zugriff auf mögliche lexikalische Alternativen. Eng verwandte, also z.B. polyseme Wörter könnten so leichter zu Irritationen und Verwechslungen führen.

Die Ausbildung von Prototypen dominiert, wie zahlreiche Spracherwerbsforscher nachgewiesen haben, von Beginn an unser Lernverhalten. Umso wahrscheinlicher ist es, dass auch in der alltäglichen Rezeption von Bedeutungsinhalten die entsprechenden Gesetzmäßigkeiten dieses Prozesses greifen. Eine wesentliche Ursache für die Möglichkeit eines Verständnisses vager Begriffe ist im kindlichen Spracherwerb zu sehen. Das Kind lernt prototypische Eigenschaften von Begriffen³⁴ kennen und speichert diese Datenflut durch einen empirischen Abgleich. Phänomene wie die Unterdehnung oder Überdehnung von Bedeutungen zeigen die Flexibilität des kindlichen Gehirns im Umgang mit Bedeutungen. Die Spracherwerbsforscher sprechen hierbei auch von einem „Bedeutungswandel“ (Szagun, 1996). Davidson bemerkt hierzu:

„Das Kind plappert, und wenn es beim Vorhandensein von Tischen ein Geräusch wie ‚Tisch‘ hervorbringt, wird es je nach den Umständen belohnt; schon recht bald geschieht es, dass das Kind ‚Tisch‘ sagt, sofern Tische vorhanden sind. Das Phänomen der Verallgemeinerung – der wahrgenommenen Ähnlichkeit – spielt bei diesem Vorgang eine wesentliche Rolle“ (Davidson, 2004, S. 203).

³⁴ Ein Begriff bezeichnet hierbei eine umrissene semantische Einheit.

Es werden also nur Ähnlichkeiten und keine fixierten Bedeutungen erlernt. Erst dieser grobe und im Hinblick auf die Bedeutungszuschreibung extensional weit gefasste Spracherwerb ermöglicht offensichtlich eine spätere Flexibilität in Bezug auf den Bedeutungsabruf. Nur so kann der Erwachsene auch vagen Begriffen die treffenden Bedeutungen zuordnen. Das menschliche Gehirn arbeitet mit Hilfe von Mustererkennung und Extrapolation. Der frappierend schnelle kindliche Spracherwerb beruhe auf angeborenen neurophysiologischen Fähigkeiten zur Mustererkennung bzw. Extrapolation. Das Kleinkind besitzt offenbar einen angeborenen Schlüssel zur Erkennung syntaktischer, wieder auftretender Muster. Bowerman (1977) hat die Prototypentheorie Roschs (1975) auf die kindliche Sprachentwicklung angewandt. Bowerman erläutert ihre Theorie anhand des prototypischen Begriffsaufbaus des Wortes „Mond“. Einige Merkmale des als Zielbegriffes Mond, schematisiert durch eine sichelförmige bzw. kreisrunde Figur, besitzen auch die um das Zielobjekt herum gruppierten Gegenstände (z.B. eine Orange, Sichel usw.). So entsteht jeweils ein assoziativer Komplex von Gegenständen um einen Zielbegriff herum. Von diesen Überlegungen ausgehend, bieten sich die konnektionistischen Modelle für eine weitere, mögliche Exemplifizierung des Spracherwerbs an. Auf neurofunktioneller Ebene kann man sich die assoziativen Beziehungen begriffsverwandter Entitäten möglicherweise anhand von neuronalen Netzen vorstellen. Die Theorien zum Bedeutungserwerb bzw. kindlichen Bedeutungswandel liefern wesentliche Anregungen für eine Theorie der semantischen Desambiguierung beim Erwachsenen. Erst durch den langsamen Aufbau komplexer semantischer Relationszuschreibung (neuronaler Konnektionen), also durch „trial and error“, entsteht semantisches Wissen. Der fragile Aufbau von Begriffshierarchien in der Kindheit erklärt die spätere Störanfälligkeit des Systems und zugleich sein enormes Reorganisationspotential (z.B. nach Hirnläsionen).

Nach Luhmann (1997) ist das Lernen sei schlechthin nur durch „trial and error“ möglich. Mit der Hilfe der Sprache könne so „etwas gesagt werden, was noch nie gesagt worden ist.“ Diese Eigenschaften von Kommunikation hält Luhmann „für den wichtigsten evolutionären Zugewinn sprachlicher Kommunikation.“ (Luhmann, 1997, S. 215) Deutlich wird, dass erst durch die Flexibilität eines Lernprozesses, in welchem gewissermaßen autopoietisch neue Bedeutungen konstruiert werden, ein späterer flexibler Bedeutungsabruf auch ambiger oder vager Begriffe möglich ist. Begriffe werden eben nicht als feste Eins-zu-Eins-Zuordnungen erlernt, etwa im

Sinne eines Vokabel-Lernens, sondern als randunscharfe Hierarchien gespeichert. Der Abruf dieser Hierarchien ist wahrscheinlich am ehesten im Sinne des Konnektionismus nachvollziehbar.

Die empirischen Ergebnisse innerhalb der Forschungsdebatte um das Homonymie-/Polysemieproblem weisen auf das entscheidende Dilemma der bisherigen Beurteilungsverfahren in Bezug auf die Homonymie/Polysemie-Debatte hin: Der reale Kontext einer Begriffsrezeption ermöglicht es nicht, die Beziehungen zwischen ambigen Wörtern definitorisch festzuschreiben. Die individuelle Sprachsozialisation und die kommunikative Kontextabhängigkeit ermöglichen eine enorme Variabilität in der Rezeption von Ambiguitäten. Die bisher vorgestellten empirischen Testverfahren tragen diesem Problem zumindest teilweise Rechnung. Generell aber lässt sich festhalten, dass sowohl die Definitionsversuche sowohl durch das Etymologie- wie durch das Verwandtschaftskriterium eher neue Fragen aufwerfen, als sie zur Klärung des Problems semantischer Vagheit beitragen. Die bisher skizzierten empirischen Lösungsansätze zur Untersuchung mehrdeutiger Sprachprozessierung lassen hier eine größere Variationsbreite möglicher Bedeutungszuschreibungen von Homonymen und Polysemen zu. Sie bewegen sich eventuell näher an der kommunikativen Realität. Das Phänomen sprachlicher Vagheit ist wahrscheinlich letztlich zu komplex, um es mit rein grammatikalischen bzw. formalisierten Regeln zu bewältigen.

Der Spracherwerbsprozess ist mit dem Ende der Kindheit, welches ohnehin kaum zu definieren ist, keineswegs abgeschlossen. Nach einer Phase der frühen akzelerierten Explosion des Vokabelinventars (Vokabelspurt) verlangsamt sich der Zuwachs an neuen Begriffen, wobei dieser niemals vollends zum Stillstand gelangt. Das sprachliche Handeln selbst sorgt für diesen kontinuierlichen Zuwachs. Die Bedeutungen schichten sich wie die Ringe eines alternden Baumstammes übereinander. Variationen von Bedeutungen werden mit unterschiedlichen Kontexten und Situationen verknüpft, sie haben keine starre Funktion, sondern werden durch den Gebrauch moduliert. So sagt man etwa

„dem Kind: ‚nein, kein Stück Zucker mehr!‘ und nimmt es ihm weg. So lernt es die Bedeutung des Wortes *kein*. Hätte man ihm mit denselben Worten ein Stück gereicht, so hätte es gelernt, das Wort anders zu verstehen“ (Wittgenstein, 1973, S. 64).

Auch durch neue Konnotationen werden ständig neue Verwendungszusammenhänge erzeugt. Dem Kind wird vorgeführt, dass die Verknüpfung von Signifikant und Signifikat nie mechanisch erworben wird, sondern stets durch neue Bedeutungsvarianten moduliert werden kann. Infolgedessen wirkt der Spracherwerbsprozess ein Leben lang und kann auch nach einem Ausfall der Sprachfähigkeit (z.B. im Rahmen einer Aphasie) wieder stimuliert werden und

„wenn wir unterstellen, daß Spracherwerbsprozesse nicht irgendwann abgeschlossen sind, sondern daß der gesunde Mensch im Austausch sprachlicher Zeichen den Signifikanten ständig neue Bedeutungsvarianten zuordnen kann, dann ist diese Fähigkeit zur Umgestaltung von Bedeutungen stets gegeben“ (Kreye, 1994, S. 47).

Dem Vorgang des Spracherwerbs liegt also quasi die Vagheit der Bedeutungen zugrunde, das Phänomen der sprachlichen Vagheit ist geradezu essentiell für die Fähigkeit zum Bedeutungserwerb.

8. Das Gehirn, der Subkortex und die Prozessierung von Ambiguitäten

Lange Zeit ging man davon aus, dass die Sprachfunktion hirnfunktionell im Kortex lokalisiert sei. In den letzten Jahren beginnen immer mehr Hirnforscher an dieser Feststellung zu zweifeln. Derartige Zweifel sind kein Novum in der Geschichte der modernen Neurowissenschaften: Schon zu Beginn des 19. Jahrhunderts wurden vereinzelt subkortikale Sprachfunktionen vermutet (Marie, 1897). Aus heutiger Sicht gibt es immer deutlichere Hinweise, dass z.B. die Basalganglien einen wesentlichen Beitrag an der Sprachverarbeitung, speziell auch an der Diskriminierung von Ambiguitäten leisten.

In einem Überblicksaufsatz betont Bruce Crosson (2002) eine mögliche subtile³⁵ Beteiligung des Subkortex an sprachlichen Funktionen. Die heterogenen Symptome bei Basalganglienläsion verschleiern möglicherweise eine nicht-klassische Beteiligung dieser Hirnstrukturen an der Sprachprozessierung. Crosson verweist in seinem Aufsatz auf die Arbeiten Coplands (2001). Dessen Arbeiten seien wegweisend in Bezug auf eine mögliche Funktion der Basalganglien. Copland und Kollegen untersuchten das Homonymieverständnis bei Patienten mit Basalganglienläsion sowie bei Parkinsonpatienten und kamen zu erstaunlichen Ergebnissen: für die Untersuchungen zu Homonymen seien insbesondere fronto-striatale Kreisläufe von Relevanz. Diese Kreisläufe könnten u.a. die Auswahl lexikalischer Ambiguitäten unterstützen (Copland, 2001). Copland führt zum Beleg seiner Annahmen auch Studien zur Huntingtonschen Erkrankung und zur Parkinson-Erkrankung an. Auch bei diesen Patientengruppen finde man signifikante Schwierigkeiten beim Verständnis von semantischen Ambiguitäten. Copland befürwortet die bereits diskutierten Netzwerkmodelle zur Wortfindung und hebt speziell das „activation-selection-elaboration“ Modell von Till (1988) hervor. Das Team um Till et al. führte Priming-Experimente durch und fanden einen signifikanten Unterschied in der Bedeutungsverarbeitung von Wörtern bei einem Interstimulusintervall (ISI) von 200-400 ms und einem ISI von 1000 und 1500 ms. Bei dem kurzen ISI fanden die Forscher, im Gegensatz zum langen ISI, kein Priming für ambige Wörter. In der zitierten Studie interpretierten die Untersucher

³⁵ Subtil hier im Sinne einer unterstützenden Funktion bei der Prozessierung von semantisch anspruchsvollen Prozessierungsleistungen wie z.B. beim Erkennen von Homonymien, Antonymien, Synonymien oder auch Sprichwörtern.

ihre Ergebnisse wie folgt: Die Entschlüsselung von Bedeutung bei ambigen Wörtern verläuft in zwei Schritten. Zunächst werde ein lexikalischer Zugriff auf alle möglichen Bedeutungsalternativen eines Wortes hergestellt (kurzes ISI = „selection and suppression of meanings, sense selection“), dann erst folge die eigentliche Bedeutungszuweisung (langes ISI = „development of inferences, sense elaboration“, Copland, 2001, S. 539 f.). Copland und seine Mitarbeiter ließen diese Überlegungen von Till in ihre Studie einfließen und entwarfen folgende Hypothese:

„Given the emerging view of fronto-striatal attentional/strategic mechanisms, it is hypothesized that NS patients (Nonthalamic Subcortical Lesions patients) will be differentiated from control subjects in those aspects of discourse processing that are heavily reliant on cognitive resources. Specifically, we predicted that controls and NS subjects would prime appropriate and inappropriate associates but not inferences at the short ISI, signifying automatic sense activation which is consistent with the exhaustive access model of ambiguity processing“ (Copland, 2001, 540).

Die Ergebnisse der Priming Studie Coplands und seiner Mitarbeiter entsprachen den Erwartungen der Forscher. In der Tat gelang sowohl den Parkinsonpatienten als auch den Patienten mit subkortikalen Läsionen (NS) eine korrekte „sense-selection“, sie zeigten jedoch deutliche Defizite bei der „sense-elaboration“. Copland schließt hierbei auf eine subtile Sprachbeteiligung der Basalganglien in Form einer korrekten und kontextuell richtigen Auswahl von Bedeutungen. Patienten mit rein kortikaler Läsion zeigten weder bei der „sense-selection“ noch bei der „sense elaboration“ Defizite. Zusammenfassend unterstreicht er die Richtigkeit der Selektionsmodelle Crossons und fordert eine Untersuchung dieser Hypothesen mit Hilfe bildgebender Verfahren. Copland nutzte in der oben beschriebenen Studie Paradigmen, bei denen es nicht auf kontextuelles Erkennen von Homonymen ankam. Es galt lediglich, zwischen einem dominanten, einem subdominanten Homonym und einem Ablenker zu unterscheiden. Neben der bereits vorgestellten Studie führten Copland et al. (2000) weitere Studien zu Homonymien bei subkortikalen Aphasien durch. Hierbei ging es ihnen insbesondere darum, die kontext- bzw. satzimmanente Prozessierung von Homonymen zu untersuchen. Schließlich entspricht diese Form der Verarbeitung von Homonymen der alltäglichen Realität. Bei den kontextabhängigen Experimenten fanden Copland und Mitarbeiter einen Zusammenbruch der Homonymzuordnung bei Parkinsonpatienten und bei Patienten mit subkortikalen

Läsionen (bei dem langen ISI von 1500 ms). Verantwortlich machen sie u.a. eine defizitäre kortikale Aktivierung und eine hieraus resultierende Unfähigkeit zu einem effizienten lexikalischen Zugriff. Sollten sich die oben diskutierten Hypothesen durch weitere Experimente bestätigen, wird das in Bezug auf die kognitiv orientierte Sprachforschung nicht ohne Folgen bleiben. Klassische Sprachmodelle müssten teilweise revidiert und um die Funktionen der Basalganglien erweitert werden. Die Bedeutung der semantischen Ambiguität würde, analog zu den Entwicklungen in der Sprachphilosophie, ins Blickfeld der Neurolinguistik gelangen.

9. Zusammenfassung der sprachphilosophischen Implikationen zum Thema semantischer Ambiguität

Im einführenden, sprachtheoretischen Teil der vorliegenden Arbeit wurde zunehmend deutlich, dass traditionelle Definitionen des Homonymie vs. Polysemie Problems automatisch in argumentative Widersprüche münden. Starre, grammatikalisch und etymologisch orientierte Klassifikationsversuche sind unbefriedigend, da das Problem der Vieldeutigkeit kaum definitorisch, wohl aber sprachtheoretisch eingrenzen lässt. Davidson, Derrida und Luhmann haben die Diskussion befruchtet, indem sie den Vagheitsbegriff als konstitutiv für die Sprache erkennen und so einen Anknüpfungspunkt schaffen, die Prozessierung semantischer Ambiguität auf die komplexen Realitäten des menschlichen Gehirns zu übertragen. Die Systemtheorie Luhmanns gibt den Neurowissenschaften ein sprachtheoretisches Rüstzeug an die Hand, welches den Weg in Richtung einer interdisziplinären Sprachphilosophie ebnet. Es wurde versucht, mögliche Überschneidungs- und Anknüpfungsansätze der oft nur scheinbar disparaten Theorien aufzuzeigen. Zunehmend wichtig scheint auch in Bezug auf die Neurowissenschaften eine Annäherung an komplexe kognitive Prozesse, nicht zuletzt um einem Rückfall in den Reduktionismus des 19. Jahrhunderts vorzubeugen. Einige Neuroforscher glauben mit den neuen bildgebenden Verfahren den wesentlichen Schlüssel zu wesentlichen kognitiv-psycholinguistischen Fragestellungen gefunden zu haben, ohne zu erkennen, dass die Aussagekraft solcher Methoden, ohne etwa den Kontext einer sprachtheoretischen Rahmung, begrenzt ist. Zu fragen ist, ob mit der modernen Methode der funktionellen Bildgebung nicht lediglich eine Fortführung der hirnanatomischen Studien Wernickes und Brocas erfolgt. Wissenschaftshistorisches und (sprach)philosophisches Zusammenwirken ist hier allein zum Zweck einer interdisziplinären Theoriebildung notwendig. Ich selbst plädiere für einen weit ausgedehnten Polysemie- und Vagheitsbegriff und denke, dass auch die neurophysiologischen und neurofunktionellen Daten zu diesem Thema keinen anderen Schluss zulassen. Eine verengte Festlegung auf reine Bildgebungsdaten würde das eigentliche Wesen der komplexen – zumeist ambivalenten und darum störanfälligen – Sprachstrukturen verschleiern.

Ziel des folgenden Kapitels ist zunächst ein Überblick und eine Bündelung neurofunktioneller Daten und Forschungsergebnisse in Bezug auf das komplexe Problem semantischer Ambiguität. Ähnlich wie diese Befunde für die klassische Sprachphilosophie relevant sind und sie zu neuen Denkmodellen nötigen, könnte eine genaue Analyse der mittels funktioneller Bildgebung gewonnenen Daten auch die Neurolinguisten zu einer Neubewertung klassischer Sprachmodelle bewegen. Abschliessend folgt die Auswertung und Analyse eigener, anhand eines Desambiguierungsparadigmas gewonnener Daten. Letzter Schritt ist die Integration der so gewonnenen Erkenntnisse in ein interdisziplinäres Modell der Sprachprozessierung. Wie in der Sprachtheorie antizipiert, muss hierbei das Phänomen sprachlicher Ambiguität nicht als Rand- und Ausnahmeerscheinung, sondern als geradezu konstitutiv für die menschliche Sprachfähigkeit verstanden werden.

10. Die Beteiligung subkortikaler Hirnstrukturen an der Prozessierung semantischer Ambiguitäten. Eine fMRT-Studie.

10.1 Einleitung und Überblick

Im Folgenden werden zunächst einige neuere Forschungsergebnisse zu möglichen Sprachbeteiligungen der Basalganglien gebündelt. Deutlich wird, dass die tiefen Hirnstrukturen (u.a. Basalganglien) möglicherweise insbesondere für die Verarbeitung von hochspezifischen Sprachleistung (wie z.B. die Diskrimination von Ambiguitäten) von Relevanz sind. In einer eigenen, nachfolgend präsentierten Studie mittels fMRT wird dann versucht, die unterschiedlichen Indizien, welche auf eine solche Beteiligung schließen lassen, experimentell zu verifizieren. In den vorangegangenen Kapiteln wurde das Problem der semantischen Ambiguitäten in erster Linie theoretisch erörtert. Nun soll es darum gehen, die neurolinguistischen Modelle sowie sprachphilosophischen Implikationen auf ihre praktische Plausibilität hin zu untersuchen. Hierzu stehen erst seit wenigen Jahren geeignete Untersuchungsinstrumente wie das fMRT zur Verfügung. Insbesondere hochauflösende Scanner, wie der von uns benutzte Scanner mit einer Magnetfeldstärke von 3 Tesla, sind dazu geeignet, auch feine Veränderungen der Hirnaktivität relativ präzise zu lokalisieren. Vorwegnehmend lässt sich festhalten, dass das alte, klassische Wernicke-Lichtheim Sprachmodell durch ein holistischeres Modell der Sprachverarbeitung ersetzt werden müsste. Hierfür sprechen neben den neurofunktionellen Daten letztlich auch die in ihrer Bedeutung für eine zukünftige Neurolinguistik nicht zu unterschätzenden sprachphilosophischen und neurolinguistischen Implikationen. Das Problem der semantischen Fixierbarkeit von Bedeutung entspricht durchaus einer Nichtlokalisierbarkeit lexikalischer Einheiten auf Kortexebene. Die Festschreibbarkeit und Fixierung von Bedeutung wird sowohl von den modernen sprachphilosophischen Argumentationslinien, als auch von der modernen Neurophysiologie hinterfragt. Insgesamt stimmen die sprachphilosophischen Theorien der Bedeutungsfindung und des Bedeutungserwerbes mit den von uns gefundenen neurofunktionellen Abläufen im Gehirn überein. Es ist, auch durch das

Zusammenspiel von Kortex und Subkortex, von einem holistischen Schichtenmodell von Sprache auszugehen, durchaus auch im Sinne der bereits von Sigmund Freud (1992) als Antwort auf die Lokalisationisten verfassten Aufsatzes „Zur Auffassung der Aphasien“.

Historisch betrachtet diskutierte bereits Carl Wernicke (1874) eine Sprachbeteiligung subkortikaler Hirnstrukturen und auch Pierre Marie (1897) postulierte eine derartige Beteiligung. Solche Außenseiterpositionen fanden jedoch zunächst wenig Gehör. Die Diskussion wurde allerdings in der jüngeren Vergangenheit, vor allem in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts, durch neue Befunde im Rahmen etwa von Eingriffen in das Gehirn wie stereotaktischen Pallidotomien und Thalamotomien reaktiviert. Bei derartigen Eingriffen werden, um mögliche Funktionsausfälle zu minimieren, vor der entsprechenden Resektion die Hirnareale gezielt elektrisch stimuliert. So beschrieb etwa Hermann (1960) eine plötzliche Unterbrechung des Sprachflusses bei elektrischer Simulation des Globus pallidus. Van Buren (1963) hingegen fand eine unwillkürliche Äußerung von Sprache und Neologismen unter Stimulation des Caudatum. Zahlreiche weitere Läsionsstudien bieten Hinweise auf eine Sprachbeteiligung subkortikaler Hirnregionen (vgl. Nadeau und Crosson, 1997). Die genaue Rolle der Basalganglien bei der Sprachprozessierung blieb unklar. Es existieren zahlreiche Erkrankungen, bei denen, neben sprachlichen Beeinträchtigungen, in erster Linie subkortikale Regelkreise gestört sind wie etwas beim Tourette-Syndrom (Legg, 2005), beim Parkinson (Copland, 2001; 2003) oder bei der Schizophrenie (Titone, 2000).

In der aktuellen Literatur unterscheiden die Autoren zwischen der Rolle des Thalamus und der Rolle der Basalganglien in Bezug auf die Sprachprozessierung. Auch anatomisch-neurofunktionell sollten diese Hirnkerne voneinander getrennt werden (vgl. den Überblicksaufsatz von Mink, 1996). Innerhalb der subkortikalen Kreisläufe ist vermutlich speziell der Thalamus verantwortlich für die Integration und Bahnung kortikal generierter lexikalischer Informationen. Der Thalamus wirkt hier womöglich im Sinne einer Unterstützung in Bezug auf linguistische Subprozesse (Suchmechanismen, Auswahl semantischer Alternativen). Kraut et al. (2002) entwickelten ein Paradigma bei welchem Normalprobanden Begriffe eines Wortfeldes wie „humps“ und „desert“ zu einem Zielitem kombinieren sollten (in diesem Falle „camel“). Es zeigte sich mittels fMRT eine signifikante Aktivierung

des Thalamus und speziell des Pulvinar. Kraut und Kollegen machen deshalb insbesondere das Kerngebiet des Pulvinar für semantische Integrationsprozesse verantwortlich.

In Bezug auf die Basalganglien und die Sprachfunktion ist die Situation weitgehend unklar. Dies liegt zum großen Teil an der Diversität der Ergebnisse und den vergleichsweise kleinen Probandenzahlen (vgl. Crosson, 2007).

Seit den 70er Jahren wurden subkortikale Läsionen als Auslöser für Aphasien wieder extensiv diskutiert. So analysierte etwa Klaus Wallesch (1985; 1988; 1997) Daten zur Sprachfähigkeit von Patienten mit subkortikalen Läsionen und kam zu dem Schluss, dass kortiko-striato-pallido-thalamo-kortikale Regelkreise, neben der Beteiligung an motorischen Abläufen auch sprachverarbeitende Prozesse unterstützen. Wallesch und Papagno (1988) postulierten u.a. eine Art „Monitoring“-Funktion der Basalganglien. Insbesondere der Thalamus und das Striatum seien für die Auswahl semantischer Alternativen relevant. In Anlehnung an Eccles (1977) und Goldman-Rakic (1984) vermuteten Wallesch und Papagno eine inhibitorische Verschaltung parallel prozessierender, neuronaler Module vom posterioren in Richtung anteriorem Kortex via subkortikale Kreisläufe. Die Parallelverarbeitung unterstütze so die schnelle Entscheidungsfindung und beziehe hierbei insbesondere die subkortikalen Hirnregionen mit ein. Deutlich werden an dieser Stelle Bezüge zu den weiter oben beschriebenen konnektionistischen Theorien. So Sorge der Thalamus im Rahmen dieses Regelkreislaufes für eine Integration der im Kortex generierten semantischen Informationen und garantiert eine Auswahl passender Bedeutungsalternativen. Sowohl Wallesch und Papagno (1988) als auch Cappa et al. (1992) fanden bei Patienten mit subkortikalen Läsionen Defizite im Benennen von semantischen Entitäten sowie Wortfindungsstörungen. Bruce Crosson (1997) entwickelte daraufhin ein sogenanntes „response-release/semantic-feedback-Modell“ welches die aktivierende und die Prozessierung überwachende „Monitoring“-Rolle des Thalamus (insbesondere des ventral-anterioren Nucleus und des Pulvinars) auf die frontalen Hirnregionen betont. Die mithin wichtigste bidirektionale Schaltstelle zwischen posteriorem und anteriorem Kortex ist für Crosson der Pulvinar, einer der größten Kerne des Thalamus (vgl. Abb. 17).

Vandenberghe et al. (1996) fanden ein gemeinsames kortikales semantisches Netzwerk sowohl für Bilder als auch für Wörter. Dieses schließt okzipitale, inferior-

temporale und inferior-frontale Gebiete mit ein. Insgesamt muss wohl bei dem für die Semantik verantwortlichen System von einem für Bilder und Wörter gleichermaßen relevanten weit distribuierten Netzwerk ausgegangen werden. Antonio Damasio et al. (1996) führten hierzu PET-Untersuchungen durch und gehen davon aus, dass semantisches Wissen kategorienspezifisch im temporalen Kortex organisiert ist. Inferior-frontale Aktivierungen werden durch einen möglichen Zugriff auf das Outputlexikon beim Verbgenerieren und bei Sequenzierungsprozessen erklärt, wohingegen semantische Entscheidungsleistungen eher temporo-parietale Areale beanspruchen (BA 39, 20, 28).³⁶ Nach Fiez (1997) handelt es sich bei Areal 47 um einen Teil des semantischen Systems, welcher den korrekten Abruf von Informationen aus posterior-temporalen Regionen reguliert.

Zusammenfassend lässt sich in Bezug auf die kortikale Beteiligung bei semantischer Prozessierung festhalten, dass speziell inferior temporale Kortexareale (vgl. Abb. 3) einen Zugriff auf ein taxonomisch oder kategorienspezifisch organisiertes Wissen ermöglichen, währenddessen inferior-frontale Bereiche die exekutive Sprachfunktion und das Outputlexikon regulieren. In ihrer eigenen Studie weist Grande (2005) auf die Bedeutung des Gyrus parietalis inferior (BA 40) für die Prozessierung von Homonymen hin. Grande nutzte hierzu ein Homonymieparadigma und untersuchte damit 15 Normalprobanden. Es zeigte sich insbesondere eine starke und ausgedehnte Aktivierung in parietalen Arealen, was vermutlich einen Zugriff auf ein ausgedehntes semantisches Netzwerk widerspiegelt. Bei einem Patienten mit parietaler Läsion zeigten sich zudem Schwierigkeiten bei der Diskrimination ambiger Bedeutungen. Hier konnte Grande allerdings, ebenfalls mit Hilfe von bildgebenden Methoden, Kompensationsstrategien im Sinne einer verstärkten Aktivierung frontaler Kortexareale erkennen. Der Patient versuche möglicherweise, so Grandes Hypothese, über das Outputlexikon die durch die parietale Läsion entstandenen Defizite zu kompensieren. Neben den kortikalen Aktivierungen fand Grande durchaus auch Aktivierungen in subkortikalen Bereichen (Clastrum, Thalamus, Caudatum, Nucleus lentiformis). Leider bezieht Grande die wahrscheinliche subkortikale Beteiligung bei der von ihr untersuchten

³⁶ Grande (2005, S. 31 ff.) bietet in ihrer Dissertation einen interessanten Überblick über bisherige bildgebende Studien mit semantischen Prozessierungsaufgaben.

Ambiguitätenprozessierung nicht mit in ihre Argumentation ein. Insgesamt ist also davon auszugehen, dass hierzu ein distribuiertes kortikal-subkortikales semantisches Netzwerk existiert. Neuroregulatorische Knotenpunkte sind hierbei möglicherweise gerade die basalen Hirnkerne (speziell Thalamus und Caudatum).



Abbildung 3 Areale, in denen häufig Aktivierung bei semantischen Aufgaben beobachtet werden (aus: Grande, 2005).

Nach Bruce Crosson (1992) übernehmen der Thalamus und die Basalganglien hauptsächlich eine neuroregulatorische Funktion, sie steuern den „Release“ von vorformulierten Sprachsegmenten. Insbesondere im Zusammenspiel mit dem frontalen Kortex werde ein labiles Gleichgewicht aufrechterhalten. Kommt es infolge z.B. einer subkortikalen Läsion zu einer Dysinhibition des frontalen Kortex, kann kein zielgerichteter Zugriff auf die vorformulierten Sprachsegmente mehr erfolgen, Resultat ist der Verlust an sprachlicher Kontrolle (etwa im Sinne der weiter oben beschriebenen Wortfindungsstörungen). So führt etwa eine Läsion im Caudatum der Basalganglien zu einer Dysinhibition des Thalamus, welche wiederum zu einer verstärkten Aktivierung frontaler Sprachzentren führt und zu einem „Release“ im Sinne einer Freigabe gespeicherter Sprachsegmente, etwa in Form von unwillkürlichen Sprachäußerungen (vgl. Van Buren, 1963).³⁷ Auf der anderen Seite würde eine caudale Läsion eine aktivierende Wirkung auf den

³⁷ Unwillkürliche Sprachäußerungen in Form vokaler Tics sind ein Kernsymptom des Tourette Syndroms und zugleich ein Beispiel für einen subkortikal gestörten Regelkreislauf.

Thalamus haben und hierüber zu einer konsekutiven Blockierung kortikaler Sprachareale, also auch zu einer Blockierung der Sprachproduktion führen.³⁸

Die genannten Modelle sind teils grob vereinfachend. Sicherlich erweisen sich die subkortikal-kortikalen Verschaltungen im Sinne eines reziproken neuronalen Netzwerkes in vivo sehr viel komplexer. Gerade diese Komplexität ist es aber offensichtlich, die es den Wissenschaftlern erschwert, die Auswirkungen von subkortikalen Läsionen in einer Art „subkortikalem Syndrom“, einer „subkortikalen Aphasie“ zu bündeln. Es ist natürlich äusserst fragwürdig, die subkortikalen Regelkreisläufe aus einem Sprachverarbeitungsmodell einfach auszuklammern. Insbesondere das kortikal-subkortikale Zusammenwirken verdient wohl eine gesteigerte Aufmerksamkeit.

Lisovski et al. (1993) verwiesen in ihrer Arbeit auf die Bedeutung des prä-supplementärmotorischen und supplementärmotorischen Areals (prä-SMA und SMA, BA 6/8), welches zahlreiche Verbindungen in Richtung der Basalganglien und des Thalamus unterhält. Störungen innerhalb dieser Verbindungen störten insbesondere selektive Aufmerksamkeitsprozesse und somit auch die Auswahl treffender semantischer Alternativen. Auch Raymon und Crosson (1997) wiesen auf die Bedeutung dieses „Arousal“-Systems hin. Sie beobachteten Benennstörungen bei einem Patienten mit thalamischer Läsion sowohl bei geschriebener als auch bei gesprochener Sprache und folgerten, dass insbesondere die Schädigung von Verbindungen centromedianer Thalamuskern, des Pulvinar und frontaler Sprachareale derartige Störungen hervorriefen. Ein weiterer wichtiger Hinweis im Hinblick auf das Zusammenspiel subkortikaler und kortikaler Hirnareale stammt von Rosell et al. (2001) sowie Carter et al. (1998). Beide Forschergruppen wiesen im Rahmen einer Priming-Studie auf eine möglicherweise herausragende Rolle des Cingulum bei der korrekten Zuordnung von Bedeutungsalternativen hin. Mit Hilfe von fMRT zeigte sich eine gesteigerte Aktivierung des Cingulums in Bezug auf semantisch korrelierte Wörter im Vergleich zu nicht zusammenhängenden Wortpaaren. Das Cingulum wird, ähnlich wie prä-SMA und SMA für kognitive Selektionsprozesse beansprucht, z.B. bei der Auswahl semantischer Alternativen. Kontrollierte semantische Prozessierungen wie bei Homonymen erfordern eine besonders hohe Präzision bei der

³⁸ Derartige Phänomene der „Hemmung“ und des „Blockiertseins“ werden übrigens auch bei Schizophrenien in Form von formalen Denkstörungen beobachtet.

Differenzierung von Bedeutungsoptionen. Aufgrund der aufmerksamkeitsregulierenden Funktion des Cingulum und des SMA sind diese Hirnbereiche selbstverständlich für zahlreiche kognitive Funktionen relevant und nicht nur auf die Sprachverarbeitung beschränkt.

Nadeau und Crosson (1997) analysierten Daten von Patienten mit striatocapsularer Läsion, wobei sie auf die Rolle der zentralen Thalamuskern („midline nuclei“) sowie des Nucleus reticularis als Teil des „Arousal“-Systems für das semantische Arbeitsgedächtnis und die selektive Aufmerksamkeit verwiesen. Wenngleich Nadeau und Crosson bei ihren Patienten eine Vielzahl an sprachlichen Defiziten und Symptomen feststellten, fanden sie kein kohärentes Syndrom etwa im Sinne einer der klassischen Aphasien. Ebenso wie Crosson und seine Mitarbeiter (1992) untersuchten auch Alexander et al. (1987) Patienten mit subkortikalen Läsionen. Sie vermuteten, dass eine Zerstörung der die subkortikale Kerne umgebenden weißen Substanz zu den beschriebenen Sprachdefiziten führen könnten und präferierten somit eine Diskonnektionstheorie im Gegensatz zu einer direkten Beteiligung der Basalganglien an der Sprachprozessierung wie etwa Crosson und Kollegen (Alexander et al., 1987). Die Unterbrechungen der entsprechenden Leitungsbahnen führten somit zu den aphasischen Symptomen bei subkortikalen Läsionen. Vallar et al. (1988) wiesen zudem auf Mechanismen wie „Diaschisis“ hin. Hierbei komme es bei einer Störung an einer Stelle des Gehirns durch neuronale Atrophien (etwa von Neuroglia) an völlig anderer Stelle zu Störungen in der neuronalen Stoffwechsel- und Ernährungsfunktion. Auch weit entfernte Nervenzellenverbände können so in ihrem Metabolismus beeinträchtigt werden. Mittels SPECT wiesen die Forscher einen kortikalen Hypometabolismus bei subkortikalen Läsionen nach, welchen sie für die neuropsychologischen Defizite ihrer Patienten verantwortlich machten.

Im Rahmen eines Überblicksartikels plädiert auch Friederici (2006) für eine Beteiligung des Caudatum an subtilen Sprachverarbeitungsprozessen. Insbesondere bei bilingualen Sprachprozessierungen treten Aktivierungen im linken Caudatum auf, wobei Friederici die Hypothese vertritt, dass diese Aktivierungen einem quasi manuellen Umschalten von automatischer in Richtung manueller Sprachverarbeitung entsprechen. Das Caudatum wird somit insbesondere für Sprachkontrollprozesse verantwortlich gemacht, welche eine hohe Konzentration im Hinblick auf die Sprachverarbeitung verlangen. Insbesondere bei der

Prozessierung semantischer Ambiguitäten sind ähnlich hochspezifische Sprachverarbeitungsleistungen von Nöten.

Copland (2001) untersuchte deshalb mit Hilfe von Priming-Experimenten (visuell präsentierte Stimuli) die Ambiguitätenverarbeitung bei Patienten mit Parkinson sowie bei Patienten mit subkortikaler Hirnläsion (durch Apoplex). Seine Hypothese war, dass eine Sprachbeteiligung der Basalganglien bei Patienten mit Störungen dieser subkortikalen Kreisläufe, wie z.B. der Parkinsonschen Krankheit, von Grund auf beeinträchtigt ist. Speziell die fronto-striatalen Regelkreisläufe seien hierbei in Mitleidenschaft gezogen, was zu Störungen bei der Aufmerksamkeit, sowie der strategischen Verarbeitung semantischer Aufgaben führe. Im unmittelbaren Vergleich mit der Kontrollgruppe gesunder Probanden zeigten sich in der Tat sowohl bei den Parkinsonpatienten wie auch bei den subkortikal geschädigten Patienten signifikante Schwierigkeiten in der kontextuellen Verarbeitung semantischer Ambiguitäten. In einer weiteren Priming-Studie replizierte Copland (2003) diese Ergebnisse mit Hilfe auditorischer Stimuli. Auch hierbei zeigte sich eine deutliche Einschränkung beider Patientengruppen (Parkinsonpatienten und Patienten mit subkortikaler Läsion vs. Kontrollgruppe). Die Reaktionslatenzen für die mit der dominanten als auch mit der nichtdominanten Bedeutung assoziierten Ambiguitäten waren deutlich verzögert im Vergleich zur Kontrollgruppe. Copland schloss hierbei auf einen gestörten neuronalen Suchprozess, bei dem die alternativen Bedeutungen des Zielwortes nicht mehr adäquat inhibiert werden können. Copland stellt ausdrücklich einen Bezug dieses Vorganges mit konnektionistischen Netzwerkmodellen her. Im Rahmen eines semantischen Netzwerkes gelte es über besagte fronto-striatale Mechanismen, auch entsprechend der Frequenz einzelner Wortalternativen (Dominanzeffekte), die jeweiligen Bedeutungsalternativen zu bahnen bzw. zu inhibieren. Dieser Vorgang sei bei Störungen subkortikaler Regelkreisläufe schwerwiegend gestört, sodass es zu Verzögerungen der Antwortlatenzen komme. Auch Legg und Kollegen (2005) untersuchten die Prozessierung von Ambiguitäten bei einer Störung des subkortikal-neuronalen Zusammenspiels. Legg et al. untersuchten Patienten mit Tourette-Syndrom. Das Tourette-Syndrom imponiert durch motorische, sowie vokale Tics. Bei einem Tic handelt es sich um eine unwillkürliche, plötzliche, schnelle, wiederholte, arrhythmische, stereotype Bewegung oder Lautäußerung, die willkürlich für kurze Zeit unterdrückbar ist (vgl. Kapitel 10.3.2.3). Die von Legg

et al. (ebd.) untersuchten Tourette-Patienten zeigten insbesondere beim Verständnis von Sprichwörtern und ambigen Wortzusammenhängen signifikant schlechtere Ergebnisse im Vergleich zur Kontrollgruppe.³⁹ Die Bedeutung subkortikaler Kreisläufe für hochspezifische semantische Prozesse unterstreichen auch Whelan et al. (2002). Sie untersuchten die linguistischen Fähigkeiten von Patienten nach (zumindest linkshemisphärischen) Thalamotomien und stießen auf Probleme bei der Interpretation ambiger Satzzusammenhänge sowie bei Wörtern mit mehreren Bedeutungen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Krankheiten wie das Tourette-Syndrom (Legg et al., 2005, van Borsel, 2000, Ludlow, 1982), die Parkinsonsche Erkrankung (Strauss, 2004, Copland, 2001) und Schizophrenie (Titone, 2000, Manschreck, 1988), sowie Läsionen im Bereich der Basalganglien (Crosson 2002) neben pathophysiologischen Gemeinsamkeiten durchaus vergleichbare Defizite und Symptome in Bezug auf hochspezifische semantische Sprachprozessierungen aufweisen. Diese die Sprachfunktion betreffenden Gemeinsamkeiten sind nicht auf den ersten Blick ersichtlich, fügen sich jedoch, bei genauerer Untersuchung, in ein stimmiges Gesamtbild welches speziell dazu geeignet ist, hirnfunktionelle Zusammenhänge besser zu verstehen. Die bei den oben genannten Krankheiten auftretenden Sprachpathologien decken sich weitgehend, wie noch gezeigt wird, mit den theoretischen Modellen von Crosson (1997), Wallesch (1997) und Friederici (2006), wobei ein Problem sicher die Vielschichtigkeit und Komplexität der subkortikalen Sprachfunktionen darstellt. Ein fehlendes Syndrom, etwa im Sinne einer der klassischen Aphasien, darf allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Basalganglien offensichtlich zwar subtile aber dennoch entscheidende Aufgaben bei der Sprachverarbeitung übernehmen. Wir führten, bezugnehmend auf diese möglicherweise subtilen Sprachfunktionen, eine fMRT Studie an einem 3 Tesla MRI-Scanner durch. Ziel dieser Studie war es, herauszufinden, wie hochspezifische Sprachfunktionen (in unserem Falle die Prozessierung semantischer Ambiguitäten) im Gehirn verarbeitet werden. Wir hypothesierten hierfür ein neuronales Netzwerk unter Einbezug der Basalganglien und sehen uns mit unseren Ergebnissen in dieser Sichtweise bestätigt. Ziel war es weiterhin, unter Würdigung des bisherigen Forschungsstandes sowie

³⁹ Verständnisschwierigkeiten im Zusammenhang mit Sprichwörtern sind auch pathognomisch für an Schizophrenie erkrankte Patienten und werden hier auch im Rahmen von psychopathologischen Befunderhebungen genutzt.

neurolinguistischer und speziell konnektionistische Erklärungsansätze zu diesem Thema, ein kongruentes Gesamtmodell in Bezug auf die subkortikalen Sprachbeteiligungen zu entwerfen. Nicht zuletzt wohnt dem Thema „sprachliche Ambiguität“ aber auch (wie gezeigt) eine sprachphilosophische und wissenschaftstheoretische Dimension inne, u. a. was Fragen der Treffsicherheit menschlicher Kommunikation sowie zeitgeschichtlich-kulturell geprägte Vorstellungen der Hirnfunktionen anbelangt.

Im Folgenden geht es nun zunächst darum, einen Überblick über verschiedene Sprachpathologien bei Erkrankungen mit subkortikaler Beteiligung zu bekommen. Danach soll genauer auf die Methodik und das Design unseres Experimentes mittels bildgebender Verfahren eingegangen werden um anschließend die mit unserem Versuchsdesign gewonnenen Ergebnisse zu diskutieren. Abschließend werden diese Ergebnisse dann im Rahmen eines sprachphilosophischen und neurolinguistischen Zusammenhanges gedeutet und neu bewertet.

10.2 Läsionen und Funktionsausfälle – Forschungsstand

“It is inappropriate to attempt to develop models of language localization in the normal brain from data collected from brain-damaged patients.”

(Poeck, 1983)

10.2.1 Das Problem der subkortikalen Aphasien

Seit dem Gebrauch von CT's erfuhr die Diskussion um eine subkortikale Form der Aphasie einen starken Aufwind. Bisherigen Studien fehlt es allerdings an innerer Kohärenz.⁴⁰ Die Symptome zeigen sich als derartig vielfältig und ambivalent, dass es schwer fällt, sie auf den Nenner eines präzise definierten Syndroms zu bringen. Vielleicht ist dieser Versuch einer Syndromisierung aber auch im Vorhinein zum Scheitern verurteilt, da die Funktionen der Basalganglien auf womöglich auf subtilerer Ebene zu finden sind. Man könnte sogar mit einiger Polemik behaupten, dass die bisherigen Forschungen zu den subkortikalen Läsionen eher Verwirrung innerhalb dieses Problemfeldes stiften, als zu dessen Lösung beitragen. Aufgrund der verwirrenden Vielfalt von Symptomen wurden die subkortikalen Aphasien über

⁴⁰ Für einen Überblick zum Thema „Aphasie“ vgl. Huber et al., 2002.

Jahrzehnte insgesamt eher stiefkindlich behandelt. Auch aus ideologischen und kulturgeschichtlichen Gründen billigte man den "niederen" Hirnregionen lange Zeit keine Beteiligung an "höheren" kognitiven Funktionen wie z.B. der Sprache zu. Speziell der Bereich der Sprache unterscheidet den Mensch vom Tier, gerade in diesem Bereich galt eine Sprachbeteiligung des „tierischen“ bzw. „primitiven“ subkortikalen (und limbischen) Systems lange Zeit als undenkbar. Interessanterweise erhält vor allem das ventrale Striatum, welches unter anderem für die subkortikale Sprachbeteiligung in Anspruch genommen wird, zahlreiche Verbindungen aus dem limbischen System, einer phylogenetisch sehr alten Hirnstruktur (vgl. Roth, 1997, S. 60). Gerhardt Roth bringt das Dilemma der modernen Kognitionsforschung auf den Punkt:

„Das abendländische Denken ist ein zutiefst dualistisches Denken: Geist gegen Körper, Verstand gegen Gefühle, Willensfreiheit gegen Trieb. Das erste ist jeweils edel und stellt den Menschen in die Nähe des Göttlichen, das zweite ist unedel und bildet das tierische Erbe im Menschen. (...) Dieses dualistische Denken hat auch in der Hirnforschung seinen Niederschlag gefunden. Wie selbstverständlich werden die logisch-rationalen Fähigkeiten unseres Gehirns als die ‚höchsten Hirnfunktionen‘ angesehen (...) Ich habe bereits auf die Unhaltbarkeit dieses Weltbildes hingewiesen“ (Roth, 1997, Seite 178).

Das dualistische Denken der Hirnforschung hat bekanntlich in Descartes seinen Ursprung. So richten sich in jüngster Zeit Neurowissenschaftler wie etwa Antonio Damasio (2001) gegen diese Tradition. Ein Paradigmenwechsel innerhalb des Diskurses kündigt sich an. Auch aus evolutionsbiologischer Sicht wurde wiederholt auf die sprachliche Bedeutung der Basalganglien hingewiesen. So vermutet der Anthropologe Philip Liebermann (2001) in der Neuroanatomie der Basalganglien die entscheidende Voraussetzung zum Gelingen von menschlicher Sprache. Der Weg vom Primaten zum Homo sapiens sei über die Bewegung sehr eng an die Entwicklung der Sprache gekoppelt und diese wiederum an eine optimale Ausnutzung kognitiver Kapazitäten. Die kortiko-striatalen Kreisläufe, sowie das hierdurch unterstützte Kurzzeitgedächtnis, bilden nach Liebermann die Grundlage eines rapiden Zugriffs auf gespeicherte linguistische Kapazitäten. Schon bei den Schimpansen sehe man erste syntaktische Kommunikationsstrukturen angelegt. In einem aktuellen Artikel führt Lieberman (2008, S. 528) weiter aus:

„As Darwin first observed, organs initially adapted to control one function take on ‚new‘ tasks. Seen in this light, the local motor sequencing operations in the subcortical basal ganglia appear to be precursors for similar operations in cognitive domains. In the course of evolution, they have been adapted to serve as a reiterative engine in cognitive domains including language. Has anyone ever see a chimpanzee dancing?“

Bisher wurden Aphasien hauptsächlich in sechs klassische Syndrome unterteilt (Syndromansatz: Aachener Schule, Bostoner Schule). Der Syndromansatz ist für eine schnelle Diagnose und Therapie zwar sehr hilfreich, bietet jedoch den Nachteil, dass subtile linguistische Beeinträchtigungen möglicherweise nicht oder nur unzureichend erfasst werden. Viele Aphasien (ca. 20 %) lassen sich nicht klassifizieren (Huber et al., 1982). Die Syndrome sind in der Regel polytypisch, d.h. man findet z.T. jeweils ähnliche Ausfälle (z.B. bei Wernicke- und Broca-Aphasien). Alternativ zum Syndromansatz entwickelten nun einige ambitionierte Neurolinguisten eine eher psycholinguistisch orientierte Diagnostik anhand von Sprachverarbeitungsmodellen (Vgl. hierzu das Logogen-Modell von Garrett und Levelt, 1980/1989). Garrett und Levelt unterteilen die Aphasien nicht nur in spezifische Syndrome, sondern suchen nach den Störungen innerhalb bestimmter linguistischer Regelkreise (Module). So lassen sich die Defizite der Patienten teilweise besser beschreiben, ohne sich definitiv auf das „Label“ eines Syndroms festzulegen. Aber auch diese Modelle sind letzten Endes für den an den neurofunktionellen Grundlagen der Sprache interessierten Neurolinguisten unbefriedigend, da grob vereinfachend. Sie bieten allerdings einen neuen Zugang zu den sprachlichen Prozessen innerhalb des Gehirns, sind sie doch nicht auf definierte Kortexareale fixiert und ermöglichen so einen „holistischeren“ Umgang mit dem Phänomen „Sprache und Gehirn“. Wichtige Impulse im Hinblick auf eine läsionsorientierte Vorstellung subkortikaler Aphasien rühren, wie bereits erwähnt, von stereotaktischen Eingriffen in das Gehirn: Roberts und Penfield berichteten 1959 über einen Fall von Aphasie bei Thalamusläsion. In den sechziger Jahren wiesen auch Asso et al. (1969), Bell (1986), Ojemann et al. (1968), Schaltenbrand (1995), Riklan et al. (1969) und Van Buren (1963) auf subkortikale Funktionsweisen des Sprachsystems hin.

Ziel dieser Einleitung ist es, zunächst einen Überblick über den bisherigen Stand der Forschung zum kontroversen Thema der subkortikalen Aphasien und der Be-

teilung der Basalganglien an der Sprachprozessierung zu schaffen. Nach der Einführung soll ein Versuchsparadigma vorgestellt werden, welches durch Anwendung von funktioneller Bildgebung ein wenig mehr Licht in das verwirrend komplexe Problem subkortikaler Sprachbeteiligung bringen könnte.

10.2.2 Die Anwendung bildgebender Verfahren in Bezug auf subkortikale Sprachprozessierungen bei subkortikalen Hirnläsionen

In Bezug auf subkortikale Sprachfunktionen existieren nur wenige Studien mittels fMRT. Crosson (1996) etwa fand Aktivierungen des anterioren und posterioren Thalamus sowie des Caudatum bei Aufgaben zum semantischen Arbeitsgedächtnis. Diese Ergebnisse sind konsistent mit den theoretischen Überlegungen Crossons, insbesondere mit dessen weiter unten diskutierten „response/release-Modell“ sowie der Idee einer „Monitoring“-Funktion der Basalganglien bei der semantischen Prozessierung.

Es gibt zahlreiche Untersuchungen, die mit Hilfe von bildgebenden Verfahren einen Zusammenhang zwischen subkortikalen sowie thalamischen Läsionen und kognitiven Beeinträchtigungen beleuchten. Hierbei wurden bisher in erster Linie PET- und SPECT-Techniken eingesetzt (vgl. u. a. Puel et al., 1992). Bei diesen ebenfalls bildgebenden Techniken wird den Probanden ionisiertes Kontrastmittel injiziert, wobei man insbesondere den Metabolismus bestimmter Neurotransmitter untersuchen kann. Die für den Patienten schonendere fMRT Technik fand bisher in kaum eine Veröffentlichung zu den „subkortikalen Aphasien“ Eingang. Bisher existiert auch keine fMRT Studie zu subkortikalen Sprachfunktionen an einem hochauflösenden 3 Tesla Scanner. Die Zusammenhänge zwischen kortikalen Läsionen und den daraus resultierenden kognitiven Defiziten werden, wie zu zeigen ist, kontrovers diskutiert. Noch immer ist längst nicht klar, welche Pathomechanismen und Ätiologien zu den umschriebenen Sprachausfällen und z.B. zu einem kortikofrontalen Hypometabolismus bei den entsprechenden subkortikalen Läsionen führen. Alexander (1992) vermutet, dass eine Mitbeschädigung der die Basalganglien umgebenden weißen Substanz eine Unterbrechung kortiko-subkortikaler Bahnen evoziere, welche sich dann wiederum

in entsprechenden Sprachstörungen niederschlägt. Crosson (1985) wiederum geht von einer konkreten funktionellen Beteiligung subkortikaler Strukturen an einer subkortikalen Aphasie aus. So postuliert Crosson, dass vordere Kerne des Thalamus in Verbindung mit frontalen Spracharealen stehen. Der Pulvinar des Thalamus hingegen könne eine Rolle bei der vorsprachlichen Verarbeitung spielen. Eine bildgebende Studie von Puel et al. (1984) scheint diesen Zusammenhang zu untermauern. Auch Basso et al. (1987) heben mit ihren Arbeiten den Einfluss der Basalganglien in Bezug auf Sprachfunktionen hervor: So gehe ein frontaler Hypometabolismus rostral der Area Broca einher mit Läsionen der Basalganglien und des Thalamus. Diese Läsionen scheinen in erster Linie Einfluss auf den verbalen Output zu haben, die Sprache der Patienten wird als asponsant beschrieben und es treten zahlreiche Perserverationen auf. In der Regel sind die Verständnisschwierigkeiten bei subkortikaler Aphasie eher leicht. Ferner scheint die Größe der Läsion eine Rolle bzgl. den Schweregrad einer aphasischen Störung zu spielen.

Diaschisis, wie schon bei Monakow (1914), aber auch von Vallar et al. (1988) und Price et al. (2001) beschrieben, muss insbesondere in Bezug auf die Ergebnisse bildgebender Verfahren diskutiert werden. Die oft beobachtete kortikale Hypoperfusion bei subkortikaler Aphasie findet mit dieser Theorie ein Erklärungsmodell, indem Läsionen in einem Teil des Gehirns an einem anderen Teil zu Störungen des Metabolismus (u.a. der die Nervenzellenausläufer umgebende ernährende Neuroglia) führen.

Willmes und Poeck (1993) wiesen zudem darauf hin, dass bei vielen aphasiologischen Syndromen oftmals kein definites anatomisches Korrelat in der Bildgebung gefunden werden könne. In einer weiteren Studie bemerken Weiller und Kollegen (1993), dass in den ihnen vorliegenden Studien die Patienten nach striatokapsulärem Infarkt lediglich bis zu einem Jahr nach diesem Ereignis untersucht wurden, Langzeiteffekte könnten hierbei möglicherweise übersehen werden, wobei auch die Ausdehnung einer Infarzierung auf den Akut-CT's verkannt werden könne.

Qualitative Unterschiede in den Ergebnissen bei der Bildgebung existieren auch zwischen Thalamusläsionen und Läsionen der Basalganglien. Thalamusläsion verursachen in PET- und SPECT-Studien einen eher diffusen Hypometabolismus über den gesamten Kortex verteilt (vgl. Puel et al., 1992). Bei den Basalganglien

zeigt sich hierbei ein weitaus uniformeres Bild. Die Forscher vermuten hier einen Zusammenhang zwischen Thalamusläsionen und einer Schädigung des den Kortex aktivierenden Systems. Demeurisse et al. (1990) fordern an dieser Stelle sinnvollerweise eine Präzisierung der Sprachausfälle, wobei diese Forschungsrichtung insbesondere in Bezug auf die Theorien zur Beteiligung der Basalganglien und des Thalamus aufschlussreich sein dürfte. Die meisten der vorliegenden Läsionsstudien betrachten Läsionen der Basalganglien (Putamen, Caudatum, Claustrum etc.) getrennt von Läsionen des Thalamus. Diese getrennte Betrachtung scheint auch vor dem Hintergrund unserer eigenen Ergebnisse durchaus sinnvoll. Speziell dem Thalamus scheint eine herausragende Funktion im Konzert subkortikaler Sprachverarbeitung zuzukommen, wohingegen die Basalganglien wahrscheinlich eher modulierend auf den Thalamus einwirken. Crosson (2007) bemerkt hierzu in einem aktuellen Überblicksaufsatz:

„Yet it is becoming equally clear that the basal ganglia play a persuasive, but subtle role in cognitive processing that cuts across a number of functions. Most probably, this role lies within the realm of intention and attention, involving the enhancement of selected actions and cognitions and the suppression of competing action programs and cognitions. The impact on cognition is to sharpen the focus of cognitive activity by enhancing the signal-to-noise ratio in cognitive processing, thereby increasing speed, efficiency, and accuracy of processing” (Crosson, 2007, S. 219).

Anhand dieses Zitates wird auch die mögliche Bedeutung der Basalganglien in Bezug auf die Ambiguitätenprozessierung deutlich: unsere Hypothese ist, dass im Rahmen einer Kommunikation „Noise“ reduziert werden muss, etwa um passende Wortalternativen aus einem konnektionistischen Netzwerk zu wählen (vgl. Kap. 5.2). Die Basalganglien, der Thalamus und aufmerksamkeitsregulierende Hirnstrukturen wie das Cingulum, sowie pre-SMA und SMA sind mit aller Wahrscheinlichkeit an diesen Prozessen beteiligt. Hierauf verweisen auch die folgenden Befunde zu den subkortikalen Läsionen.

10.2.2.1 Bildgebende Studien an Patienten mit Thalamusläsionen in Kombination mit Sprachpathologien

Caselli et al. (1991) beschrieben einen Fall schwerer, flüssiger Aphasie (Broca-Typ) bei Thalamusinfarkt. Die Läsion des Patienten umfasste im MRT den ventrolateralen Nucleus, den centromedianen Nucleus, den dorsomedialen Nucleus und die intralaminären Kerngebiete. Es wurde mittels einer 133-Xenon-Inhalations-Methode und anschließendem SPECT-Scan ein ipsilateraler kortikaler Hypometabolismus offenbar, der auch die klassischen Sprachareale mit einbezog. Baron et al. (1986, 1992) untersuchten mittels PET Patienten mit unilateralen Thalamusläsionen und stellten fest, dass die Läsionen in den allermeisten Fällen einen diffusen und weitverteilten bilateralen metabolischen Effekt auf den Kortex hatten. Unabhängig von der Größe der Thalamusläsion existierte hier ein globaler, kortikaler Hypometabolismus. Puel et al. (1992) lieferten mittels SPECT vergleichbare Ergebnisse bei acht Patienten mit Thalamusinfarkten und teilweise schwerer Aphasie. Der Kortex zeigte sich bei der untersuchten Patientengruppe diffus und ausgedehnt minderperfundierte. SPECT zeigte hier außerdem, neben der Reduktion in subkortikalen Bereichen, eine Reduktion im Stoffwechsel der klassischen Kortex-Sprachareale (mit Ausnahme der temporo-parietalen Bereiche).

Diese Ergebnisse zeigen, dass bei thalamischen Läsionen in der Regel eine eher unspezifische Verminderung der Kortexaktivität die Folge ist. Dies könnte funktionell einer Behinderung des aktivierenden und aufmerksamkeits-regulierenden Systems entsprechen (thalamische Filterfunktion). Der Thalamus, welcher u.a. die selektive Aufmerksamkeit des frontalen Kortex (SMA) reguliert (vgl. Crosson, 2007), kann diese Aufgabe vermutlich nicht mehr adäquat durchführen, der Zugriff auf Informationen ist gestört oder verlangsamt, es resultiert die aphasische Sprachstörung.

10.2.2.2 Bildgebende Studien an Patienten mit Basalganglienläsionen in Kombination mit Sprachpathologien

Diese Gruppe umfasst Studien zu allen anderen subkortikalen Läsionen und ist deshalb entsprechend heterogen. Skyhoj Olsen et al. (1986) testeten 8 Patienten

mit Läsionen (Infarkte oder Hämatome) zentriert im Nucleus lentiformis. Alle dieser Patienten wiesen eine Reduktion des kortikalen Blutflusses auf. Weiterhin wurden sechszwanzig Aphasiker nach Schlaganfall von Demeurisse et al. (1990) untersucht. Einen Monat nach dem Ereignis zeigten diese Patienten eine fronto-zentrale Minderperfusion. Rowan et al. (2007) fanden unter 17 Patienten Veränderung kortikaler (Sprach-)Areale bei Läsion der Basalganglien. Insgesamt korrelierte die Schwere der Sprachbeeinträchtigung mit der Grösse der Läsionen, wobei insgesamt eher heterogene Sprachbeeinträchtigungen imponierten.

Niedrig war die fronto-zentrale metabolische Aktivität bei fünfzehn Aphasikern, die mit 99mTc-HMPAO-SPECT untersucht wurden (Demeurisse et al., 1993). Auch Mega und Alexander (1994) zeigten ähnliche Ergebnisse.

Ein Patient, drei Jahre nach einem linksseitigen Nucleus-Caudatus-Infarkt links, zeigte Defizite in Wortflüssigkeit, Verständnis und Wortgedächtnis. SPECT zeigte hierbei eine linksfrontale und temporo-parietale Hypoaktivität (Pozilli, 1987). Eine Studie von Alexander (1992) mittels 15-O-PET zeigte bei vier Patienten einen Hypometabolismus des frontalen Operculum, des unteren Motorkortex, sowie in posterior parietalen Cortextbereichen. Kim et al. (2002) untersuchten mittels fMRT sechs Patienten, drei davon mit subkortikalen Infarkten und fanden bei den Patienten mit subkortikalen Läsionen ein eher bifrontales Reorganisationsmuster im Vergleich mit den Patienten mit kortikaler Sprachstörung. Diese Ergebnisse zeigen also auch Unterschiede bei der Reorganisation nach einem Infarkt mit resultierender Aphasie.

Einige Studien untersuchen zudem einen möglichen Zusammenhang zwischen der Schwere einer aphasischen Sprachstörung und der Schwere des entsprechenden Hypometabolismus. Die Daten hierzu sind unterschiedlich. So liegt hierzu eine Studie von Karbe et al. (1989) vor, die eine Korrelation zwischen den Ergebnissen im Token Test und dem entsprechenden kortikalen Hypometabolismus feststellte. In einer PET-Studie von Metter et al. (1983) war sowohl die mit dem Boston Diagnostic Aphasia Evaluation Instrument und Porch Index Communicative Ability Instrument gemessene Aphasie gering ausgeprägt, als auch die linkskortikale Hypoperfusion. Eine weitere SPECT-Studie zeigte den Zusammenhang der Schwere der Sprachstörung und dem Grad der Reduktion des Metabolismus im anterioren und mittleren Kortex (Vallar et al., 1988). Auch

Schneider (1999) fand mittels SPECT im Falle einer putaminalen Läsion einen frontalen Hypometabolismus.

Die Untersuchungen zeigen insgesamt eine deutliche Beeinflussung kortikaler Aktivität durch Läsionen innerhalb der Basalganglien. Die Perfusionsminderungen sind hierbei offensichtlich spezifischer als bei Thalamusläsionen, was evtl. durch die stärkere Vernetzung thalamischer Bahnen im gesamten Hirn im Vergleich mit anderen basalen Hirnkernen zu erklären ist. Deutlich wird im Rahmen bisheriger Studien auch, dass klassische Sprachareale bei subkortikalen Läsionen mitbetroffen sind. Welche Sprachfunktionen (Gedächtnis-, Prozessierungs-, Transfer- oder Aufmerksamkeitsfunktionen) hierbei genau betroffen sind bzw. welche anatomischen Strukturen eine definierte Rolle spielen, muss geklärt werden. Offenbar scheint der Schweregrad der aphasischen Störung aber mit dem jeweiligen kortikalen Hypometabolismus zu korrelieren.

10.2.2.3 Bildgebende Studien an Patienten mit Läsion der Basalganglien oder des Thalamus, aber ohne nachweisbare kognitive oder sprachliche Defizite

Bei einer SPECT-Studie (mit ¹³³Xenon i.v.) anhand von drei rechtshändigen Patienten mit linksthalamischer Läsion fanden sich keine Anzeichen für eine Hypoperfusion, allerdings waren hier interessanterweise auch keine aphasischen Anzeichen evident (Puel et al., 1992). Eine PET-Studie an 55 Patienten mit thalamischer Läsion nach Schlaganfall bzw. Thalamotomie (Nucleus ventralis lateralis und Nucleus ventralis intermedius) zeigte ebenfalls größtenteils normale oder subnormalen Metabolismus des Kortex bei fehlender Aphasie (Baron et al., 1992).

Demeurisse et al. (1990) untersuchten vierzehn rechtshändigen Patienten mit linksseitiger subkortikaler Läsion sowie Hemiplegie aber ohne Aphasie. Bei den Patienten ohne Aphasie (untersucht mit einer ¹³³Xenon-Inhalations-Methode) fiel eine moderate Minderperfusion auf. Bei einer anderen Messung (Skyhoi Olson et al., 1986) an achtzehn vergleichbaren Patienten stellte man keinerlei Hypometabolismus fest (hier untersucht mit einer Intracarotis-Xenon-¹³³-Methode).

5 Patienten wurden wiederum mit 15-O-PET untersucht. Einer dieser Patienten hatte keine Aphasie und einen nur leicht reduzierten CBF bzw. eine leicht reduzierte Metabolismusrate (Alexander, 1992).

Auch diese Ergebnisse zeigen einen Zusammenhang zwischen der subkortikalen Läsion, der kortikalen Minderperfusion und dem Ausprägungsgrad aphasischer Symptome. Bei fehlender Hypoperfusion des Kortex fehlt jeweils die sonst häufig zu beobachtende aphasische Störung.

10.2.2.4 Diaschisis

Eine zu diskutierende Erklärung für die Entstehung von Aphasien bei Läsionen der Basalganglien bietet die historische Arbeit von Monakows (1914). Von Monakow machte, wie gezeigt, die durch Diaschisis verursachte Minderperfusion der sprachspezifischen Kortexareale für die Sprachbeeinträchtigungen (bei subkortikaler Schädigung) verantwortlich. Von Monakow definierte Diaschisis als Inhibition einer anatomisch intakten Hirnregion, entfernt von der eigentlichen Läsion.

Price et al. (2001) wiederum führten den Begriff der „dynamic diaschisis“ ein, welche nur bei bestimmten kognitiven oder sprachlichen Anforderungen z.B. bei aphasischen Syndromen auftritt. Hierbei werden, je nach Aufgabenstellung, entfernte Hirnareale nicht aktiviert, obwohl diese Areale sich funktionell und bei anderen Aufgabenstellungen als intakt erweisen (durch Price und Kollegen mittels funktioneller Bildgebung nachgewiesen, vgl. hierzu auch Grande und Huber, 2007 sowie Rowan, 2007).

Wie gezeigt, fanden unterschiedliche Forschungsgruppen mit Hilfe von PET-, fMRT und SPECT-Scans kortikale Hypoperfusion bei subkortikalen Läsionen mit Aphasie. Für diesen Themenkomplex wären sicherlich auch spezielle Studien z.B. mittels DTI (Diffusion Tensor Imaging), einer neueren bildgebenden Methode, interessant. Beim DTI könnte der Faserverlauf in der weißen Substanz sichtbar gemacht und somit auch Diaschisisphänome genauer untersucht werden.

10.2.3 Studien ohne bildgebende Verfahren

10.2.3.1 Sprachpathologien bei Thalamusläsionen

Isolierte thalamische, zerebrovaskuläre Läsionen können prinzipiell zu einer ausgeprägten Aphasie führen. Im initialen Stadium der Aphasie kann u.a. Mutismus beobachtet werden (Alexander und Loverme, 1980). Auf der anderen Seite kann ein Bewusstseinszustand vorliegen, welcher zwischen relativer Wachheit und Schläfrigkeit schwankt (Alexander und Loverme, 1980; Aten et al., 1982). Die Untersucher beobachteten unterschiedliche aphasische Symptome, welche in der unteren Liste zusammengefasst sind (Bogousslavsky et al., 1988; Fensore, 1988; Yang et al., 1989). Eine thalamische Aphasie resultiert aus einer Läsion des Thalamus der sprachdominanten Seite (z.B. der ventral anterioren oder ventral lateralen Nuklei; vgl. Bogousslavsky et al., 1988). Folgende Symptome wurden bei thalamischer Aphasie beobachtet:

- Armut der Spontansprache bei intakter Syntax, Perseverationen (Bruyn, 1989)
- Benennungsschwierigkeiten mit Paraphasien (semantisch und phonemisch), Neologismen, Cirkumlokutionen und Jargon (Robin und Schienberg, 1984; Yang et al., 1989)
- Intakte Wiederholungsfähigkeiten (Bogousslavsky et al., 1988)
- Hör- und Leseverständnisschwierigkeiten (Aten et al., 1982; Robin und Schienberg, 1984)
- Verminderte Sprachlautstärke (Bogousslavsky et al., 1988)

Manche Autoren sehen in diesen Symptomen eine eigenständige Aphasieform, während andere die Ähnlichkeiten mit der transkortikalen Aphasie hervorheben. Einige Untersucher behaupten, dass die thalamische Aphasie komplett verschwindet, andere berichteten über länger anhaltende Sprachstörungen (Bogousslavsky et al., 1988; Robin und Schienberg, 1984). Eine Definition der thalamischen Aphasie versucht Fensore (1988, S. 55):

„Relatively fluent expressive language accompanied by a naming deficit and, at most, a mild auditory and reading comprehension deficit.“

Insgesamt ist festzuhalten, dass die Suche nach einem definiten aphasischen Syndrom bei subkortikalen Läsionen nicht sinnvoll erscheint. Es scheint, zumindest im Hinblick auf subtile Sprachleistungen, eine grobe Vereinfachung und Systematisierung aphasischer Syndrome auf kortikaler Ebene wenig fruchtbar, da die komplexen fronto-subkortikalen Verschaltungskreisläufe so unbeachtet bleiben.

10.2.3.2 Sprachpathologien bei Läsionen der übrigen Basalganglien

Hierzu existiert eine aufschlussreiche Studie von Crosson (1992). Es wurden Patienten mit Blick auf eine flüssige bzw. nichtflüssige Sprachbeeinträchtigung untersucht. Es zeigte sich eine signifikante Beeinträchtigung der Sprachflüssigkeit insbesondere bei Läsionen des Caudatuskopf (62% vs. 38%), des Globus pallidus (71% vs. 29%), des anterioren Schenkel der Capsula interna (66% vs. 34%) und des Genu der Capsula interna (100% vs. Null). Auch Wortverständnisdefizite wurden festgestellt (bei allen oben genannten Läsionen um ca. 50% vs. 50%).

Alexander (1992) wies auf die Probleme der bisherigen Untersuchungen hin, da möglicherweise eine rasche Gesundung des Patienten bzw. eine kompensatorische Leistung des Gehirns die Ergebnisse entscheidend verfälsche. Die zitierte Studie Crossons (1992) ist möglicherweise viel zu grobmaschig. So unterscheidet Crosson lediglich zwischen flüssiger und nichtflüssiger Aphasie, Defizite beim Verständnis werden nur in drei Kategorien klassifiziert. Wahrscheinlich gewinnt man mit einer solchen Methode bei einer subtilen Beeinträchtigung von Sprache keine wirklich aussagekräftigen Ergebnisse. Crosson (1992; 2007) selbst betont in seinem Artikel eine möglicherweise sehr subtile und unterstützenden Sprachbeteiligung der Basalganglien.

Schneider et al. (1999) berichten von einer klassischen Wernicke-Aphasie nach putaminaler Blutung. Ihr Patient erholte sich jedoch sehr rasch von seiner Sprachstörung (innerhalb von 6 Wochen). Diese Erholung der Sprachfähigkeit wird bei subkortikalen Läsionen auffällig häufig beschrieben. Schneider et al. schließen daraus auf eine nichtpermanente und nichtessentielle Beteiligung des Putamen bei der Sprachprozession und Produktion. Die Neuroanatomie lege nahe, dass das Putamen in einer Sequenzierung von Bewegungen und

komplexeren Aktionen benötigt wird (Putamen – Pallidum – Substantia Nigra – Thalamus (ventral lateraler Nucleus) – supplementär motorisches Areal). Die Bedeutung des supplementär motorischen Areals (SMA) wurde, wie bereits erwähnt, auch von Friederici (2006) und Crosson (2007) hervorgehoben.

Grob vereinfacht führen anteriore Läsionen der Basalganglien und der Capsula interna entweder zu einer Art Broca-Aphasie, einer transkortikal-motorischen Aphasie oder zu einer dysarthrischen Störung (Damasio et al., 1982; Naeser et al., 1982; Murdoch et al., 1986), während eher posteriore Läsionen zu einer Wernicke typischen Aphasie führen, unter Umständen mit globaler Aphasie zu Beginn (Naeser et al., 1982; Alexander et al., 1987).

10.2.3.3 *Schriftsprache bei subkortikalen Läsionen*

Studien zur Schriftsprache bei subkortikalen Läsionen wurden bisher kaum durchgeführt. Hier wäre sicher ein interessanter Forschungsansatz zu finden. Cappa et. al. (1983) wiesen auf Agraphie bei subkortikalen Aphasien in fünf von fünf Fällen hin. Alexie fanden sie in zwei von diesen fünf Fällen. Genaue Angaben zu Fehlerarten fehlen. Kertesz (1989) beobachtete Agraphie bei fünfzehn Patienten mit subkortikaler Aphasie, Agraphie bei zwölf der Patienten. Weitere Einzelfälle zu diesem Gebiet wurden beschrieben.

10.2.3.4 *Neurochirurgie, Stereotaxie*

Neben den bereits erwähnten Parkinsonsymptomen nach Thalamuseingriffen existieren einige Daten zu Aphasien nach Pallidektomien, so z.B. von Svennilson et al. (1960). Svennilson et al. untersuchten 81 Patienten, bei 24% von ihnen manifestierte sich eine Aphasie mit erweiterten Ventrikeln, bei 7,5% der Patienten lag eine Aphasie ohne erweitertes Ventrikelsystem vor. Die nicht genau explorierten Aphasien wiesen u.a. Wortfindungsstörungen und Paraphasien auf. Van Buren und seine Mitarbeiter (1963) untersuchten eine stereotaktische Stimulation des Caudatuskopfes im Rahmen neurochirurgischer Eingriffe. Bei derartiger Stimulation kam es zu spontanen Äußerungen kontextunabhängiger Phrasen. Dieses Phänomen würde u.a. zu den in Kapitel fünf hypothetisierten

Hemmungs- und Aktivierungskreisläufen innerhalb des Thalamus und der Basalganglien passen.

10.3 Sprachpathologien bei weiteren Erkrankungen mit Beteiligung der Basalganglien, ein Überblick (am Beispiel des Tourette-Syndroms, der Parkinsonschen Erkrankung sowie der Schizophrenie)

10.3.1 Einleitung

Zu Sprachpathologien bei Krankheiten subkortikaler Genese existiert ein Überblicksartikel von Lebrun (1997). Lebrun bietet zunächst einen Überblick zum Gilles la Tourette Syndrom als einer der eindrucklichsten subkortikal verursachten Sprachstörungen. Der Autor diskutiert insbesondere die mit dem Tourette-Syndrom verbundenen sprachlichen Eigentümlichkeiten in Form vokaler „Tics“. Die unwillkürliche Äußerung (etwa von Tabu-Wörtern) lasse u.a. auf eine Disinhibition kortikaler Sprachareale schließen. Auch bei der Huntingtonschen Erkrankung, einer schweren Erbkrankheit, kommt es zu plötzlichen, eruptiven Sprachäusserungen. Hierzu existiert eine aktuelle Veröffentlichung von Teichmann et al. (2008), welche auf die Bedeutung des Striatum für eine korrekte Satzprozessierung hinweisen. Patienten, die an der Huntingtonschen Erkrankung leiden, zeigen im Rahmen eines Primingexperimentes deutliche Schwierigkeiten beim Erkennen von Passivsätzen.

PET-Studien beim Tourette-Syndrom zeigen einen striatalen Hypometabolismus (Lebrun, 1997). Durch die daraus folgende kortikale Enthemmung kommt es vermutlich zu Tics. Beim Morbus Parkinson besteht, hervorgerufen u.a. durch einen Dopaminmangel, eine gegenteilige Symptomatik in Form von Wortfindungsstörungen, Kurzzeitgedächtnis- und Initiationsschwierigkeiten bei erhaltener Intelligenz. Fälle von Mutismus bei Morbus Parkinson sind beschrieben (ebd., 1997). Oft kommt es zu einer motorischen Sprechstörung, der sogenannten Dysarthrie. Studien zur Parkinsonschen Erkrankung sind aber prinzipiell als problematisch zu betrachten, da zum einen nur eine geringe Anzahl von Patienten auf Sprachstörungen hin untersucht wurde und es zum anderen, auch aus

ethischen Gründen, keine Untersuchungen ohne Medikation (z.B. Levadopa) gebe. Das Vollbild einer entsprechenden Sprachstörung dürfte entsprechend maskiert sein. Weiterhin können unüberschaubare kognitive Prozesse und Komorbiditäten bei Morbus Parkinson zu möglichen Verzerrungen der Ergebnisse führen (z.B. Demenzen oder Depressionen). Auch Studien zu Sprachauffälligkeiten bei der Schizophrenie und dem Tourette-Syndrom sind aus den oben genannten Gründen mit Vorsicht zu betrachten. Interessanterweise beobachtet man im Rahmen der Schizophrenie sowohl Symptome einer Sprachblockade bis hin zum Mutismus, als auch Phänomene der sprachlich-assoziativen Lockerung (Titone et al., 2000). Insgesamt lässt sich anhand der Vielfalt dieser Symptome die Komplexität subkortikal-kortikaler Regelkreise erahnen.

Auch Iterationen und Palilalien beim Steel-Richardson-Olszewski-Syndrom sowie bei Morbus Wilson betreffen subkortikale Regelkreise und selbst das Stottern bietet wertvolle Hinweise auf eine mögliche subkortikale Dysfunktion von Sprache. So sistiere etwa beim Singen das Stottern selbst schwerer Stotterer (ebd.). Je größer der Einfluss des Neokortex, desto schwerer falle dem Stotterer das willkürliche Sprechen. Beim Singen wiederum sind vermehrt subkortikale Routine-Prozesse involviert, die Sprachbeeinträchtigung nimmt ab.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Symptome der vorgestellten Basalganglienerkrankungen im Wesentlichen mit den bereits beschriebenen Sprachmodellen in Einklang zu bringen sind. Es soll nun noch einmal konkreter auf drei der oben erwähnten Störungsbilder eingegangen werden, welche in Bezug auf eine mögliche subkortikal-kortikale sprachliche Dysfunktion relevant erscheinen. Die Rede ist vom Tourette-Syndrom, der Parkinsonschen Erkrankung und der Schizophrenie. Zu allen diesen Erkrankungen werden derzeit fMRT Studien unserer Arbeitsgruppe durchgeführt bzw. geplant.

10.3.2 Das Tourette-Syndrom

Das bereits von Itard 1825 beschriebene und nach dem Neurologen Gilles de la Tourette (1885) benannte Tourette-Syndrom imponiert durch motorische, sowie vokale Tics.

Bei einem Tic handelt es sich um eine unwillkürliche, plötzliche, schnelle, wiederholte, arrhythmische, stereotype Bewegung oder Lautäußerung, die willkürlich für kurze Zeit unterdrückbar ist.

Diagnostische Kriterien für die Tourette-Störung sind: multiple motorische Tics sowie mindestens ein vokaler Tic, dies nicht unbedingt gleichzeitig. Die Tics treten mehrmals täglich (gewöhnlich anfallsweise) entweder fast jeden Tag oder intermittierend im Zeitraum von über einem Jahr auf. Die Störung führt zu starker innerer Anspannung oder verursacht in bedeutsamer Weise Beeinträchtigungen in sozialen, beruflichen oder anderen wichtigen Funktionsbereichen.

10.3.2.1 Komorbiditäten

Die Abgrenzung von Tics und vom Tourette-Syndrom zu Zwangssymptomen stellt sich teilweise schwierig da, zumal Tics häufig als Zwänge erlebt werden und die Symptome sich ähneln. Es besteht eine erhöhte Komorbidität zwischen dem Tourette-Syndrom und Zwangsstörungen (Frankel et al., 1986; Lin et al., 2002). Möglicherweise beruhen beide Störungen auf einem gemeinsamen genetischen Defekt (Keen-Kim et al., 2006; Pauls, 1986). Eine weitere häufige Komorbidität des Tourette-Syndroms ist das Aufmerksamkeitsdefizitsyndrom (Biedermann et al., 1996, Spencer et al., 1998; Kadesjö u. Gillberg, 2000; Robertson, 2000; Sukhodolsky et al., 2003). Auch scheinen affektive Erkrankungen (Snijders et al., 2006), Angsterkrankungen (Comings u. Comings, 1987a; Pitman et al., 1987; Robertson et al., 1997) und Phobien (Comings u. Comings, 1987b) vermehrt im Zusammenhang mit dem Tourette-Syndrom aufzutreten. Es existiert ferner eine Relation zu Persönlichkeitsstörungen (Robertson et al., 1997). Ein gehäuftes Auftreten vom Tourette-Syndrom und Substanzmissbrauch wird vermutet, ist aber nicht näher belegt. Eine Komorbidität von schizophreniformen Psychosen und dem Tourette-Syndrom lässt sich vermuten (Müller et al., 2001), da beiden Erkrankungen eine Störung des Dopaminstoffwechsels zugrunde liegt und beide auf Neuroleptika ansprechen.

10.3.2.2 Neuroanatomische Zusammenhänge

Auf neuronanatomischer Ebene nimmt man beim Tourette-Syndrom eine Störung subkortikal-kortikaler Kreisläufe an, in welche insbesondere der frontale Kortex und die Basalganglien involviert sind (Robertson, 2000).

Die Beteiligung der Basalganglien und somit organische Ursache des Tourette-Syndroms belegen weiterhin neuroanatomische Befunde (Haber et al., 1986), posttraumatische Fälle von Tourette-Syndrom, MRT- (Singer et al., 1993) und elektrophysiologische Untersuchungen (Smiths u. Lees, 1989; Stevens et al., 1996). So zeigte sich eine Verschmälerung von Putamen und Globus Pallidus links bei Erwachsenen und bei Kindern ein Übergewicht des linken Putamen (Peterson et al. 1993). Veränderungen in den Basalganglien oder damit in Verbindung stehender Gehirnareal können Tics verursachen (Singer, 1997). Auf histopathologischer Ebene zeigten sich eine auffällige Dopamin-Aufnahme im Striatum (Singer et al., 1991) und eine verzögerte striatale Neuronenentwicklung (Balthasar, 1957). Im Zusammenhang mit der guten Wirksamkeit von Neuroleptika (Shapiro et al., 1988; Stahl und Berger, 1981) wird die Rolle des dopaminergen Systems in der Pathophysiologie des Tourette Syndroms hervorgehoben.

Insgesamt geht man beim Tourette-Syndrom von einem komplexen neuronalen Kreislauf aus: kortikale Projektionen stellen einen erregenden Input auf striatale Neuronen da. Diese sind ihrerseits ein hemmender Input für Globus Pallidus und die Substantia nigra. Unterschiedliche ZNS-Areale und dopaminerge Projektionen, cholinerge Interneuronen und exzitatorische NMDA-Rezeptoren modulieren den Kreislauf. Die Substantia Nigra erhält zusätzlich Afferenzen aus den Raphekernen (serotonerg), aus dem Thalamus (glutamaterg) und aus dem Tegmentum (cholinerg). Durch den Wegfall in erster Linie GABAerger, inhibitorischer Verbindungen kommt es beim Tourette-Syndrom zu einem Überwiegen des exzitatorischen Outputs (u.a. von Seiten des Thalamus in Richtung des Kortex). Man geht also zusammenfassend von einer Störung im Basalganglien-thalamo-kortikalen Schaltkreis aus (Harris et al., 2006; Alexander et al., 1986).

10.3.2.3 Sprachpathologien beim Tourette-Syndrom

In einigen neueren Untersuchungen wird interessanterweise darauf hingewiesen, dass, neben Koprolalien, dem Ausstoßen obszöner Worte, und weiteren vokalen Tics (wie z.B. Echolalien und Pallilalien) womöglich auch subtile Sprachfunktionen beeinträchtigt sind (Legg et al., 2005; Van Borsel, 2000; Ludlow, 1982). So stellten etwa Legg et al. in einer Sprachanalyse fest, dass fünf von zehn Patienten mit Tourette-Syndrom eklatante Schwierigkeiten in der Verarbeitung von ambigen (mehrdeutigen) Wortzusammenhängen hatten. Auffallend waren ferner Defizite im Erkennen metaphorischer und abstrakter Sprachzusammenhänge. Auch Alexander und Kollegen (1989) brachten gestörte subkortikal-kortikale Kreisläufe mit entsprechenden Defiziten bei der subtilen Sprachprozessierung in Verbindung. So fanden sie u.a. Defizite in der Fähigkeit zur sprachlichen Abstraktion und dem Verständnis semantischer Ambiguitäten. Legg et al. (2005) berufen sich auf die oben genannten neuroanatomischen Hypothesen von Alexander et al. und führen die Schwierigkeiten beim Tourette-Syndrom auf ein neurofunktionell gestörtes Gleichgewicht in Bezug auf den frontalen Kortex und die damit verbundenen Monitoring- und Inhibitionsmechanismen zurück. Für diese These sprechen auch die Ergebnisse aus Studien an anderen Erkrankungen mit extrapyramidaler Beteiligung wie etwa den subkortikalen Aphasien (Kim, 2002; Damasio, 1982; Wallesch, 1988; Alexander, 1992), der Parkinsonschen Erkrankung (Strauss Hough, 2004; Copland, 2001) oder der Schizophrenie (Titone et al., 2000; Manschreck et al., 1988). Insbesondere Crosson (1992) und Copland (2001) postulieren, hier wiederum in Analogie zu Legg et al. und Alexander et al., eine Sprachbeteiligung subkortikaler Hirnregionen im Sinne einer Unterstützung bei der Prozessierung semantischer Ambiguitäten.

Auffälligkeiten der sogenannten „high order language functions“ wurden in der bisherigen Forschung, auch aufgrund fehlender Testmethoden oder dominierender Primärsymptome, nicht ausreichend untersucht (Klepousniotou, 2002). O`Quinn und Thompson (1980) fanden bei Kindern mit Tourette-Syndrom Auffälligkeiten wie Formulierungsschwierigkeiten, Wortfindungsstörungen und einen gestörten Sprechfluss. In der Sprachentwicklung von Tourette-Patienten zeigen sich also, trotz einer normalen Intelligenzleistung, subtile Beeinträchtigungen auch des Spracherwerbs. Diese Sprachentwicklungsprobleme

lassen sich mit den weiter oben beschriebenen subtilen Störungen zugrundeliegender Prozessierungsmechanismen in Einklang bringen.

10.3.2.4 Neurolinguistische Implikationen

Es gibt bisher nur unzureichende Erkenntnisse über die subkortikale Sprachbeteiligung beim Tourette-Syndrom. Zur funktionellen Neuronanatomie der Genese vokaler Tics existieren einige wenige Bildgebungsstudien mittels PET, SPECT und fMRT. Hierbei zeigten sich u.a. reduzierte subkortikale Glukoseumsätze (Stern et al., 2000; Braun et al., 1993). Eine fMRT Studie zeigte eine reduzierte neuronale Aktivität bei der Tic-Unterdrückung im Putamen, Globus Pallidus und Thalamus, also in wichtigen Hirnkernen der Basalganglien (Peterson, 1998). Einen zusammenfassenden Überblick über bisher angewandte Bildgebungsstudien bietet Peterson (2001).

Es existieren bisher keine Bildgebungsstudien zur Prozessierung subtiler Sprachfunktionen beim Tourette-Syndrom. Peterson (2001) weist in seinem Übersichtsartikel ausdrücklich auf die Notwendigkeit weiterer Bildgebungsstudien, gerade mit verfeinerten Methoden, hin. Womöglich eröffne dies völlig neue Möglichkeiten zur pharmakologischen Intervention beim Tourette-Syndrom. In diesem Zusammenhang wird von Peterson auch explizit auf die Bedeutung der Komorbiditäten verwiesen.

10.3.3 Das Parkinson-Syndrom

Die Krankheit wurde erstmals im Jahre 1817 durch den englischen Mediziner James Parkinson beschrieben. Lange Zeit als Paralysis agitans bekannt, war es Jean-Martin Charcot, der ihr den Namen "Parkinsonsche Krankheit" zuwies. Die ihr zugrunde liegenden biochemischen Veränderungen wurden schließlich durch den schwedischen Nobelpreisträger Arvid Carlsson in den 1950er Jahren aufgedeckt. Es handelt sich dabei um eine degenerative Funktionsstörung des zentralen Nervensystems, welche in erster Linie durch motorische und sprachliche Beeinträchtigungen gekennzeichnet ist. Das typische klinische Bild des fortgeschrittenen Parkinsons ergibt sich aus Rigor, Tremor und Bradykinesie.

Die Parkinson-Krankheit entsteht zumeist idiopathisch, kann aber in seltenen Fällen auch familiär gehäuft auftreten. Die Parkinson-Symptomatik entwickelt sich gelegentlich auch sekundär, z.B. medikamenten-induziert (z.B. durch Neuroleptika) oder auf dem Boden anderer neurodegenerativer Erkrankungen.

10.3.3.1 *Neuroanatomische Zusammenhänge*

Durch eine pathophysiologische intrazelluläre Akkumulation von alpha-Synuclein kommt es zum Absterben einer dopaminergen, auch als Pars compacta bezeichneten, Population von Neuronen. Diese in der Substantia nigra gelegenen Zellen projizieren in erster Linie in das Striatum. Der progrediente Verlust nigro-striataler Efferenzen führt zu einem Mangel an Dopamin und somit zu einem relativen Überschuss von Acetylcholin. Als Folge kommt es zu einer erhöhten inhibitorischen Wirkung der Basalganglien auf den ventrolateralen Thalamuskern. Das durch den Thalamus vermittelte kortikale Aktivitätsniveau wird somit vermindert. Ab einem Verlust von etwa 70% der dopaminergen Zellen in der Substantia nigra kommt es zum klinisch manifesten Bild der Parkinsonschen Krankheit.

10.3.3.2 *Sprachpathologien beim Parkinson-Syndrom*

Sprechstörungen zeigen sich bei der Parkinson-Krankheit in typischer Weise durch eine verminderte Satzlänge, beeinträchtigte Sprachmelodie, Dysarthrie und Agraphie. Diese in erster Linie motorisch-motivational bedingten Störungen lassen sich auf die extrapyramidale Symptomatik des Parkinson-Syndroms zurückführen. In letzter Zeit wurden vermehrt Einflüsse subkortikaler Hirnregionen auf semantische Sprachverarbeitungsprozesse bei Parkinson diskutiert. Angwin et al. (2005) kamen zu dem Ergebnis, dass Parkinson-Patienten bei einem Test zum semantischen Priming Verständnisschwierigkeiten von komplexeren Sätzen, sowie beeinträchtigte semantische Aktivierung sowohl bei kurzen wie auch bei langen SOAs aufwiesen. David Copland (2003) fand ebenfalls mittels Anwendung eines Tests zum semantischen Priming von Ambiguitäten bei Parkinson- und NS-Patienten (NS = non-thalamical subcortical lesion) eine erschwerte

aufmerksamkeitsbasierte Einbindung des semantischen Netzwerks auf der Basis von Bedeutungshäufigkeiten. Die untersuchten Patienten zeigten bei langen SOAs von 1250 ms Schwierigkeiten, das dominante von dem nicht-dominanten Homonym zu unterscheiden. Copland erklärt dies durch eine möglicherweise zugrunde liegende Störung frontal-subkortikaler Systeme und einer daraus resultierenden mangelnden Inhibition minder-frequenter semantischer Alternativen. Auch Longworth et al. (2005) kamen zu dem Ergebnis, dass dem Striatum eine inhibitorische Rolle innerhalb später integrationaler Stadien der Sprachprozessierung zukommt. Friederici (2006) beschreibt eine verstärkte Aktivierung des Nucleus caudatus, sobald die Sprachprozessierung nicht nur auf automatisierte, sondern auch auf spätere, kontrollierte Verarbeitungsmechanismen zurückgreift. In einer ERP-basierten Studie zeigten Parkinson-Patienten zudem Defizite bei syntaktisch integrativen Prozessen (Friederici et al., 2003). Von Grossman et al. (1991) liegt eine Studie zum Satzverstehen bei Parkinson vor. Hier zeigten sich bei 73% der an Parkinson erkrankten Patienten Defizite im Verstehen einfacher Sätze, wobei Grossman et al. von einer grundlegend erschwerten Prozessierung ausgehen. Ähnlich wie die Befunde zum Tourette-Syndrom deuten also auch die Befunde zur Parkinsonschen Erkrankung in Richtung einer subkortikale Beteiligung bei der Prozessierung von zumindest subtilen, hochspezifischen Sprachleistungen.

10.3.4 Schizophrenie

Die schizophrenen Störungen sind im Allgemeinen durch grundlegende und charakteristische Störungen von Denken und Wahrnehmung sowie inadäquate oder verflachte Affektivität gekennzeichnet. Neben inhaltlichen Denkstörungen (Wahn, Halluzinationen, Derealisation) können u. a. Störungen des formalen Gedankenganges auftreten, welche sich z.B. in einer Sperrung oder Blockierung des normalen Sprachflusses (bis hin zum Mutismus) zeigen. Des Weiteren kann es auch zu einer assoziativen Lockerung des Sprechflusses bis hin zum „Wortsalat“ (Logorrhoe) mit Neologismen, Vorbeireden und Satzkontaminationen kommen. Die letztgenannten Symptome sind in Bezug auf die subkortikale Verarbeitung und Prozessierung von Sprache besonders relevant.

10.3.4.1 *Neuroanatomische und neurophysiologische Zusammenhänge*

Im Zentrum der Hypothesenbildung in Bezug auf die Ätiologie der Schizophrenie steht das dopaminerge System. Die These rührt von der Beobachtung her, dass Dopaminantagonisten (Neuroleptika wie z.B. Haldol) eine gute Wirksamkeit bei der Behandlung von schizophrenen Psychosen zeigen. Zudem könne Dopaminagonisten (wie z.B. Amphetamine) schizophrenieähnliche Psychosen auslösen. Ursprünglich ging man von einer allgemeinen Überfunktion des dopaminergen Systems aus (Davis et al., 1991). Heutzutage geht man allerdings zu einer möglichen Beteiligung zahlreicher weiterer u.a. glutamaterger, serotonerger und gabaerger Neurotransmittersysteme über (vgl. Kornhuber und Weller, 1994). Insbesondere das gestörte Gleichgewicht dieser Systeme untereinander trägt vermutlich zur Genese einer Schizophrenie bei. Die erwähnten Regelkreisläufe befinden sich zu einem großen Teil innerhalb der Basalganglien und dem Thalamus, wobei die subkortikalen Kerne auch in Verbindung mit kortikalen Bereichen stehen (vgl. Schaltkreisschema in Möller et al. 2003, S. 1058). Eine mittels bildgebender Verfahren feststellbare Hypofrontalität (Buchsbaum und Haier, 1983) bei Schizophrenien ist vermutlich auf frontal-subkortikale Dysregulationen zurückzuführen. Eine Hypothese hierzu ist der Ausfall einer thalamischen Filterfunktion, wodurch der cerebrale Kortex sich nicht mehr durch Feedbackmechanismen schützen kann und es bei den Patienten zur Reizüberflutung kommt (und folglich zu einer psychotischen Dekompensation). Neuropsychologisch und klinisch imponieren vor allem Konzentrations- und Auffassungsstörungen, aber auch Sprachstörungen (Blockiertheit, Loghorroe, Wortfindungsstörungen, Kontaminationen, Neologismen).

10.3.4.2 *Sprachpathologien bei Schizophrenie*

Zur Sprache bei Schizophrenie existiert eine aufschlussreiche Monographie (Kraus und Mundt 1991), auch hierbei ist von einer subkortikalen Sprachbeteiligung auszugehen.

Bei der Schizophrenie werden insbesondere Schwierigkeiten bei der Dechiffrierung von Ambiguitäten und Sprichwörtern beschrieben. Zweideutigkeiten irritieren die Patienten auch im klinischen Alltag. Die Patienten sind oftmals

semantisch unflexibel, insbesondere was die Prozessierung von „übertragenen“ Bedeutungszusammenhängen anbelangt. Man spricht auch von einem „Konkretismus“ der Schizophrenen. Titone et al. (2000) führten ein Priming-Experiment durch, bei dem dominante und nicht-dominante Homonyme durch einen Kontext „geprimed“ wurden. Hierbei zeigte sich eine deutliche Unflexibilität bei den schizophrenen Patienten im Vergleich zu gesunden Kontrollen. Die Patienten neigten etwa dazu, die dominante Bedeutung schneller zu aktivieren, auch wenn der Kontext eher auf die nicht-dominante Verwendung eines Begriffes hinwies:

„Moreover, the results also suggest that contextual strength is an important determinant of when schizophrenia patients fail to inhibit contextually irrelevant meanings. Schizophrenia patients were more likely than controls to show priming for the dominant meanings of homonyms when sentence context moderately biased subordinate meanings, even for the subset of items that produced the greatest amount of subordinate priming” (Titone, 2000, S. 765).

Ein Erklärungsansatz für derartige Schwierigkeiten der Schizophreniepatienten ist die Annahme eines Inhibitionsdefizits in Bezug auf einen entsprechenden semantischen Kontext. So können an Schizophrenie erkrankte Personen auch fehlerhaft verwendete kontextuelle Bezüge oft nicht adäquat entschlüsseln (Kuperberg et al., 2006). Es werden auch konnektionistische Modelle zur Erklärung dieser Fehlleistungen herangezogen, so seien möglicherweise die Schwellenwerte zum Erkennen des passenden Kontextes bei Schizophrenie herabgesetzt (Titone et al., 2000). Auch Manschreck et al. (1988) nehmen an, dass die „spreading activation“ im semantischen Netzwerk bei Schizophreniepatienten ungezügelt verläuft. Sie fanden, insbesondere bei Patienten mit formalen Denkstörungen, ein Aufmerksamkeitsdefizit in Bezug auf die Reaktionszeiten bei lexikalischen Entscheidungen. Copland und Kollegen (2002) untersuchten mit einem Priming-Paradigma die Antwortlatenzen bei Aufgaben zu lexikalischen Ambiguitäten. Bei den schizophrenen Patienten fanden sie bei dem kurzen ISI (Interstimulus-Intervall) von 100 ms keine Unterschiede zu Normalprobanden. Bei einem langen ISI (von 1250 ms) kam es jedoch zu Schwierigkeiten bei der Schizophreniegruppe. Copland et al. nehmen ein Defizit in der Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit bei den an Schizophrenie erkrankten Patienten an. Auch sie gehen von einem Inhibitionsdefizit der Alternativ-

bedeutungen aus. Copland et al. stellen fest (ebd., S. 326), dass die Zusammenbruch „in context-based meaning inhibition only occurs when attentional/controlled processing demands increased over time.“

Die Wissenschaftler um Copland verweisen zudem auf ähnliche Ergebnisse im Zusammenhang ihrer weiteren Studien an Patienten, die an einer nicht-thalamischen, subkortikalen Läsion leiden. Bei diesen läge ein ähnlich defizitäres Prozessierungsmuster in Bezug auf Ambiguitäten vor (vgl. Copland, 2001). Vermutlich sind bei der Schizophrenie, ähnlich wie bei Patienten mit Tourette-Syndrom, Parkinsonscher Erkrankung und Patienten mit subkortikalen Läsionen, subkortikal-frontale Erregungskreisläufe gestört (und zwar in jeweils unterschiedlicher Form).

10.4 Sprachfunktionen/Modelle zu den Basalganglien

10.4.1 Subkortikale Sprachprozessierung im Modell von Claus Wallesch

Der Neurologe Claus Wallesch (1985; 1988) betont in seinen Arbeiten immer wieder die Bedeutung von Erregungskreisläufen, in welche u.a. Thalamus und Basalganglien integriert seien. Diesen erstmals von Bucy (1942) erwähnten „cortico-striato-pallido-thalamo-cortical-loops“ schreibt Wallesch nicht etwa nur eine motorische, sondern auch eine eindeutig kognitive Funktion zu. So machen Wallesch et al. (1985; 1988) die Erregungskreisläufe u.a. verantwortlich für eine korrekte Auswahl von kortikal generierten, lexikalischen Alternativen. Sie schreiben den Basalganglien im Gegensatz zu anderen Neurowissenschaftlern eine durchaus informationsverarbeitende Funktion zu. Crosson (1997) hingegen geht im Gegensatz hierzu von einer eher aufmerksamkeitsselektiven Funktion aus. Wallesch und Papagno (1988) hingegen vermuten bei der Wortauswahl, ähnlich wie Eccles und Popper (1977) und Goldman-Rakic (1984), einen Wettbewerb um die jeweils beste lexikalische Alternative. Die subkortikalen Strukturen seien in diese „Auswahl-loops“ in zentraler Art und Weise integriert. Die kortikale Prozessierung lexikalischer Alternativen unterliege so einem Monitoring durch subkortikale Hirnstrukturen. Nur so sei ein derart spontaner und schneller Zugriff auf das Sprachlexikon möglich, etwa durch Inhibition unpassender Alternativen. Das Modell von Wallesch ist, wie bereits angedeutet, durchaus vergleichbar mit modernen konnektionistischen Netzwerkmodellen zur Bedeutungsunterscheidung (vgl. Kapitel 9.4.5). Netzwerktheorien gehen, wie gezeigt, ebenfalls von einer gestaffelten und sukzessiven Hemmung unpassender semantischer Alternativen aus. So erst sei eine semantisch optimale Feinregulation möglich.

Wallesch et al. (1988) verlegen diesen Mechanismus der Feinabstimmung nun neurofunktionell in den Subkortex. Läsionen des Striatums können folglich durch einen Wegfall von Hemmung auf den Thalamus eine ungehinderte Bahnung von unpassenden Wortalternativen bewirken, die Regulation ist gestört, klinisch imponiert die Störung z.B. in Form einer aphasischen Wortproduktion, eines Tics oder einer assoziativen Lockerung. Wortwiederholungen dürften nach diesem

Modell relativ wenig beeinträchtigt sein, da diese kein derart intensives semantisches Monitoring erfordern. Derartige Vermutungen ließen sich tatsächlich empirisch bestätigen (Crosson, 1992; 1984). Oftmals wurde auch eine Verwandtschaft zwischen der transkortikalen Aphasie und der subkortikalen Aphasie postuliert (Wallesch und Papagno, 1988). Bei der transkortikalen Aphasie finde man charakteristischerweise, ähnlich der subkortikalen Aphasie, eine weitgehend intakte Wortwiederholung.

Durch den Einfluss subkortikaler Hirnsysteme lässt sich auch nicht zuletzt die starke emotionale Einfärbung alltäglichen Sprachgebrauchs erklären (Damasio, 2001). Selbstverständlich spielen neuronale Einflüsse des limbischen Systems (etwa via anteriores Cingulum) eine große Rolle. Der Thalamus und die Basalganglien üben womöglich auch hier eine Relaisfunktion aus und bilden bei der Sprachproduktion eine Verbindung zur emotionalen und spontanen Situation des jeweiligen Sprechers.

Kritik an den informationsverarbeitenden Modellen des Subkortex ist durchaus berechtigt. Auffällig ist sicherlich eine Diskrepanz zwischen den heterogenen aphasischen Symptomen bei subkortikalen Läsionen und einer vermeintlich eindeutigen Theorie der subkortikalen Sprachverarbeitung.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass den konnektionistischen Sprachmodellen eine mögliche Scharnier- und Schlüsselrolle zwischen den harten neurofunktionellen Befunden auf der einen Seite und einem neuropsychologisch komplexen System wie Sprache auf der anderen Seite zukommen könnte. Diesen Gedanken gilt es weiterzuverfolgen.

10.4.2 Das “Response/Release-Modell” von Bruce Crosson

Anknüpfend an das oben aufgezeigte Modell zur Sprachprozessierung von Wallesch et al. entwickelte der Neurolinguist Bruce Crosson (2002) ein sogenanntes „response-release-semantic-feedback“-Modell der Basalganglien, indem er die Funktion des Pulvinar hervorhebt. Crossons Modell der Basalganglien betont die aktivierende Funktion der subkortikalen Strukturen auf den Kortex. So ließen sich etwa Phänomene wie Perseverationen, Paraphasien und Jargon bei thalamischer Läsion erklären (und auch schizophrene

Sprachsymptome, wie etwa die Logorrhoe, sind möglicherweise so zu erklären). Crosson stimmt mit Wallesch et al. (1985) überein, indem er konstatiert, dass die Wortwiederholung bei subkortikaler Läsion zumeist relativ unbeeinträchtigt sei. Der Pulvinar besitze Verbindungen mit dem anterioren und posterioren Kortex, sei also eine Relaisstation zwischen dem anterioren Kortex (Formulierung, Kurzzeit-Speicherung von Phrasen) und dem posterioren Kortex (semantische Überprüfung vorformulierter Phrasen). Nach einer Vorformulierung innerhalb dieser Kreisläufe würden die so generierten Phrasen vom posterioren Kortex für eine motorische Programmierung freigegeben. Die Überwachung und Steuerung, das Monitoring dieser Prozesse, leiste der Pulvinar als wichtiger Kern des Thalamus. Auch neuroanatomisch lässt sich dieses Modell nachvollziehen. Die anterioren und posterioren Kortexareale projizieren jeweils zum Striatum (Goldman-Racic und Selemon, 1986). Weiterhin ist interessant, dass der kortikostriatale Transmitter Glutamat (exzitatorisch) und der striatale Haupttransmitter GABA (inhibitorisch) ist (Spencer, 1976). Wir haben es hier also mit einem Feed-Back-Mechanismus zu tun. Das Striatum ist funktionell eng an den Thalamus gebunden, welcher die kortikale Aktivität hemmt. Zusammenfassend stellt sich der hier vorgestellte Regelkreis folgendermaßen dar: Kortex (exzitatorisch) – Striatum (inhibitorisch) – Thalamus (inhibitorisch) – Kortex (exzitatorisch).

Die reziproke Verschaltung der subkortikalen Hirnkerne veranlasste Crosson (1997, S. 287) zu der Hypothese, dass durch einen Wegfall der striatalen Inhibition (z.B. im Rahmen einer Läsion) auf den Thalamus (speziell des Pulvinar) eine Aktivierung des Kortex die logische Folge ist:

„Reduced pallidal output of the ventral anterior nucleus of the thalamus frees this structure from inhibition, allowing an excitatory signal to be sent to the cortex, triggering release of the buffered language segment for motor programming.“

Auch durch das Crossonsche Sprachmodell lassen sich also zahlreiche Sprachbeeinträchtigungen bei subkortikaler Läsion plausibel erklären.

10.4.3 Basalganglien und selektive Aufmerksamkeit

Neben der bereits vorgestellten Release/Response Theorie entwickelte Crosson (1997) das sogenannte „Frontal-ITP-NR-CM-System“. Hierunter versteht man die neuroanatomischen Verbindungen zwischen der ventralen formatio reticularis (NR), thalamischen Kerngebieten (Nucleus centromedianus/CM, Nucleus thalamicus inferior/ITP) und schließlich dem frontalen Kortex. Die Mittelhirnregion und die Formatio reticularis wird bekanntlich mit der Steuerung des sogenannten „Arousal“ (Wachheitsgrad) in Verbindung gebracht. Raymer et al. (1997) beobachteten ein Benennungsdefizit bei einem Patienten mit Thalamusläsion, welches sowohl die geschriebene als auch die gesprochene Sprache betraf. Die Wissenschaftler schlossen hierbei auf eine Unterbrechung der präzisen Zuordnung lexikalischer Alternativen, die lexikalisch-semantische Schnittstelle sei beeinträchtigt. Crosson (1997) vermutet eine funktionelle Beteiligung der oben genannten Kerngebiete für dieses korrekte Zusammenspiel. Insbesondere die centromedianen Kerne des Thalamus, als auch der Pulvinar seien hier die zentrale Relaisstation zum frontalen Kortex. Auch Ojemann (1983) nahm eine solche partielle Aktivierung kortikaler Mosaikbausteine für spezifische Sprachfunktionen an. Mit der oben genannten Theorie könnten auch die Verständnisschwierigkeiten bei thalamischen Aphasien erklärt werden, da ein Sprachverstehensprozess nicht derartig viel Aufmerksamkeit erfordere, wie ein Sprachproduktionsprozess. Zum Verstehen von Sprache genüge oftmals nur eine Annäherung an eine mögliche Bedeutung. Dieser Befund lässt sich auch durch die Sprachphilosophie bestärken (vgl. Kap. 4).

10.4.4 Basalganglien und Gedächtnis

Baddeley (1986) postuliert in seinen Aufsätzen sogenannte Short-Time-Memory-Loops zwischen präfrontalen Kortexarealen, den Basalganglien und zurück. Dieses Kurzzeitgedächtnis spielt womöglich auch für die semantische und phonologische Speicherung (etwa in einem „Buffer“) eine Rolle. Crosson et al. (1997) erwähnen die Buffer-Funktion des anterioren Kortex für Phrasen und

Satzsegmente. Während die angestrebte Phrase vom posterioren Sprach-Kortex auf semantische Richtigkeit geprüft werde, sei es im anterioren Sprachareal quasi zwischengespeichert bevor es zur Sprachäußerung komme. In Sprachmodellen zur seriellen Sprachverarbeitung (vgl. Levelt, 1999) wird ebenfalls ein phonologischer und semantischer „Buffer“ vorausgesetzt. Auch Goldman-Rakic (1995) und Cummings (1993) betonen in ihren Forschungen zum Kurzzeitgedächtnis die Bedeutung von Kreisläufen zwischen dem frontalem Kortex und den Basalganglien.

10.4.5 Zusammenfassung der Läsionsdaten

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Ergebnisse insbesondere zu den Läsionen ein sehr heterogenes Bild liefern. Hier dürften, wie bereits erwähnt, neben den rein subkortikalen Läsionen auch Schädigungen der umliegenden weißen Substanz das Bild einer rein subkortikalen Aphasie verschleiern. Dennoch bieten die Ergebnisse genügend Motivation, auf diesem Weg weiter zu forschen. Speziell die funktionelle Bildgebung scheint die von vielen Forschern hypothetisierten fronto-basalen Kreisläufe zu bestätigen. Die Basalganglien sind offensichtlich in das Sprachgeschehen mindestens im Sinne einer Monitoring- oder die Aufmerksamkeit regulierenden Funktion involviert. Vor allem für den Thalamus scheint eine solche Funktion sogar syndromal klassifizierbar.

10.4.6 Konnektionistische Modelle und subkortikale Läsionen – Perspektiven für ein Gesamtmodell

Die beiden bereits vorgestellten, von Klaus Wallesch (1988) und Bruce Crosson (1997) entwickelten Modelle zur subkortikalen Sprachverarbeitung lassen sich durchaus zu einem Gesamtmodell vereinigen. Ansätze hierzu lassen sich mit Unterstützung des konnektionistischen Sprachmodells Gary Dells (1986) formulieren. Mit Hilfe des Dellschen Modells lassen sich alle empirisch wichtigen aphasischen Sprachfehler erklären (vgl. Abel, 2001). Deutlich wird hierbei ein Zusammenhang zwischen der aphasischen Störung und den jeweiligen Kompensationsstrategien. Benutzt ein Aphasiker z.B. statt des Wortes „Katze“ das

Wort „Hund“, kann man auf eine gemeinsame Nutzung semantischer Knotenpunkten schließen. Phonologische Fehler lassen zudem eine Verbindung von phonologisch benachbarten Knoten vermuten usw. (vgl. ebd.).

Die von Klaus Wallesch (1988) postulierte korrekte und spontane Zuordnung lexikalischer Alternativen geschieht hierbei womöglich im Sinne der von Dell (1986) beschriebenen Knotenpunkte. Die richtige Wortbedeutung wird durch Bahnung und Inhibition erkannt. Die kreisenden Erregungen in Thalamus und Basalganglien mitsamt ihren oben beschriebenen reziproken Verschaltungen entsprechen den feed-forward und feed-back-Schleifen des Dellschen Konstruktes. Crosson (1997) und Baddeley (1986) nehmen ebenfalls einen solchen feed-back Mechanismus für die subkortikalen Kerne an.

Der Subkortex bewirkt so eine Grundaktivierung spezifischer Kortexareale (im Sinne der Crossonschen Ruheaktivierung via Nucleus reticularis). Auch diese angenommenen Grundaktivierungen finden sich im Dellschen Modell (1986). Im Rahmen von Bildgebungsexperimenten findet sich bei subkortikaler Läsion zumeist ein frontaler Hypometabolismus. Besondere Bedeutung scheint hier dem frontalen Kortex, u.a. dem supplementärmotorischen Areal sowie dem Cingulum zuzukommen, welche neben Projektionen vom Thalamus, u.a. Projektionen zum Neostriatum aufweisen (Divac, 1972, Goldman-Racic und Selemon, 1986).

Zur Überprüfung dieser Hypothese eignet sich insbesondere das Phänomen der semantischen Ambiguität.

10.4.7 Prozessierung von Ambiguitäten

Vielversprechend in Bezug auf die Basalganglien und Sprache scheint vor allem der Bereich semantischer Begriffsrelationen zu sein. In einem seiner neueren Aufsätze betont Bruce Crosson (2002) eine mögliche subtile Beteiligung der Basalganglien an sogenannten „high oder linguistic functions“. Die heterogenen Symptome bei Basalganglienläsion verschleiern möglicherweise eine nicht-klassische, subtile Beteiligung der Basalganglien, z.B. an der Prozessierung von Ambiguität. Crosson verweist in seinem Aufsatz auf die Arbeiten von Copland. Dessen Arbeiten seien wegweisend in Bezug auf eine mögliche Funktion der Basalganglien. Copland et al. (2001) untersuchten das Homonymieverständnis bei

Patienten mit Basalganglienläsion Für die Untersuchungen zu Homonymen seien insbesondere fronto-striatale Kreisläufe von Relevanz. Diese Kreisläufe könnten speziell die Auswahl lexikalischer Ambiguitäten unterstützen. Copland et al. (2001) führen zum Beleg ihrer Annahmen auch Studien zur Huntingtonschen Erkrankung und Parkinson an. Bei diesen Patientengruppen finde man, neben den Kardinalsymptomen, signifikante Schwierigkeiten beim Verständnis von semantischer Ambiguität. Copland et al. befürworten die oben diskutierten Netzwerkmodelle zur Wortfindung und heben speziell das „activation-selection-elaboration“ Modell von Till et al. (1988) hervor (vgl. Kapitel 8). In der zitierten Studie interpretierten die Untersucher ihre Ergebnisse nun wie folgt: Die Entschlüsselung von Bedeutung bei ambigen Wörtern verlaufe womöglich in zwei Schritten, zunächst werde ein lexikalischer Zugriff auf alle möglichen Bedeutungsalternativen eines Wortes hergestellt (kurzes ISI = selection and suppression of meanings, sense selection), dann erst erfolge die eigentliche Bedeutungszuweisung (langes ISI = development of inferences, sense elaboration). Copland et al. ließen diese Überlegungen von Till et al. nun in ihre Studie einfließen und entwarfen folgende Hypothese:

„Given the emerging view of fronto-striatal attentional/strategic mechanisms, it is hypothesized that NS patients (Nonthalamic Subcortical Lesions patients) will be differentiated from control subjects in those aspects of discourse processing that are heavily reliant on cognitive resources. Specifically, we predicted that controls and NS subjects would prime appropriate and inappropriate associates but not inferences at the short ISI, signifying automatic sense activation which is consistent with the exhaustive access model of ambiguity processing.“ (Copland et al. 2001, Seite 540)

In der Tat gelang sowohl den Parkinsonpatienten als auch den Patienten mit subkortikalen Läsionen (NS) eine korrekte „sense-selection“, sie zeigten jedoch deutliche Defizite bei der oben genannten „sense-elaboration“. Copland et al. schlossen also auf eine subtile Sprachbeteiligung des Subkortex in Form einer jeweils korrekten und kontextuell richtigen Auswahl von Bedeutungen. Patienten der Gruppe mit rein kortikaler Läsion zeigten weder bei der „sense-selection“ noch bei der „sense elaboration“ signifikante Defizite. Zusammenfassend unterstreichen die Ergebnisse Coplands et al. die Richtigkeit der Selektionsmodelle Crossons und Walleschs und motivieren zu einer Untersuchung der Hypothesen mit Hilfe

von bildgebenden Verfahren. Copland et al. nutzten in der oben beschriebenen Studie einfache Paradigmen, bei denen es nicht auf kontextuelles Erkennen von Homonymen ankam. Es galt lediglich, zwischen einem dominanten, einem subdominanten Homonym und einem Ablenker zu unterscheiden. Neben der bereits vorgestellten Studie führten Copland et al. (2000) weitere Studien zu Homonymien bei subkortikalen Aphasien durch. Hierbei ging es ihnen insbesondere darum, die kontext- bzw. satzimmanente Prozessierung von Ambiguitäten zu untersuchen. Schließlich entspricht diese Form der Verarbeitung von Homonymen eher der alltäglichen kommunikativen Realität. Copland et al. (ebd.) rekurrieren hierzu auf die Untersuchungen von Prather et al. (1988, 1992, 1994), welche Primingexperimente bei Broca- und Wernickeaphasikern, sowie bei Kontrollprobanden durchführten. Bei den kontextabhängigen Experimenten fanden Copland und seine Mitarbeiter einen Zusammenbruch der Homonymenzuordnung bei Parkinsonpatienten und bei Patienten mit subkortikalen Läsionen (bei dem langen ISI von 1500 ms). Verantwortlich hierfür seien vermutlich eine defizitäre kortikale Aktivierung und hieraus resultierende Defizite beim effizienten lexikalischen Zugriff.

In der neurolinguistischen Forschung zur Homonymie existiert eine Kontroverse darüber, ob ein Homonym kontextuell „gebahnt“ wird, d.h. ob es kontextabhängig verarbeitet wird, oder nicht. Glucksberg et al. (1986), sowie Simpson et al. (1994) gehen von einer Kontextabhängigkeit aus, wohingegen Onifer und Swinney (1981) sowie Till, Mross und Kintsch (1988) von einer kontextunabhängigen Aktivierung von Homonymen ausgehen. Letztgenannte postulieren eine gleichzeitige initiale Aktivierung jeweils zahlreicher lexikalischer Alternativen.

Interessant in Bezug auf diese Fragestellung ist auch eine bereits veröffentlichte Studie von Weis et al. (2001) in welcher mittels fMRT die kortikale Aktivierung bei der Prozessierung von Wortformen (Homonymen) und Konzepten (Hyperonymie) getestet wurde. Weis et al. (ebd.) sowie ferner Grande (2003) greifen auf das konnektionistische Modell von Dell zurück und übernehmen dessen Hypothese von unterschiedlichen Ebenen („layers“) für Konzepte und Wortformen. Die Ergebnisse zeigten insbesondere bei den Homonymieaufgaben präfrontale Aktivierungen, die auf die von Crosson und Wallesch theoretisierten fronto-striatalen Verbindungen verweisen.

Prinzipiell scheint es sinnvoll, in einem Paradigma möglichst beide Bereiche, kontextuelle und nichtkontextuelle Homonymenprozessierung, zu testen. Deshalb sollte ein Proband, neben der Zuordnung von Nomen, auch jeweilige Satz- oder Phrasensequenzen einem entsprechenden Homonym zuordnen. Auch aus sprachphilosophischer Perspektive scheint ein Kontexteffekt bei der Ambiguitätenprozessierung ebenfalls sehr wahrscheinlich (vgl. Kapitel 4). Leider erzeugt ein solches Paradigma, je komplexer es ist, viel neuronales Rauschen („Noise“). Es sollte also nach Möglichkeit ein Kompromiss gefunden werden zwischen Komplexität und funktionaler Trennschärfe des Paradigmas.

Wir entwickelten ein Versuchsdesign, bei welchem die lexikalischen Entscheidungsstrategien überprüft werden können, welche u.a. auch im Fokus des Interesses von Wallesch (1988), Crosson (1997) und Copland et al. (2001) standen. Die Aufgabenstellung unseres Paradigmas sollte speziell die von den Forschern postulierten selektiven Entscheidungsprozesse beanspruchen. Ferner, so die Hypothese, sollte man mit diesem Experiment die konnektionistischen Wortbedeutungsmodelle z.B. Dells (1986) verifizieren und den Modellen mittels fMRT ein neuroanatomisches Substrat zuschreiben können. Rein neurolinguistisch betrachtet kann man das Phänomen „Homonymie/Polysemie“ durchaus, wie gezeigt, anhand konnektionistischer oder taxonomischer Netzwerkmodelle erklären. Das Gehirn ist etwa bei Hyperonymieaufgaben genötigt, selektiv (je nach semantischer Spezifität eines Lexems) auf bestimmte Hierarchiestufen dieses Modelles zurückzugreifen. Auch bei den Homonymieaufgaben müssen (etwa im Sinne des Konnektionismus) unpassende Bedeutungsalternativen gehemmt werden. Allerdings ermöglichen erst Thalamus und Basalganglien, so unsere Ausgangshypothese, einen reibungslosen Ablauf dieser Prozessierung, erst sie gewährleisten eine ausreichende Grundaktivität der semantischen Wortfelder (bzw. des Neokortex) und tragen somit womöglich entscheidend zu einer gezielten und korrekten Wortfindung bei.

Bündelt man bisherige Forschungsergebnisse zur Prozessierung von semantischen Ambiguitäten und setzt diese in Bezug zu möglichen subkortikalen Sprachverarbeitungsprozessen erscheint eine weitere Untersuchung dieses Gegenstandes insbesondere mit Hilfe von modernen bildgebenden Verfahren sinnvoll (mittels fMRT, DTI etc.). Wir entwickelten ein eher einfach strukturiertes, gut verständliches Paradigma, welches in der Lage ist semantische

Ambiguitätenprozessierungen abzubilden.⁴¹ Im Folgenden soll zunächst das entsprechende Versuchsdesign unserer fMRT-Studie kurz erläutert werden, gefolgt von einer knappen Off-Line-Evaluation des Versuchsaufbaus, bei welchem unterschiedliche Reaktionszeiten und Fehlerquoten bereits auf mögliche Mechanismen bei der Prozessierung von Ambiguitäten hinwiesen. Anschließend soll die Methodik des fMRT genauer dargestellt werden, nicht zuletzt um einen Eindruck über die Aussagekraft des Verfahrens zu erhalten.

10.5 Design für eine Studie zur Ambiguitätenprozessierung

Aufgrund der bisherigen Darstellungen zur Sprachbeteiligung der Basalganglien erschien es sinnvoll, die Beteiligung der Basalganglien an Sprachfunktionen anhand von Bedeutungsfindungsaufgaben bei Homonymen zu testen. Hierzu entwickelten wir ein entsprechendes Versuchsdesign: es handelt es sich um die Entwicklung eines Paradigmas mittels „Presentation“, einem Computerprogramm zur Programmierung visueller Stimuli. Die Stimuli wurden den Probanden unter einem fMRT-Scanner präsentiert, die funktionellen Daten mittels SPM2 statistisch ausgewertet.

10.5.1 Design des Paradigmas

Unserem Paradigma zur Untersuchung von Desambiguierungsprozessen liegt eine Studie zugrunde, bei der 68 deutsche Homonyme im Hinblick auf deren Polarität evaluiert wurden (Moritz et al., 2001). Anhand dieser Studie wählten wir 15 Homonyme für unser Experiment aus. Dazu wählten wir sowohl polare als auch wenig polare Homonyme bzw. Polyseme aus. Aus empirischen Befragungen von Probanden berechneten Moritz et al. einen sogenannten Ambiguitätsindex mit einem Range von 0 (hohe Polarität) bis 1,5 (niedrige Polarität).

Mittels einer Spezialbrille werden jedem Probanden auf einem Bildschirm entsprechende Items projiziert. Hierfür wird eine MR-kompatible LCD-Brille genutzt (VisuaStim XGA, Resonance Technology Inc., Los Angeles, USA). Mit

⁴¹ Zugunsten der einfachen, klaren Designs ließen wir Kontexteffekte ganzer Sätze zunächst außer acht. Diese Effekte sollen in Anschlussstudien überprüft werden.

Hilfe des Computerprogramms zur Erstellung visueller Stimuli, „Presentation“ (Neurobehaviouralsystems.com) entwickelten wir ein entsprechendes Versuchsdesign:

Insgesamt existieren vier Bedingungen (siehe Abb. 4). Bei der ersten Bedingung („JA“-Bedingung) werden gleichzeitig auf der oberen Bildschirmhälfte zwei mit einem Zielhomonym assoziierte Begriffe eingeblendet (dominante Assoziation und nicht-dominante Assoziation), wobei in der Mitte der unteren Bildschirmhälfte das entsprechende, zugehörige Zielhomonym erscheint. Erkennt der Proband eine Homonymbeziehung von den oberen beiden Begriffen in Richtung des Zielwortes (= Zielhomonym) antwortet er durch Mausklick mit Hilfe eines Tasters mit einem Klick (=„JA“). Der zur Verfügung stehende Antworttaster hat zwei Tasten für Antwort „JA“ und „NEIN“ (Antwort mit der linken Hand, Zeigefinger = „JA“, Mittelfinger = „NEIN“). Bei der zweiten Bedingung erscheinen wiederum zwei Wörter in der oberen Bildschirmhälfte, wobei diesmal die nicht-dominante Homonymassoziation durch einen Ablenker ersetzt ist. Es ist hierbei also nur die dominante Homonymassoziation sichtbar, ein Ablenker und das zur dominanten Assoziation passende Zielhomonym in der unteren Bildschirmhälfte. Da beide oberen Wörter zum Zielhomonym jeweils zueinander passen müssen, lautet hier die richtige Antwort: „NEIN“. Bei der dritten Bedingung ist in der oberen Bildschirmhälfte, analog zur zweiten Bedingung, die dominante Homonymassoziation durch einen Ablenker ersetzt, auch hier ist die korrekte Antwort ein „NEIN“. Bei der vierten Bedingung (Kontrollbedingung) werden jeweils nur zwei Ablenker und ein Zielhomonym präsentiert, die passende Antwort ist auch hier: „NEIN“. Alle drei Wörter werden jeweils gleichzeitig gezeigt, um das Gedächtnis beanspruchende Effekte weitestgehend zu minimieren. Für jedes der 15 Zielhomonyme wurden jeweils alle vier der oben beschriebenen Bedingungen entworfen, sodass insgesamt 120 Items resultierten. Bei diesen 120 Items wurden dann nochmals die oberen beiden Begriffe spiegelverkehrt und randomisiert präsentiert um Lese- und Platzierungseffekte zu reduzieren. Es wurden ferner jeweils 2-4 Items einer Bedingung nacheinander präsentiert (rapid-event-related-design).

Bedingung 1 (JA-Bedingung):

dominante Homonymassoziation Homonymassoziation (z.B. Kind)	nichtdominante (z.B. Schraube)
Zielwort (= Homonym) (z.B. Mutter)	

Bedingung 2 (NEIN-Bedingung):

dominante Homonymassoziation (z.B. Kind)	Ablenker (z.B. Apfel)
Zielwort (= Homonym) (z.B. Mutter)	

Bedingung 3 (NEIN-Bedingung):

nichtdominante Homonymassoziation (z.B. Schraube)	Ablenker (z.B. Apfel)
Zielwort (= Homonym) (z.B. Mutter)	

Bedingung 4 (NEIN-Bedingung):

Ablenker (z.B. Zange)	Ablenker (z.B. Apfel)
Zielwort (= Homonym) (z.B. Mutter)	

Abbildung 4 Versuchsschema

10.5.2 Evaluation des Paradigmas Off-Line (behaviorale Daten)

Bei der Evaluation des Paradigmas (ohne fMRT Messung) zeigten sich deutliche Priming-Effekte:

Anhand der gemessenen, durchschnittlichen Reaktionszeiten (siehe Abb. 5) erkennt man, dass Bedingung 1 für die Probanden offensichtlich am schnellsten zu lösen ist. Hierbei ist von einem Priming-Effekt auszugehen, wie er bei ähnlichen Experimenten bereits vielfach beschrieben wurde. Der Priming-Effekt (vgl. Ratcliff und McKoon, 1981) deckt sich mit konnektionistischen Sprachprozessierungstheorien. Sieht der Proband z.B. die Items „Frau“ und „Mutter“ auf dem Bildschirm wird durch deren semantische Beziehung der (homonyme) Begriff „Mutter“ bereits voraktiviert. Diese Voraktivierung könnte z.B. durch excitatorische Erregung benachbarter Neuronen geschehen. Resultat wäre eine Senkung des Schwellenwertes für das Zielwort „Mutter“, die Antwortlatenz sinkt und die Reaktionszeit nimmt entsprechend ab.

Bedingungen 2 und 3 zeigten die längsten Reaktionszeiten. Bei beiden Bedingungen ist die Reaktionszeit in etwa gleich. Das Gehirn des Probanden wird durch die Kombination von homonymassoziertem Begriff und Nicht-Homonym irritiert, das neuronale System neigt aber zunächst dazu, auf das durch das zutreffende Item voraktivierte Muster zurückzugreifen. Das Gehirn des Probanden muss aber in weiterer Folge die ihm vorgelegte Aufgabe durch einen quasi analogen Abgleichprozess lösen, es muss gewissermaßen von der parallelen, digitalen Verarbeitung auf die serielle, analoge umsteigen. Es muss ferner erkennen, dass ein Puzzlestück in der Homonymkonstellation nicht passt, dieser Prozess erfordert eine größere Konzentration. Durch eine solche Konzentration geht wiederum Zeit verloren, die Antwortlatenz steigt entsprechend an.

Bedingung 4 ist nun weder „geprimed“, darum insgesamt langsamer als Bedingung 1 zu lösen, noch resultiert eine Irritation („Noise“) wie in Bedingung 2 oder 3. Die Reaktionszeit ist folglich in der Mitte zwischen den Bedingungen 1 bzw. 2 und 3 angesiedelt. Schon Ratcliff und McKoon (1981) beschrieben das Phänomen des „Schwellenwertes“ innerhalb semantischer Netzwerke. Die Wirksamkeit des Gedächtnisabrufes von semantischen Beziehungen hängt zum einen von der Güte

des Stimulus, d.h. von seinem Abstand innerhalb des konnektionistischen Netzwerkes und zum anderen von der Stärke des Primings, der Voraktivierung ab.

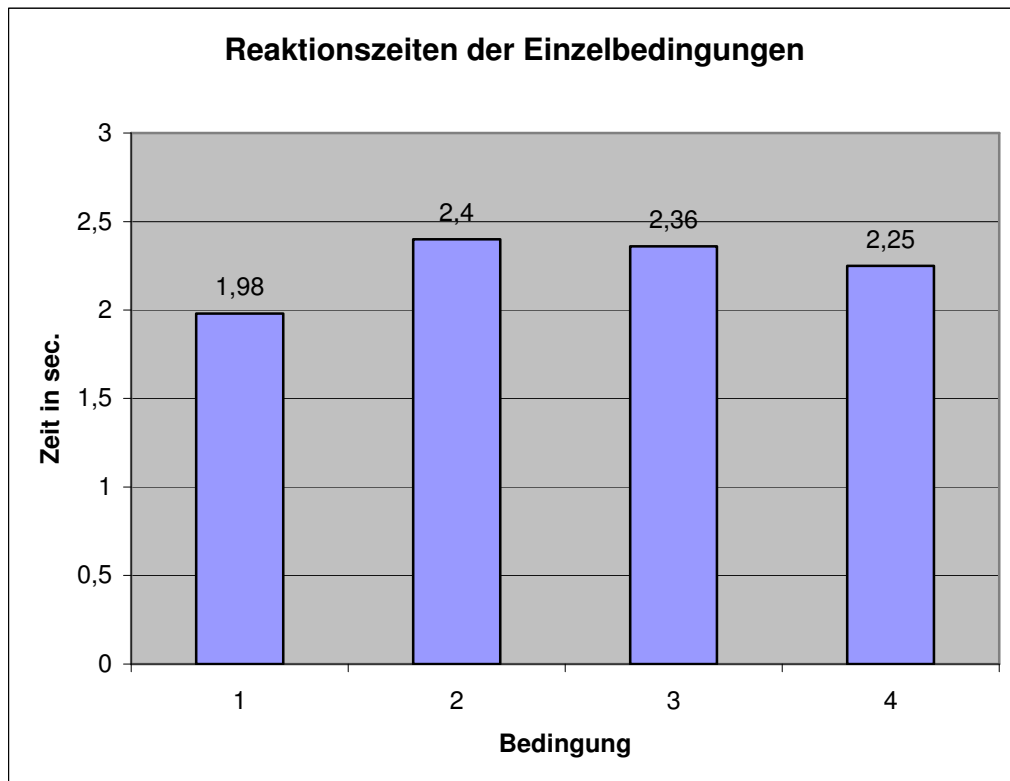


Abbildung 5: Durchschnittliche Reaktionszeiten bei den jeweiligen Bedingungen ($N = 15$).

Betrachtet man nun die Fehlerquoten (siehe Abb. 6) der einzelnen Bedingungen ergibt sich folgendes Bild: Die meisten Fehler werden erwartungsgemäß bei Bedingung 3 gemacht, gefolgt von Bedingung 2.

Die größte Irritation des Probanden scheint also Bedingung 3 zu verursachen, im Rahmen des konnektionistischen Modells kann man hier von einem Störfaktor, „Noise“ sprechen, der entsprechend auf das kognitive System einwirkt.

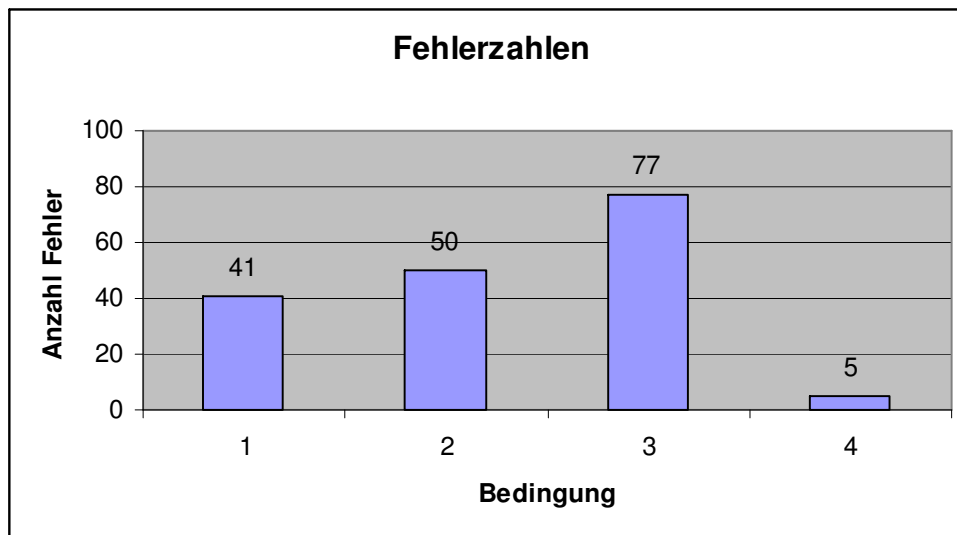


Abbildung 6: Fehlerzahlen bei den vier verschiedenen Bedingungen (N = 15).

Neurofunktionell kann man hier eine verstärkte Aktivität des für semantische Verarbeitungsprozesse relevanten präfrontalen Kortex (SMA, Cingulum) in Wechselwirkung mit Thalamus und den Basalganglien (Putamen, Caudatum) vermuten.

Im Hinblick auf konnektionistische Modelle lässt sich des Weiteren schlussfolgern, dass das nichtpolare Homonym, zusammen mit dem Nicht-Homonym (Bedingung 3) bei den Probanden eine nur geringfügige Senkung des Schwellenwertes bewirkt. Das neuronale System ist quasi versehentlich auf der Schwelle zur vollen Aktivierung. Bei einigen Probanden unterschreitet die Aktivierung nun akzidentiell den Schwellenwert, die Antwort ist in einem solchen Fall zumeist ein falsch positives Ergebnis. Auch unter Bedingung 2 kommt es zu einem vergleichbaren Phänomen, wobei durch die stärkere Polarität des Homonym-Items hier der Schwellenwert nicht derart stark gesenkt wird.

Interessant in Bezug auf die Anwendung des beschriebenen Paradigma auf bildgebende Verfahren sind insbesondere die potentiellen Ergebnisse unter Bedingung 2 und 3. Hier vermuteten wir eine besonders große Irritation während bei Bedingung 1 womöglich bereits gebahnte Assoziationsketten via Priming aktiviert werden (z.B. im Sinne der von Grande [2005] beschriebenen ausgedehnten parietalen Kortexaktivierungen). Bei Bedingung 2 und 3 hingegen ist das kognitive System durch die Kombination von Homonym und Nicht-Homonym irritiert und muss erst einen neuronalen Suchprozess anstrengen.

10.6 Kernspintomographie (MRT) und funktionelle Kernspintomographie (fMRT)

Die funktionelle Kernspintomographie ist ein modernes bildgebendes Verfahren, das heute aufgrund seiner fehlenden Strahlenbelastung und seines hohen Weichteilkontrastes in der Klinik breite Anwendung findet. Kennzeichnend für die funktionelle Bildgebung ist ihre hohe Ortsauflösung bei gleichzeitig geringer Patientenbelastung, was sie zu einem hervorragend geeigneten Instrument für experimentelle Fragestellungen auf dem Gebiet der funktionellen Hirnphysiologie macht.

10.6.1 Physikalische Grundlagen: Spin und Magnetisierung

Die Magnetresonanztomographie oder Kernspintomographie nutzt den Umstand aus, dass im äußeren Magnetfeld die Energie des Kerns davon abhängt, wie der Spin (und das damit verbundene magnetische Moment) zu diesem Feld ausgerichtet ist. Ein positiv geladenes Teilchen, das den Kern bildende Proton, wird von einer negativen Ladung, dem Elektron, umkreist. Das Proton rotiert dabei mit einer konstanten Geschwindigkeit wie ein Kreisel um die eigene Achse. Dieses Phänomen bezeichnet man als Kernspin. Durch eine derartige Bewegung verhält sich das Wasserstoffatom wie ein kleiner Stabmagnet (Weishaupt et al., 2001, Schneider und Fink, 2007, die folgenden Erläuterungen zur Technik der fMRT sind angelehnt an: Winters, 2007).

10.6.2 Wirkung in Magnetfeldern

Im menschlichen Körper sind die Magnetfeldvektoren der einzelnen Wasserstoffatome ungeordnet, so dass ihre Gesamtsumme nach außen hin elektrisch neutral ist. Bringt man aber ein externes Magnetfeld B_0 in Längsachse zum Körper, so richten sich die Spins entlang seiner Magnetfeldlinien aus. Hierbei sind grundsätzlich zwei Positionen möglich, eine parallele Position sowie eine antiparallele Position, wobei die parallele energetisch minimal günstiger ist und daher quantitativ tendenziell bevorzugt wird. Die Ausrichtung der Spins entlang der externen Magnetfeldlinien verläuft nicht direkt parallel, sondern „präzediert“,

was bedeutet, dass die Spinachse der Kerne eine Kreisbewegung um die Feldlinien von B_0 beschreibt. Dieser Vorgang resultiert in einer Kegelfigur (**Abb. 7**). Hierbei ist die Frequenz der Kreisbewegung zur Magnetfeldstärke direkt proportional und wird als Präzessionsfrequenz oder auch Lamorfrequenz bezeichnet.

Der Zusammenhang dieses Vorganges lässt sich mathematisch in folgende Gleichung fassen:

$$\omega_0 = \gamma B_0$$

ω_0 = Lamorfrequenz

γ = gyromagnetisches Verhältnis, konstant für jedes Element

B_0 = Stärke des Magnetfeldes (Tesla)

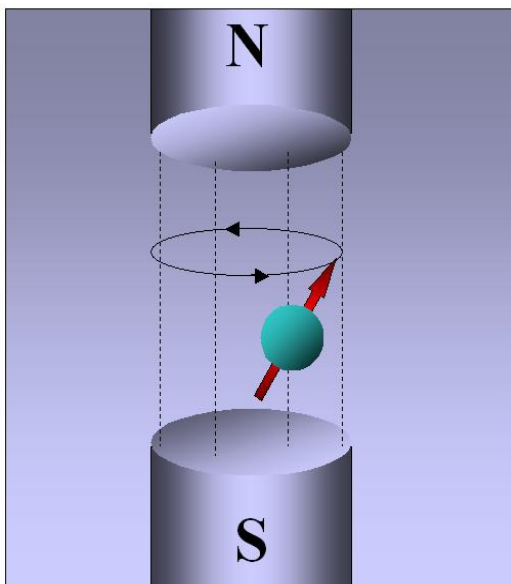
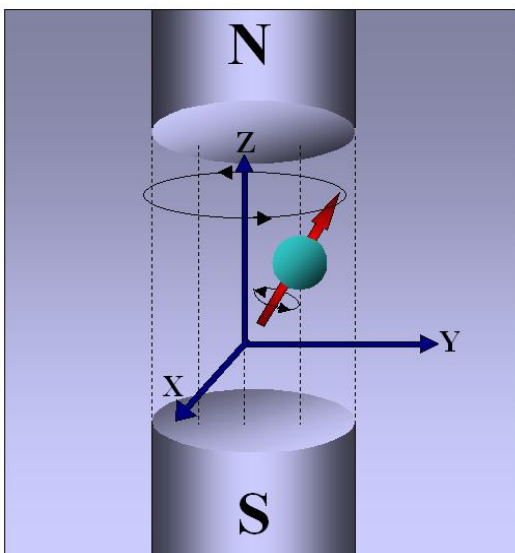


Abbildung 7: Kreisbewegung eines Protons um die Feldlinien eines externen Magnetfeldes
(Abb. nach Winters, 2007)



Legt man ein dreiachsiges Koordinatensystem in das externe Magnetfeld, wobei der Summenvektor B_0 als Z-Achse definiert wird, sowie die beiden anderen jeweils zueinander rechtwinkligen Achsen als X und Y, so kann man longitudinale Magnetisierung entlang der Z-Achse und transversale in der XY-Ebene im dreidimensionalen Raum gut beschreiben.

10.6.3 Hochfrequenzimpuls

Das Einstrahlen von Hochfrequenzimpulsen (HF) führt dem Spinsystem jeweils Energie zu, woraus eine Abnahme der Longitudinalmagnetisierung (entlang der Z-Achse) resultiert, die Transversalmagnetisierung jedoch zunimmt, was bildlich gesprochen zu einem Umklappen des Magnetisierungsvektors in Richtung der XY-Ebene führt. Eine „Sequenz“ ist in diesem Zusammenhang eine Kombination aus Hochfrequenzimpulsen und magnetischen Gradientenfeldern bestimmter Stärke, die in fixierten Zeitabständen jeweils ein- und ausgeschaltet werden. Der Hochfrequenzimpuls wird nach der Größe des Winkels, mit welchem er den magnetischen Summenvektor M_z auslenkt, bezeichnet. Bei einer Auslenkung genau in die XY-Ebene spricht man von einem 90° flip angle. Grundbedingung hierfür ist, dass die Frequenz des Impulses exakt der Larmorfrequenz entspricht. Dieses Phänomen wird als Resonanzbedingung bezeichnet (siehe Abb. 8).

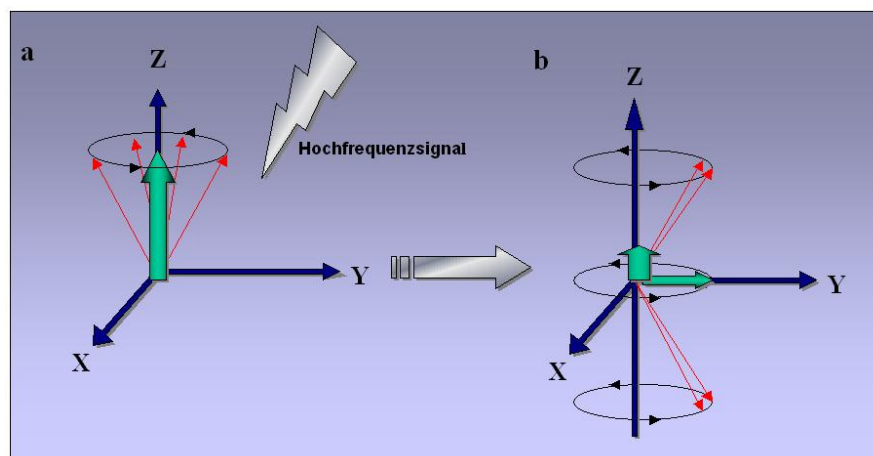


Abbildung 8: **a:** Ein Proton präzediert im externen Magnetfeld entlang der Z-Achse (rot). Sein resultierender Hauptmagnetisierungsvektor ist grün dargestellt.
b: Nach Einstrahlen eines Hochfrequenzsignals ändert sich sein Magnetisierungsvektor in Richtung der XY-Ebene
(Abb. nach Winters, 2007).

Die Rotation des Magnetisierungsvektors in der Transversalebene wirkt wie ein elektrischer Generator und erzeugt in der Empfängerspule des Kernspintomographen eine Wechselspannung, deren Frequenz der Larmorfrequenz

entspricht. Diese Wechsellspannung bezeichnet man als MR-Signal, das mittels von Verstärkern und Computern für die Bildgebung weiterverarbeitet wird.

Im weiteren Zeitverlauf nach Abschalten des HF-Impulses pendelt sich der Magnetisierungsvektor dann langsam wieder in die energetisch günstigere longitudinale Magnetisierungsrichtung ein. Das in der Transversalebene gemessene Signal verliert damit kontinuierlich an Intensität, behält jedoch seine Ausgangsfrequenz bei. Das so erzeugte Signal wird FID-Signal (free induced decay) genannt.

10.6.4 Relaxationsvorgänge

T1-Relaxation

Wie oben beschrieben, kehren angeregte Spins im weiteren Zeitverlauf unter Abgabe von Energie in ihre energetisch günstigere Ursprungslage zurück. Durch den Relaxationsprozess nimmt der Spin, nach einer gewissen Zeit, die durch die so genannte longitudinale Relaxationszeit T_1 bestimmt ist, die Richtung des äußeren Feldes wieder ein. Ein Zurückfallen in Richtung des externen Magnetfeldes B_0 (Z-Achse) bezeichnet man als longitudinale Relaxation oder Spin-Gitter-Relaxation, da Energie von den Spins auf die Umgebung (Gitter) abgegeben wird (siehe Abb. 9).

In einer T_1 -gewichteten Aufnahme erscheint somit Gewebe mit einer kurzen T_1 heller als Gewebe mit einer längeren T_1 , da die angeregten Spins in kürzerer Zeit zurückfallen und dementsprechend mehr Signal abgeben. Signalschwächeres Gewebe mit längerer T_1 imponiert entsprechend dunkel.

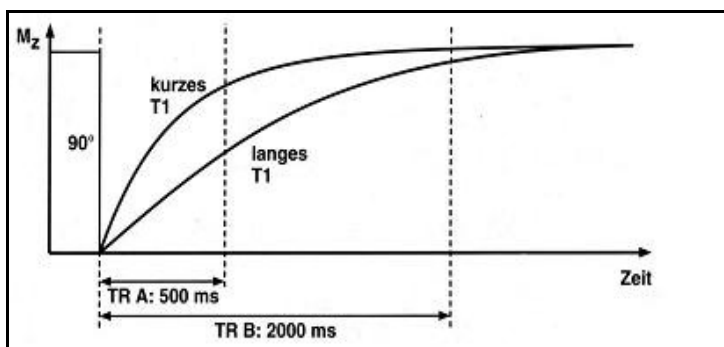


Abbildung 9:

Beispiel der Spin-Gitter-Relaxation zweier Gewebe mit unterschiedlichen Relaxationszeiten. Diese Eigenschaft macht man sich bei der Gewichtung der Bilder zunutze. (Abb. aus: Winters, 2007)

T2/ T2*-Relaxation

Hierbei handelt es sich um transversale Relaxationsvorgänge, bei denen Energie nicht auf die Umgebung, sondern auf andere Spins übertragen wird (Spin-Spin-Relaxation). Dies führt zu einer Dephasierung einzelner Spins, woraus lokale Magnetfeldänderungen resultieren. Man kann sich dabei vorstellen, dass sich die einzelnen Spins kurz nach Umklappen in die XY-Ebene noch alle in Phase befinden und ihre einzelnen Magnetisierungen somit noch einen gemeinsamen Summenvektor besitzen. Es kommt im weiteren Zeitverlauf durch Energieaustausch untereinander jedoch zu fortschreitender Dephasierung und folglich zu einer Abnahme des durch den Summenvektor gegebenen Signals, was mit der Konstanten T2 beschrieben wird.

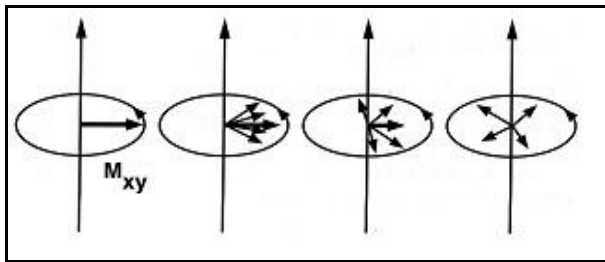


Abbildung 10:

Kurz nach Umklappen in die XY-Ebene sind alle Spins noch in Phase und besitzen einen starken gemeinsamen Magnetisierungsvektor. Im Zeitverlauf kommt es jedoch durch Energieaustausch untereinander zu zunehmender Dephasierung. (Abb. aus: Winters, 2007)

In einem T2-gewichteten Bild verliert Gewebe mit einem kurzen T2 schneller Signal gegenüber seiner Umgebung und erscheint auf der Aufnahme daher dunkel. Dies zeigt sich beispielsweise auf T2-gewichteten Aufnahmen von Hirngewebe, das im Vergleich zum Liquor (Hirnwasser) deutlich dunkler imponiert. Einen weiteren Einflussfaktor auf die Signalstärke stellen ferner zeitlich konstante lokale Inhomogenitäten des äußeren Magnetfeldes, wie z.B. Übergänge zwischen inhomogenen Geweben oder technisch gewollte Schichtwahlgradienten, dar, die ebenfalls zu einer schnellen Dephasierung in der Transversalebene führen und die mit T2* beschrieben werden. Die T2*-Komponente ist Gegenstand funktioneller MRT-Messungen.

10.6.5 Repetitionszeit, TR und Echozeit TE

Ein wesentlicher Vorteil der Magnetresonanztomographie im Vergleich zur Computertomographie liegt darin, dass Signalintensität und Kontrast verschiedene

Gewebe entsprechend ihrer physikalischen Eigenschaften auf MR-Bildern charakterisieren. Hierzu werden die Bilder jeweils nach der klinischen Fragestellung unterschiedlich gewichtet.

Um ein MRT-Bild nach den oben anführten Zeitkonstanten T_1 bzw. T_2/T_2^* zu gewichten, macht man sich die Repetitionszeit TR und die Echozeit TE zunutze.

Will man ein MR-Bild erhalten, so muss man jede Schicht in regelmäßigen Abständen anregen. Den Zeitabstand zwischen jeweils zwei Anregungen bezeichnet man dabei als Repetitionszeit TR. Je länger diese gewählt ist, desto mehr Spins haben die Möglichkeit, bis zur nächsten Anregung wieder in die Longitudinalrichtung zurückzukippen und somit für die nächste Anregung erneut zur Verfügung zu stehen. Wählt man also beispielsweise eine entsprechend kurze TR (z.B. unter ca. 600ms), erzeugen lediglich Gewebe mit einer kurzen T_1 ein starkes Signal. Das Bild ist also T_1 gewichtet, während Gewebe mit einer langen T_1 noch nicht wieder zu einer erneuten Transversalmagnetisierung zur Verfügung steht. Unter der Echozeit TE versteht man diejenige Zeitspanne, die man vom Einstrahlen des Hochfrequenzimpulses bis zur Messung des MR-Signals verstreichen lässt. Sie hat entscheidenden Einfluss auf das T_2 Signal, wird sie kurz gewählt (weniger als ca. 30 ms), so sind die Signalverlustunterschiede noch klein. Bei längeren Echozeiten (größer als ca. 60 ms) imponieren potentielle Signalintensitätsunterschiede deutlicher. Gewebe mit kurzer T_2 haben bereits mehr Signal verloren als solche mit langer T_2 , weswegen sie letztlich dunkel erscheinen.

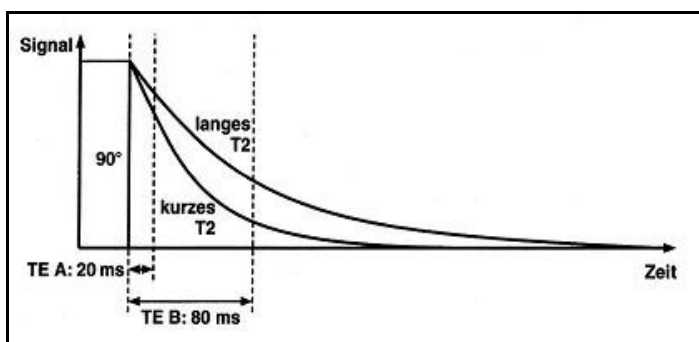


Abbildung 11:

Durch Variation der Zeit, die man nach Anregung bis zur Messung des Signals verstreichen lässt (TE), kann eine T_2 -Wichtung des Bildes vorgenommen werden. Misst man relativ spät, hat Gewebe mit kurzer T_2 schon viel Signal verloren und erscheint dunkel, während solches mit langer T_2 hell imponiert. (Abb. aus: Winters, 2007)

10.6.6 Funktionelle Magnetresonanztomographie und BOLD-Effekt

Schon im Jahre 1890 postulierten Roy und Sherrington einen direkten Zusammenhang zwischen Hirnaktivität und lokaler Durchblutung (Roy und Sherrington 1890). Diese Hypothese wurde wenige Jahrzehnte später verifiziert und dient heute als Grundlage verschiedener technischer Verfahren, wie beispielsweise der Positronen Emissions Tomographie (PET) oder der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT). Anhand der angegriffenen BOLD Aktivitäten lassen sich lokale Hirnaktivitäten graphisch darstellen.

Bei der dieser Arbeit zugrunde liegenden fMR-Tomographie macht man sich die Tatsache zunutze, dass aktive Hirnareale verstärkt Energie benötigen, die sie aus einem oxidativen Stoffwechselprozess gewinnen. Der hierfür benötigte Zusatzbedarf an Sauerstoff bewirkt eine Zunahme des lokalen Blutflusses in der aktiven Hirnregion, so dass bei Aktivität ein verändertes Verhältnis von oxy- und desoxygeniertem Blut im Vergleich zum umgebenden Gewebe besteht. Durch den BOLD-Effekt wird allerdings keine direkte neuronale Aktivität ausgedrückt. Der BOLD-Effekt erfasst nur eine hämodynamische Veränderung bei angenommener neuronaler Aktivität. Die neuronale Aktivität wird also nur indirekt gemessen.

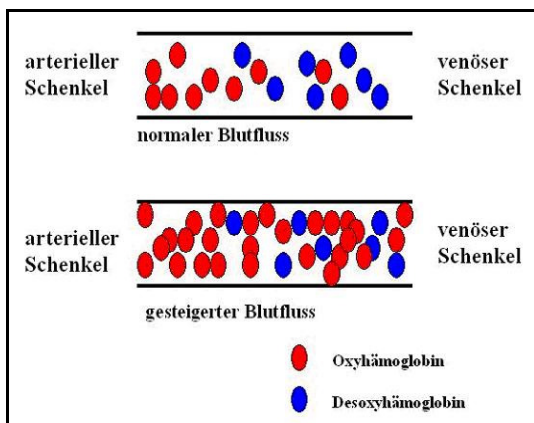


Abbildung 12

Bei Aktivierung von Hirnarealen nimmt der Gehalt an Oxyhämoglobin durch den gesteigerten lokalen Blutfluss zu, was zu einer relativen Abnahme des ferromagnetisch wirksamen Desoxyhämoglobins führt. Dies hat eine Änderung des lokalen Magnetfeldes zur Folge, die Einfluss auf das MR-Signal hat.

Im Einzelnen kommt es bei Aktivierung eines Hirnareals zunächst zu einem erhöhten lokalen Sauerstoffverbrauch, was mit einer Zunahme des Desoxyhämoglobins einhergeht, deren Maximum nach ca. 2,5 Sekunden erreicht ist. Reaktiv folgt nun nach 5-6 Sekunden ein erhöhter Sauerstoffzustrom in das aktive Gebiet, der den vorausgegangenen Verbrauch an Menge sogar noch übersteigt (Grinvald et al., 1991). Das nun mit oxygeniertem Hämoglobin durchströmte Areal ist dabei

größer als jenes, in dem der Verbrauch vorher stattgefunden hat (Kim und Ugurbil, 1997). Desoxygeniertes Blut besitzt im Gegensatz zu oxygeniertem ferro-magnetische Eigenschaften, weswegen seine Anwesenheit die Homogenität des Magnetfeldes stört (T2*-Komponente). Kommt es nun zu einem Zufluss von oxygeniertem Blut, führt dieser zu einer relativen Abnahme des lokal vorhandenen desoxygenierten Blutes und daher zu einer Abnahme der lokalen Magnetfeldstörung. Dies äußert sich in einer Abnahme der T2*-Komponente und zeigt sich letztendlich in einer Signalverstärkung auf T2/T2*-gewichteten MRT-Bildern. Das hier beschriebene Phänomen bezeichnet man auch als BOLD (Blood Oxygenation Level Dependant) Effekt. Weitere Einflussfaktoren auf den BOLD-Kontrast sind das zerebrale Blutvolumen (CBV) sowie der zerebrale Blutfluss (CBF). Es konnte gezeigt werden, dass die BOLD-Antwort mit dem lokalen Feldpotential von spezifischen Gehirnregionen korreliert und somit einen guten Indikator für intrakortikale Verarbeitungsvorgänge darstellt (Logothetis et al., 2001).

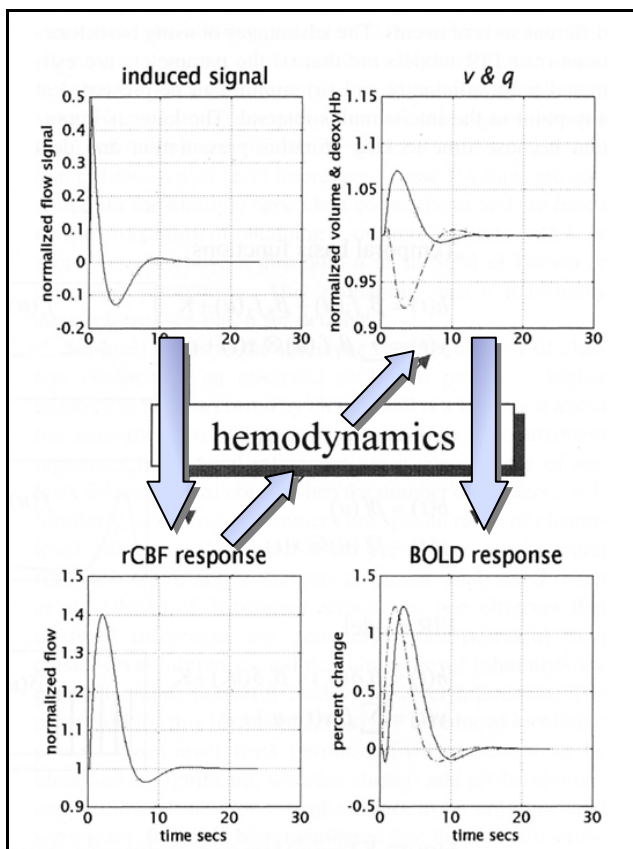


Abbildung 13:

Hämodynamischer Zusammenhang zwischen neuraler Aktivität und BOLD-Antwort: Gesteigerte neuronale Aktivität (induced signal) führt zu einer Zunahme des regionalen Blutflusses (rCBF response). Dies hat eine Dilatation der cerebralen Venolen (v) sowie eine relative Abnahme des regionalen Desoxyhämoglobingehaltes zur Folge (q). Diese Konzentrationsabnahme führt letztendlich zu einer vorübergehenden Steigerung der BOLD-Antwort (BOLD response), die in der funktionellen Kernspintomographie beobachtet wird.

10.7 Datenakquisition

Die Akquisition unserer funktionellen Daten wurde in einem 3 Tesla Philips-MRT ("Modell Achieva", Philips Medical Systems, Nederland B.V.) mit einer Standardkopfspule durchgeführt. Anhand einer Übersichtsaufnahme (Survey) erfolgte die Ausrichtung der horizontalen Schichten parallel zur AC-PC-Linie. Hieran schloss sich die eigentliche T2* gewichtete experimentelle Datenerhebung (EPI-Sequenz) an. Im Anschluss an jede Messung wurde jeweils eine anatomische Aufnahme gemacht.

Im Messverlauf folgten 695 Hirnvolumenaufnahmen (Dynamic Scans). Hierbei wurden jeweils 33 Schichten (Slices) mit 3,0 mm Schichtdicke und einem Schichtabstand (Gap) von 0,3 mm untersucht, woraus sich ein Voxelvolumen von jeweils 3.4375 x 3.4375 x 3.0 mm ergab. Die TR-Zeit wurde mit 2600 ms, die TE mit 30 ms gewählt. Der FA (flipping angle) bei allen Messungen betrug 90°. Der Beginn der fMRT-Sequenz wurde durch ein TTL-Signal des Scanners mit dem Start der Stimuluspräsentation gekoppelt.

10.8 Probandengruppe

Die Probandengruppe bestand aus 12 gesunden, die Geschlechter betreffend gleich verteilten Männern und Frauen zwischen 21 und 29 Jahren (mit einem Altersdurchschnitt von 25 Jahren). Keiner der Probanden wies in seiner Vorgeschichte eine psychiatrische oder neurologische Erkrankung und einen Unfall auf. Die Probanden waren jeweils Muttersprachler (Deutsch) und hatten eine überdurchschnittliche Ausbildung oder befanden sich im Studium.

10.9 Stimulationsinstrumente

Videobrille

Die Bilder wurden den Probanden über eine Videobrille der Firma Resonance Technology Inc. (Northridge, USA), VisuaStim XGA© mit einem Gesichtsfeld von

30°, einem virtuellen Abstand von 1,20 m und einer Auflösung von 800x600 Pixeln präsentiert (www.mrvideo.com/temp/functionalmri/visuastim.html).

Kopfhörer

Zur Lärmdämpfung und zur Kommunikationsmöglichkeit mit den Probanden kam ein Audiosystem der Firma Resonance Technology Inc. zur Anwendung.

10.10 Statistische Auswertung

Die mit Hilfe der funktionellen Magnetresonanztomographie gewonnenen Rohdaten wurden mit Hilfe des Statistikprogramms SPM2 (Wellcome Department of Imaging Neuroscience, London, UK) ausgewertet. Hierzu waren mehrere, sukzessive verschiedene Verarbeitungsschritte nötig. Bei einer Berechnung von Bewegungsartefakten wurden zunächst maximale Änderungen der Translation und Rotation von 2mm bzw. $1,7^\circ$ toleriert. Hiernach wurden die Daten auf ein sogenanntes anatomisches „Normalgehirn“ übertragen, welches eine Schablone des durchschnittlichen Standardgehirns darstellt. Dieser Vorgang wird als „Normalisieren“ bezeichnet. Als Schablone wurde in unserem Falle das „MNI brain template“ (Montreal Neurologic Institute) genutzt. Interindividuelle Unterschiede in der Gehirnanatomie wurden insoweit minimiert, sodass letztlich eine durchschnittliche Voxelgröße von $3 \times 3 \times 3$ mm auf der x-, y- und z-Achse resultierte. Dann wurden die normalisierten Daten mit Hilfe eines Gaussischen Filters von $7 \times 7 \times 7$ mm „geglättet“ um eine Normalverteilung der Aktivitäten zu erreichen und grobe Fehldaten („Noise“) herauszufiltern. Zufallseffekte wurden minimiert mit einer statistischen Signifikanz von $p=0.001$ unkorrigiert für alle komplexen Kontraste ($k = 5$ Voxel). Um Deaktivierungen auszufiltern, wurde inklusive maskiert mit einer Signifikanz von $p=0.01$. Zuletzt wurden die Koordinaten der Aktivierungen von MNI- in Talairach-Daten transformiert. Hierzu wurde die matlab-Funktion `mni2tal.m` von Matthew Brett genutzt (<http://www.mrc-cbu.cam.ac.uk/Imaging/mninspace.html>).

10.11 Ergebnisse

Unsere Aufgabenstellungen wurden durch die Probanden mit großer Sorgfalt und Präzision beantwortet. Bedingung 1 wurde in 95,7% der Fälle richtig beantwortet, bei Bedingung 2 gab es 94,2% richtige Antworten, bei Bedingung 3 wurden 92,8% und bei Bedingung 4 99,4% aller Items korrekt erkannt. Betrachtet man die fMRT-Daten, so ergeben sich in erster Linie die folgenden interessanten Kontraste:

Kontrast 1:	Bedingung 1	>	Bedingung 4
Kontrast 2:	Bedingung 2	>	Bedingung 4
Kontrast 3:	Bedingung 3	>	Bedingung 4
Kontrast 4:	Bedingung 1	>	Bedingung 3

Die ausgedehntesten Aktivierungen im Vergleich mit der Kontrollbedingung (Bedingung 4) wurden im Rahmen von Kontrast 1 gefunden. Neben den klassischen Sprachareale (BA 40, 44, 47) imponierten vor allem Aktivierungen im Bereich des linken Thalamus (Nucleus ventralis anterior, Nucleus anterior, Nucleus medialis dorsalis, Nucleus ventralis lateralis, Pulvinar). Auch im Bereich des rechten Thalamus fanden sich zahlreiche Aktivierungen (v.a. Nucleus medialis dorsalis). Ferner beobachteten wir Aktivierungen im linken Parahippocampus und im supplementärmotorischen Areal (BA 6/8), sowie in BA 2, 9,10,11,20,21 und 39. Bei den kortikalen Arealen sind insbesondere die ausgedehnten parietalen Aktivierungen hervorzuheben (BA 7 und 40).

Im Rahmen von Kontrast 2 zeigten sich durchaus vergleichbare Aktivierungen, wenn auch insgesamt weniger ausgeprägt. Zunächst zeigten sich Aktivierungen in den klassischen Sprachzentren, insbesondere auch inferior parietal, Area 40. Wie bei Kontrast 1 imponierten zudem thalamische Aktivierungen in der linken Hemisphäre (hier: Nucleus ventralis anterior, Nucleus anterior dorsalis, Nucleus medialis dorsalis). Ferner zeigten sich Aktivierungen im rechten Thalamus (Nucleus ventralis anterior und Nucleus ventralis lateralis). Bei Kontrast 2 fand sich auch Aktivität im Bereich des linken und rechten Caudatum, sowie putaminal

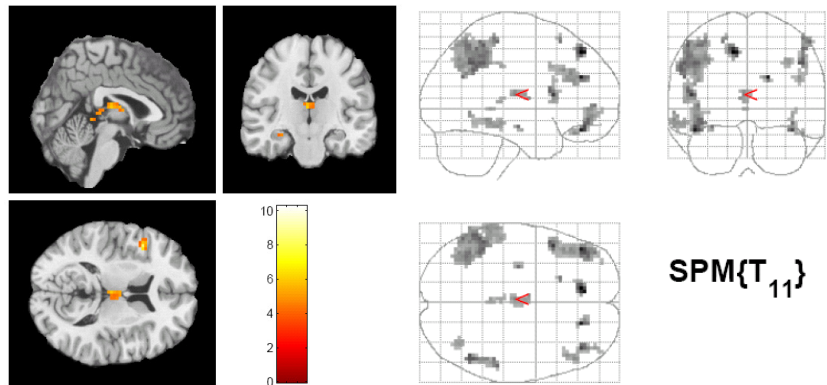
rechts. Kortikale Aktivierungen fanden sich wiederum im supplementär-motorischen Areal (BA 6/8), sowie in BA 10, 11, 20, 21 und 37.

Kontrast 3 zeigte vor allem Aktivierungen im supplementärmotorischen Areal (BA 6/8).

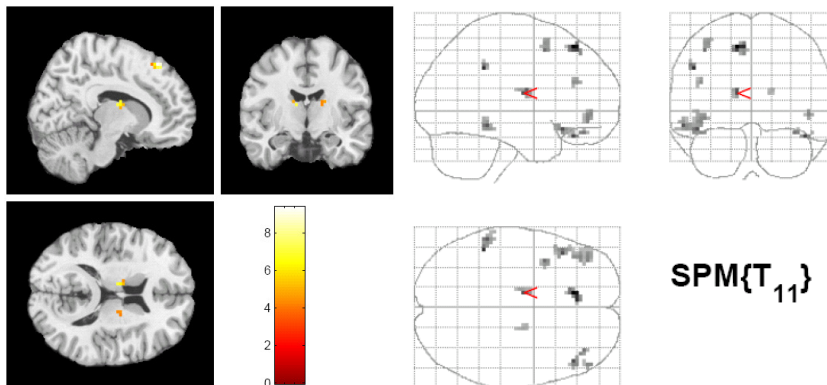
Insgesamt fiel eine abnehmende Aktivierungsstärke von Kontrast 1 in Richtung Kontrast 3 auf, wobei bei Kontrast 3 kaum noch signifikante Aktivierungsunterschiede auftraten. Bei Kontrast 1 und 2 hingegen imponierten ausgedehnte Aktivierungen sowohl subkortikal, im linken und rechten Thalamus, im Caudatum und Putamen, im Parahippocampus, sowie in zahlreichen kortikalen Arealen. Im unmaskierten Kontrast 1 wurden ebenfalls bei einer Signifikanz von 0.01 Aktivierungen des Caudatums (links) ersichtlich, auch hier kann also man von einer Veränderung des Blutflusses in diesem Bereich ausgehen.

Auch Kontrast 4 bot weitere interessante Ergebnisse: hier zeigte sich, neben kortikalen Aktivierungen (BA 40, 44, 45) eine signifikante Aktivierung des linken und rechten Cingulum (BA 24), sowie in BA 8 und 9. Auch hier ergab sich eine signifikante Aktivierung des linken (Nucleus medialis dorsalis, Nucleus ventralis lateralis) und rechten Thalamus (im Nucleus anterior, Nucleus medialis dorsalis, Nucleus lateralis dorsalis, sowie in den Kernen der Mittellinie).

Kontrast 1:



Kontrast 2:



Kontrast 3:

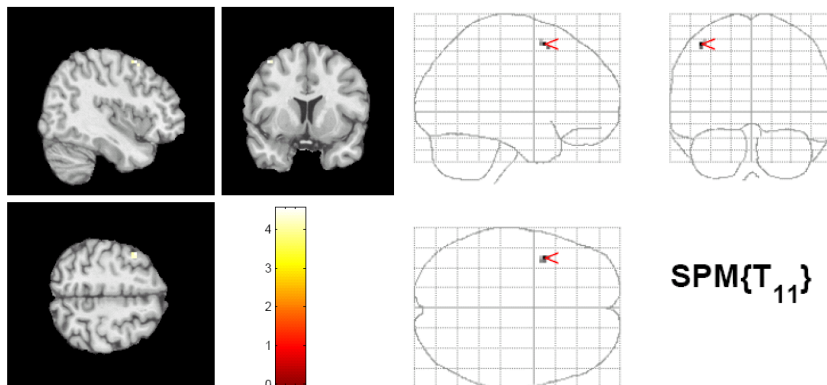


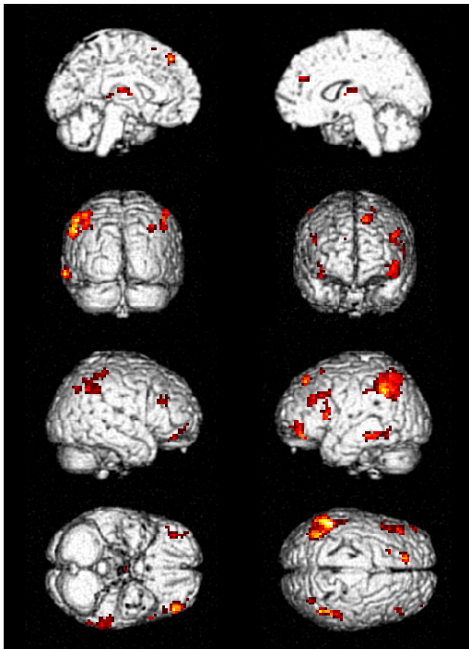
Abbildung 14

Kontrast 1: Bedingung 1 > Bedingung 4, ausgedehnte signifikante Aktivierungen in Basalganglien (v.a. Thalamus), sowie im linken parietalen Kortex

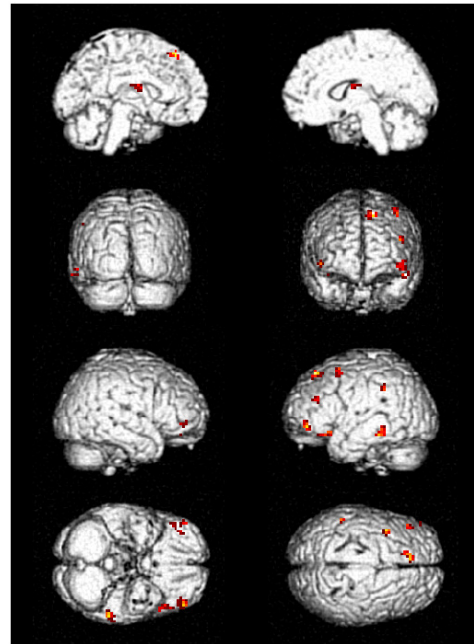
Kontrast 2: Bedingung 2 > Bedingung 4, sign. Aktivierungen in den Basalganglien (Thalamus, Caudatum)

Kontrast 3: Bedingung 3 > Bedingung 4, kaum Aktivierungen ($p < 0.01$)

Kontrast 1:



Kontrast 2:



Kontrast 3:

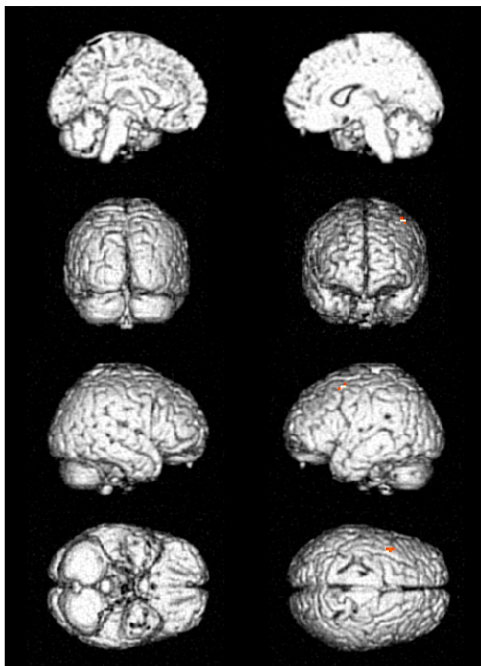


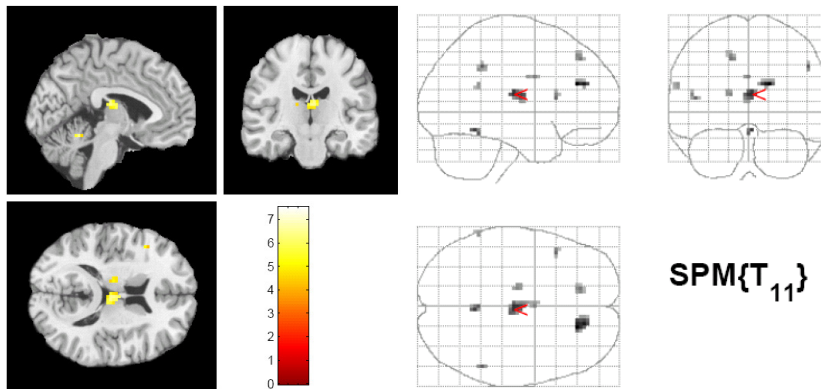
Abbildung 15

Kontrast 1: Bedingung 1 > Bedingung 4, ausgedehnte sign. Aktivierungen in Basalganglien (v.a. Thalamus), sowie im linken parietalen Kortex

Kontrast 2: Bedingung 2 > Bedingung 4, sign. Aktivierungen in den Basalganglien (Thalamus, Caudatum)

Kontrast 3: Bedingung 3 > Bedingung 4, kaum Aktivierungen ($p < 0.01$)

Kontrast 4a:



Kontrast 4b:

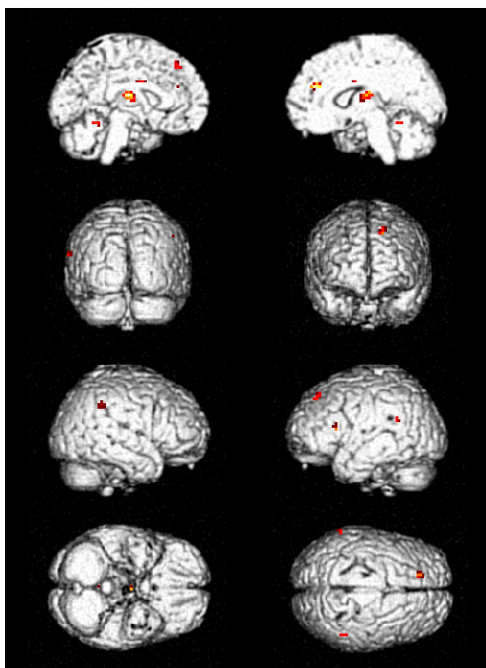


Abbildung 16:

Kontrast 4a und 4b:

Bedingung 1 > Bedingung 3, sign.
Basalganglienaktivierungen (v.a.
Thalamus), sowie Aktivierungen im
anterioren Cingulum
($p < 0.01$)

10.12 Diskussion

Die von uns erhobenen Daten (vgl. Ketteler et al., 2008a) lassen auf eine Beteiligung subkortikaler Hirnstrukturen bei der Prozessierung von hochspezifischen Sprachfunktionen schließen. Speziell der Thalamus ist offensichtlich in die Prozessierung semantischer Ambiguitäten involviert. Wie im theoretischen Modell von Crosson et al. (1997) sowie Kraut et al. (2002) hypothetisiert, fanden wir Aktivierungen des Pulvinar als posterioren Ausgangspunkt eines neuronal-subkortikalen Verarbeitungskreislaufes. Die entscheidende Rolle des Thalamus bei der Sprachverarbeitung wird insbesondere im Rahmen einer aktuellen Publikation von Wahl et al. (2008) hervorgehoben, die mit Hilfe von Tiefenhirn-EEG-Ableitungen thalamische Kerne als syntaktische und semantische Impulsgeber identifizierten. So beobachteten sie spezifische EEG-Veränderungen bei der syntaktischen und semantischen Fehlerkorrektur.

Des Weiteren fanden wir Aktivierungen des linken Putamen. Das Putamen unterhält zahlreiche Verbindungen in Richtung Thalamus, welcher wiederum über die anterioren Kerne Verbindungen in Richtung frontaler Kortexareale wie z.B. dem supplementärmotorischen Areal (SMA, BA 6/8) und zur Area Broca (BA 44 und 45) hat (vgl. Lisovski, 1993). In diesen offensichtlich für die subkortikale Sprachverarbeitung verantwortlichen Arealen (Lisovski, 1993; Crosson, 1997; Wallesch, 1997) fanden wir jeweils signifikante Aktivierungen, welche mit größter Wahrscheinlichkeit mit neuroregulatorischen Prozessen im Sinne einer Verifizierung und Prozessierung semantischer Muster korrelieren. In ihrem Überblicksartikel berichtete auch Friederici (2006) von Aktivierungen des Caudatums in Hinblick auf bilinguale Sprachverarbeitungsaufgaben. Friederici geht hier davon aus, dass das linke Caudatum aktiviert ist, wenn das Sprachverarbeitungssystem nicht länger auf eingespielte, gewissermaßen automatisierte Kreisläufe zurückgreifen kann. Im Rahmen unserer eigenen Ergebnisse konnten wir nun entsprechende Caudatumaktivierungen replizieren. Insbesondere bei Kontrast 2 erkennt man die von Friederici postulierte linkshemisphärische Caudatumaktivität. Im Rahmen von Ambiguitätenprozessierungen ist also von einer Beteiligung des Caudatum auszugehen. Offenbar ist besagte Caudatumaktivierung umso stärker, je größer die Anforderung an eine nichtautomatische (quasi „manuelle“) Verarbeitung an Sprache ist. Womöglich übernimmt die Hirnstruktur hier eine

wichtige Rolle bei der korrekten Auswahl semantischer Alternativen, z.B. indem es den neuronalen (Grund-)Tonus des Thalamus in Hinblick auf weitere kortikale Aktivierungen und Mustererkennungen beeinflusst. In vereinfachender Form könnte man somit hypothetisieren, dass das Caudatum einen inhibitorischen Einfluss auf thalamische Kerne ausübt, wobei diese wiederum die frontalen, exekutiven Sprachzentren, wie das supplementärmotorische Areal bzw. BA 44 und 45, modulieren. Der präfrontale Kortex wiederum hat eine inhibitorische Wirkung in Richtung Basalganglien und Thalamus, wodurch eine top-down Modulation im Sinne eines Regelkreislaufes (vgl. Kapitel 5) entsteht. Möglicherweise steuert ein solches Zusammenspiel von frontalem Kortex, Thalamus und Basalganglien selektive Aufmerksamkeitsprozesse, welche u.a. für hochspezifische semantische Prozesse notwendig sind. Unsere Ergebnisse können neurofunktionell mit den bereits ausführlich diskutierten konnektionistischen Modellansätzen (Dell, 1986; Dell, 1989; Dell und O`Seaghdha, 1991) in Einklang gebracht werden. Hierbei kann man auf Prozesse wie „spreading activation“ oder die kompetitive Inhibition eng miteinander korrelierter Wörter verweisen. Unsere Ausgangshypothese war, dass die Basalganglien insbesondere für die Zielgenauigkeit der Auswahl möglicher Bedeutungsalternativen zuständig sind. Diese Hypothese lässt sich nun anhand ausgedehnter Aktivierungen von Thalamus, Caudatum und Putamen bestätigen. Es ist davon auszugehen, dass die in unserem Experiment gezeigten Aktivierungen das neurofunktionelle Substrat eines vorher nur modellhaft und schematisch skizzierten semantischen Auswahlprozesses darstellt.

Der Thalamus ist hierbei als die entscheidende Relaisstation zwischen parietalem (BA 40) und frontalem Kortex (BA 6/8 sowie 44 und 45) zu betrachten. Die posterioren Thalamuskern (u.a. Pulvinar) stehen mit den rezeptiven lexikalischen Auswahlfeldern der parietalen Hirnrinde in Verbindung (BA 40). Der Zugriff auf diese Kortexareale bei Homonymieprozessierungen wurde insbesondere von der Aachener Gruppe um Grande (2005) und Weis et al. (2001) hervorgehoben. Grande und Weis betonen die Bedeutung des Gyrus parietalis inferior, welchen sie speziell für die Ambiguitätenprozessierung verantwortlich machen. Mit Hilfe eines Ambiguitätenparadigmas fanden sie ausgedehnte parietale Aktivierungen, wobei Grande (2005) auf ein distribuiertes Netzwerk mit einem parietalen Inputlexikon (u.a. in Kombination mit dem Gyrus temporalis medius) und einem

inferior frontalen Outputlexikon schloss. Grande verfolgte die entsprechenden Aktivierungen über eine Zeitachse und fand, dass die parietalen Felder nur vollständig aktiviert sind, wenn die entsprechenden Homonyme korrekt erkannt werden. Auch im Rahmen unserer eigenen Studie fanden wir ebenfalls ausgedehnte parietale Aktivierungen (Kontrast 1 und 2). Im parietalen Kortex sind möglicherweise die lexikalischen Einheiten kategorienspezifisch im Sinne eines ausgedehnten semantischen Netzwerkes gespeichert, wobei die einzelnen Items über eine Feinregulation des Thalamus und der Stammganglien in Richtung frontaler Kortexareale prozessiert werden. Grande bemerkt hierzu:

„Zu Beginn aller drei Bedingungen – Gemeinsamkeiten finden, ungelöste und gelöste Homonyme – zeigen sich vergleichbare linkshemisphärische inferior frontale und superior parietale Aktivierungen, die im Zusammenhang mit semantischer Suche stehen. Ausschließlich bei den korrekt gelösten Homonymen zeigen sich zusätzlich bilaterale inferior parietale Aktivierungen um den G. supramarginalis und den Gyrus angularis herum. Dies spiegelt den unvermeidbaren Zugriff auf explizite Wortformen des mentalen Lexikons wider, ohne den die Aufgabe nicht zu lösen ist. [...] Die Erwartung, dass das Finden eines Homonyms auf anderen kortikalen Strukturen beruht als das Finden einer Gemeinsamkeit, hat sich damit bestätigt“ (Grande, 2005, S. 96).

Grande (ebd.) beobachtete durchaus auch subkortikale Aktivierungen, deutete diese jedoch nicht im Zusammenhang eines die Basalganglien einschließenden Netzwerkes.

Ein von Grande (ebd.) mittels fMRT untersuchter Patient mit parietaler Läsion zeigte Kompensationsstrategien in Form von verstärkten Aktivierungen frontaler Areale. Hierbei versuchte der Patient vermutlich eine primär rezeptive Route, welche im parietalen Kortex ihren Ausgang nimmt, über den frontalen Kortex kompensatorisch umzukehren. Der frontale Kortex sorgt nämlich, als Organ der sprachlichen Exekutivfunktion, für eine endgültige und korrekte Auswahl konkurrierender lexikalischer Items. Speziell die anterioren Thalamuskern kommunizieren, wie bereits erwähnt, mit frontalen Kortexregionen (BA 6/8, 44, 45, sowie das anteriore Cingulum). In allen diesen Arealen und Hirnkernen fanden auch wir ausgeprägte Aktivierungen im Rahmen der Homonymprozessierungen. Nach Gerhard Roth (2003, S. 148) wird insbesondere der präfrontale Kortex umso stärker aktiviert, „je schwieriger sich ein bestimmtes Problem darstellt.“ Dieser

Zusammenhang verweist noch einmal auf die aufmerksamkeitsregulierende Funktion des präfrontalen Kortex, dieser diene u.a. „der Überwachung (monitoring) von Informationen“ (ebd., S. 150). Zu den Folgen präfrontaler Läsionen gehört so u.a. der Verlust divergenten Denkens, d.h. der Fähigkeit, auf neue Lösungen eines Problems zu kommen und sich alternative Strategien zur Lösung dieses Problems einfallen zu lassen (vgl. Förstl, 2002). Im weitesten Sinne kommt es so zu einem Verlust an Kreativität, eine Eigenschaft die u.a. bei der Prozessierung von Ambiguitäten vonnöten ist. Bei den präfrontalen Prozessierungen sei, so Roth, ein hohes Maß an Flexibilität gefordert, „doch darf diese nicht zu einer ‚wilden‘ Assoziation führen, die eine Lösung verhindert“ (Roth, 2003, S. 195).⁴²

Im Rahmen unserer Datenerhebungen fanden wir weiterhin in Kontrast 4, welcher Unterschiede in der Homonymprozessierung und Ablenkerverarbeitung beleuchtet, eine signifikante Aktivierung des Cingulums (links und rechts). Bei diesem Kontrast wurde insbesondere die „reine“ Prozessierungsaktivität der Homonyme mit der durch einen nichtdominanten Ablenker „kontaminierten“ Vergleichsbedingung 3 verglichen. Hier erwiesen sich, neben den beschriebenen Cingulum-Aktivierungen, wiederum die Thalamusaktivierungen als hochspezifisch für die Homonymprozessierung. In seinen Priming-Experimenten wiesen auch Rossell et al. (2001) auf eine cinguläre Aktivierung bei semantischen Entscheidungsaufgaben hin. Ferner waren hierbei Aktivierungen in Putamen und Hippocampus zu beobachten. Rossell et al. (ebd.) zogen nun den Schluss, dass Aktivierungen des Cingulum bei miteinander konkurrierenden semantischen Auswahlalternativen auftreten. Das Cingulum scheint demnach ebenfalls für hochspezifische semantische Sprachprozessierungen verantwortlich zu sein (wobei die Funktion des Cingulums selbstverständlich auch für zahlreiche weitere kognitive Prozesse verantwortlich ist). Speziell der anteriore Teil des Cingulum wird aktiviert, wenn eine Diskrimination von relevanten und irrelevanten Informationen eine Rolle spielt (ebd.). Eine solche Aufgabenleistung ist folglich auch bei unserem Paradigma entscheidend. Roth (2003, S. 205) erwähnt die Bedeutung des Cingulums für die Fehlerüberwachung, so dass davon auszugehen ist, dass die gefundenen cingulären Aktivierungen (Kontrast 4) dieser Monitoringfunktion entsprechen.

⁴² Die Konfusion einer „wilden“ Sprachassoziation („assoziative Lockerung“) ist z.B. als formale Denkstörung bei Erkrankungen wie der Schizophrenie zu beobachten und zugleich ein Beleg für das assoziative Kreativitätspotential auch des gesunden menschlichen Gehirns.

Rossell und Kollegen (2001) machen zudem den Hippocampus für die sogenannte N400 Komponente bei neurophysiologischen Ableitungen (Ereignis-korrelierte-EEG-Potentiale) verantwortlich. Diese trete bei semantisch irritierenden Wortzusammenhängen auf, bei einem sogenannten semantischen „dismatch“. So kombiniert man z.B. Wörter wie „Katze“ und „Mond“ miteinander kombiniert, statt dem gewohnten „Katze“ und „Hund“. Die von Rossell et al. (2001) postulierten Aktivierungen des Putamen konnten wir allerdings nur rechtshemisphärisch (Kontrast 2) replizieren. Rossell et al. (2001) sehen diese Aktivierungen im Zusammenhang mit einer semantischen Erwartungshaltung und mit den oben diskutierten Phänomenen von semantische Übereinstimmung bzw. einem eventuellen „dismatch“.

Ein weiterer wichtiger Befund im Rahmen unserer Untersuchung war, dass die Aktivierungen in den Basalganglien und im Kortex von Bedingung 1 in Richtung Bedingung 4 abnehmen. Je stärker die konkrete Verarbeitung der Homonympaare also gefordert ist, desto größer ist auch der Einbezug der jeweiligen subkortikal-kortikalen Schaltkreise. Hierbei ist auch ein Dominanzeffekt zu beobachten, d.h. die Aktivierungen sind bei der dominanten Homonymassoziation mit Ablenker (Bedingung 2) größer als bei der nichtdominanten Assoziation mit Ablenker (Bedingung 3), was nochmals für den Sachverhalt einer subkortikalen Mitbeteiligung spricht. Bei Bedingung 3 gibt es auf der subkortikalen Ebene kaum noch Unterschiede im Vergleich zu der Kontrollbedingung (Bedingung 4).

Mögliche Anforderungen an das Arbeitsgedächtnis wurden durch die gleichzeitige Präsentation der Stimuli minimiert, so dass davon auszugehen ist, dass die gefundenen Aktivierungen nicht auf Gedächtniseffekte zurückgeführt werden können. Möglicherweise sind aber die in Kontrast 4 gefundenen Aktivierungen thalamischer Bereiche (centromedianer Nucleus, intralaminare Kerne), Aktivierungen im Mittelhirn (Nucleus reticularis) sowie Aktivierungen frontaler Areale u.a. auf aufmerksamkeitsregulierende Effekte zurückzuführen. Die Bedeutung des “frontal lobe – inferior thalamic peduncle – nucleus reticularis – centre median nucleus arousal system“ wurde bereits von Crosson (1997) ausdrücklich auch in Bezug auf die subkortikale Sprachverarbeitung betont (vgl. Kapitel 9.4.2).

Neben Crosson (ebd.) weist auch Roth (2003, S. 199 f.) auf die Bedeutung der größten thalamischen Kerngruppe, des Pulvinar hin. Dieser spiele insbesondere bei der Aufmerksamkeitssteuerung eine wichtige Rolle, habe laut Roth (ebd., S.

200) aber „auch mit Sprache und symbolischem Denken zu tun, ist also ein ‚hochkognitives‘ thalamisches Zentrum.“ Unsere Daten belegen diesen Sachverhalt, fanden wir doch speziell im Pulvinar signifikante Aktivierungen (vgl. hierzu vor allem Kontrast 1).

Zweifellos spielt auch die gezielte Steuerung von Aufmerksamkeit eine entscheidende Rolle bei der Verarbeitung hochspezifischer semantischer Unterscheidungen (auch die von uns gefundenen Cingulumaktivierungen weisen hierauf hin). Die bereits extensiv diskutierten konnektionistischen Sprachmodelle (vgl. Dell, 1986) bieten nun eine schematische Grundierung für derartige Aufmerksamkeitsprozesse. Für das Crossonsche „response-release/semantic-feedback“ Modell in Bezug auf die Basalganglien spricht die Idee eines Schwellenwertes, den es zu überwinden gilt bis ein entsprechendes Item aktiviert werden kann. Vermutlich regulieren die subkortikalen Regelkreisläufe die Höhe eines solchen Schwellenwertes.

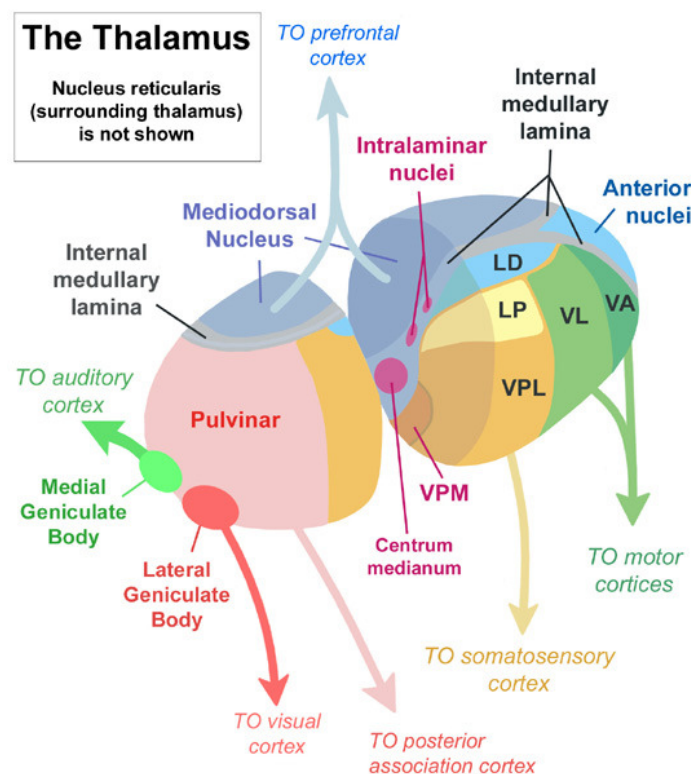


Abbildung 17: Schematische Darstellung der thalamischen Kerngebiete. Wir fanden in Bezug auf die Homonymprozessierungen insbesondere signifikante Aktivierungen des Pulvinar, der mediodorsalen Kerngebiete (als wichtige Verbindung mit dem präfrontalen Kortex), des anterioren Thalamus und der intralaminaren Kerne (verantwortlich für die Aufmerksamkeitsregulierung).⁴³

⁴³ Originalzusammenhang der Abb.: <http://medinfo.ufl.edu/year2/neuro/review/dienc.html>

Im Gegensatz zu Alexander et al. (1987) und Vallar et al. (1988) nehmen wir, neben aufmerksamkeitsregulierenden Faktoren, vor allem informationsprozessierende Verarbeitungsschritte in den Basalganglien an. Diese Prozesse sind sicherlich nicht nur auf die weiße Substanz und den Kortex begrenzt.

Es sind noch zahlreiche Studien mit Hilfe von bildgebenden Verfahren notwendig, um die Bedeutung der Basalganglien und der entsprechenden Kortexfelder für die Ambiguitätenprozessierung abschließend klären zu können. Unsere Studie bietet allerdings einen umfassenden und konkreten neurofunktionellen Einblick in diese Verarbeitungsmuster und erweitert so den Rahmen für eine ausgedehntere Forschungstätigkeit in diesem komplexen Bereich. Neben Sprachpathologien, welche die Basalganglien involvieren, hoffen wir auf weitere Erkenntnisse durch die Untersuchung anderer hochspezifischer semantischer Sprachfunktionen (Hyponomie/Hyperonomie, Antonymien, Synonymien oder die Deutung von Sprichwörtern). Möglicherweise bietet sich bei einer subtil gestörten Sprachpathologie sogar die Möglichkeit einer Krankheitsfrüherkennung mittels fMRT. Hierzu existiert ein interessanter Aufsatz von Li et al. (2007), in welchem die Autoren auf gestörte Sprachverarbeitungsmuster bei für Schizophrenie vulnerablen Probanden hinwiesen. Die Autoren untersuchten Angehörige von an Schizophrenie erkrankten Patienten und fanden, im Gegensatz zur Kontrollgruppe, eine stärkere Lateralisierung von Sprache auch bei den Risikoprobanden. Möglicherweise liegt auch hier ein subkortikal gestörter Regelkreislauf vor. Des Weiteren bieten sich weitere bildgebende Ambiguitätenprozessierungsstudien zum Tourette-Syndrom sowie zur Parkinsonschen Krankheit an.⁴⁴ Ferner könnte man die Methodik des fMRT mit dem zeitlich hochauflösenden MRT-kompatiblen EEG kombinieren, um, neben der hirnfunktionellen Lokalisation, den genauen zeitlichen Ablauf der Ambiguitätenverarbeitung besser verfolgen zu können. Es gibt zahlreiche Hinweise, dass die für die beschriebenen Krankheiten charakteristischen Sprachpathologien auf unterschiedlich gestörte subkortikale Sprachprozessierungszentren zurückzuführen sind. Es lässt sich, von der entsprechenden funktionellen Neuroanatomie ausgehend, auf Funktionen der jeweiligen subkortikalen Hirnkerne schließen (vgl. Copland et al., 2001; Legg et al.,

⁴⁴ Studien zu allen drei genannten Krankheiten sind sowohl in Aachen als auch in Zürich in Arbeit. Das von uns entwickelte Paradigma wird hierzu, auch zwecks Vergleichbarkeit der Daten, weiterhin verwendet.

2005). Bei Sprachstörungen durch subkortikale Hirnläsionen lässt sich mit größter Wahrscheinlichkeit kein völlig einheitliches Bild einer Sprachstörung, etwa im Sinne eines klassischen Syndroms o.ä., finden, nicht zuletzt da auch die subkortikalen Prozessierungen, je nach Sitz der Läsion, jeweils unterschiedlich auf die Schädigung reagieren. Der Regelkreislauf ist hier womöglich um ein vielfaches komplexer als auf kortikaler Ebene und die einzelnen Hirnkerne liegen anatomisch in unmittelbarer Nachbarschaft. Im Rahmen der Entwicklung des Aachener Aphasie Test wiesen Huber et al. (1983) darauf hin, dass ca. 20% aller Aphasien nicht den klassischen Syndromen entsprechen und somit nicht eindeutig klassifizierbar sind.⁴⁵ Möglicherweise spielen im Rahmen dieser Klassifizierungsschwierigkeiten auch subkortikale Läsionen eine Rolle.

Insgesamt kann man sagen, dass der Versuch der Lokalisation von Sprache im Gehirn eine lange Geschichte hat, wobei aktuell auch überholt geglaubte holistische Sprachvorstellungen eine gewisse Renaissance erfahren. Es lohnt sich durchaus, die alte Kontroverse um das Freudsche Sprachmodell neu zu beleben. Möglicherweise muss das holistische und neurofunktionell dynamischere Assoziations- und Schichtensprachmodell Freuds, zumindest partiell, rehabilitiert werden. Hierzu bieten nicht zuletzt unserer eigenen Forschungsergebnisse einen Anlass, zumal gezeigt wurde, dass insbesondere für die hochspezifischen Sprachfunktionen die Basalganglien als subkortikale Regulationsinstanz eine eminent wichtige Rolle zukommt und keineswegs nur der Zugriff auf definite Kortexareale. Im folgenden Kapitel soll genauer auf eine mögliche Neubewertung tradierter Sprachverarbeitungsmodelle eingegangen werden. Für diese Fragestellung empfiehlt sich zudem eine finale Zusammenführung sprachphilosophischer, neurolinguistischer, medizinhistorischer und neurofunktioneller Argumentationslinien.

⁴⁵ Für einen Überblick zum Thema „Aphasie“ vgl. auch: Huber et al., 2002.

10.13 Zusammenfassung der fMRT-Ergebnisse

Im Rahmen der vorliegenden Studie untersuchten wir die Prozessierung semantischer Ambiguitäten mit Hilfe eines 3-Tesla-fMRT Scanners. Ziel dieser Studie war es, herauszufinden, wie hochspezifische Sprachfunktionen im Gehirn verarbeitet werden.

Rückblickend nahmen wir einen subkortikalen Verarbeitungsmechanismus bei der Prozessierung hochspezifischer linguistischer Sprachverarbeitungsleistungen wie der Prozessierung von Ambiguitäten an. Unsere Ergebnisse belegen eine Beteiligung thalamischer Kerngebiete an diesen hochspezifischen sprachlichen Leistungen. Insbesondere der Pulvinar scheint ein integraler neuronaler Knotenpunkt in Bezug auf derartige Prozessierungen zu sein. Was die Beteiligung der Basalganglien an der Ambiguitätenprozessierung anbelangt, ist die Situation weitaus unklarer. Unsere Studie bietet zahlreiche Anhaltspunkte für eine Beteiligung von Caudatum und Putamen an derartigen Sprachverarbeitungsleistungen, kann aber kein konstantes Netzwerk über alle Kontraste hinweg identifizieren. Diese Inkonsistenz ist vermutlich auf die kleine Probandengruppe zurückzuführen und wurde auch in vorangegangenen Studien beschrieben (Crosson et al. 2003; Crosson 1997). In einer aktuellen Publikation weist Crosson (2007) auf die Bedeutung weiterer bildgebenden Untersuchungen zu diesem Thema hin, Basalganglienaktivierungen seien prinzipiell schwer darzustellen. In diesem Überblicksartikel betont Crosson (2007, S. 238) wiederholt eine mögliche die Aufmerksamkeitsprozesse steuernde Bedeutung der Basalganglien etwa im Sinne von

“suppressing competing action plans and unattended cognitions. This facilitates selected actions and processing of attended cognitions by increasing the signal-to-noise ratio, resulting in increased speed, efficiency, and precision of action and cognitive processing.”

Diese These wird durch die von uns gefundenen Aktivierungen des Cingulum, des prä-SMA, SMA und der Basalganglienkerne (Putamen, Caudatum) gestützt. Vermutlich ist die aufmerksamkeitsregulierende und den Thalamus modulierende Funktion der Basalganglien weitaus unspezifischer als die über alle Bedingungen konsistentere Aktivierung des Thalamus.

In unserer Studie gelang es, einen eindeutigen Polaritätseffekt innerhalb der vier Versuchsbedingungen nachzuweisen, was u.a. ein Beleg für die Spezifität unseres Paradigmas in Bezug auf hochspezifische linguistische Prozessierungsleistungen ist. Zudem gelang es, die Ergebnisse von Grande (2005) zu replizieren, welche insbesondere auf die Aktivierung ausgedehnter inferior-parietaler Kortextfelder bei der Ambiguitätenverarbeitung hinwies. Kritikpunkte unserer Studie sind neben einer kleinen Probandengruppe ein möglicher „YES“-bias durch nur eine vorhandene „JA“-Bedingung, zudem wäre eine zeitliche Aufzeichnung und Analyse der Aktivierungsverläufe sinnvoll gewesen (etwa analog zu Grande, 2005).

Die von uns erhobenen Daten lassen auf eine Beteiligung subkortikaler Hirnstrukturen bei der Prozessierung von hochspezifischen Sprachfunktionen schließen. Der Thalamus unterhält zahlreiche Verbindungen in Richtung frontaler Kortextareale wie z.B. dem supplementärmotorischen Areal (BA 6/8), Cingulum und zur Area Broca (BA 44 und 45). In allen genannten Arealen fanden wir signifikante Aktivierungen. Im Rahmen unserer Datenerhebung fanden wir ferner ausgedehnte parietale Aktivierungen (BA 40). Im parietalen Kortex (Inputlexikon) sind möglicherweise die lexikalischen Einheiten kategorienspezifisch im Sinne eines ausgedehnten semantischen Netzwerkes gespeichert, welche dann mit Hilfe des Thalamus und der übrigen Stammganglien in Richtung frontaler Kortex (Outputlexikon) prozessiert werden. Unsere Ausgangshypothese, dass die subkortikalen Hirnstrukturen insbesondere für die Zielgenauigkeit der Auswahl möglicher Bedeutungsalternativen zuständig sind, ließ sich nun erstmals mittels fMRT bestätigen und in ein stimmiges, neurofunktionell-konnektionistisches Gesamtmodell integrieren. Mit unserem Paradigma lassen sich möglicherweise auch gestörte subkortikal-kortikale Sprachverarbeitungsprozesse besser erfassen (z.B. bei Schizophrenie, dem Tourette-Syndrom oder der Parkinsonschen Erkrankung).

11. Sprachphilosophische und neurolinguistische Implikationen der fMRT-Ergebnisse zur Ambiguitätenprozessierung und die Neubelebung eines (medizin-)historischen Diskurses

Um die Relevanz der Annahme einer möglichen subkortikalen Beteiligung an der Sprachfunktion besser zu verstehen, empfiehlt sich zunächst ein Blick auf die medizinhistorische Debatte zwischen Lokalisationismus und Holismus um 1900. Die Explosion neurophysiologischer Entdeckungen führte insbesondere in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zu zahlreichen Versuchen, das menschliche Gehirn zu kartographieren. Aus dieser Debatte entwickelte sich ein (bis heute schwelender) Konflikt zwischen Hirnlokalisationisten und -holisten. Als ein Beispiel für diese Kontroverse ist unter anderem die Auseinandersetzung zwischen Carl Wernicke (1848-1905) und Sigmund Freud (1856-1939) zu nennen. Beide waren unterschiedlicher Auffassung in Bezug auf die Lokalisation der Aphasien im Gehirn. Freud nahm eine eher assoziative Verknüpfung von Sprachebenen an, wohingegen Wernicke von relativ definiten Kortexarealen in Bezug auf die entsprechenden Sprachfunktionen ausging. Freud betonte in seiner Habilitationsschrift „Zur Auffassung der Aphasien“⁴⁶ die Konnektivität innerhalb des gesamten Gehirns. Es gäbe nicht etwa einen Speicherplatz für isolierte sprachliche Einheiten, sondern ein Zusammenwirken von Assoziationen, welches für die Sprachfunktion entscheidend sei:

„Es liegt offenbar so, daß die Sprachassoziationen, mit denen unsere Sprachleistung arbeitet, einer *Superassoziation* fähig sind, welchen Vorgang wir noch deutlich wahrnehmen, solange wir die neuen Assoziationen nur mit Schwierigkeiten ausführen, und daß das *Superassoziierte, die Läsion mag sitzen, wo sie will, eher geschädigt wird als das primär Assoziierte*“ (Freud, 1992a, S. 104).

Man kann durchaus sagen, dass diese holistischen Überlegungen Freuds den Grundstock seiner später entwickelten Psychoanalyse bilden. Freud betont in seiner luziden Schrift über die Aphasien insbesondere die Funktion neuronaler Netze und weniger deren genaue Lokalisation. Für ihn ist der Übergang von einer, wie auch immer gearteten, physiologischen Erregungsausbreitung und einem

⁴⁶ Im Original: Freud, 1891 (vergriffen), Wiederauflage zitiert als: Freud, 1992a.

derartig komplexen psychologischen Phänomenen wie der menschlichen Sprache nicht einfach durch die naive Annahme von Gehirnzentren zu erklären. Zentrum und Leitungsbahn können nach Freud nicht mit sicherer Trennschärfe voneinander unterschieden werden, letztlich fußen die normalen Sprachfunktionen, so Freud, auf „Assoziationen und Übertragungen“, die „in einer dem Verständnis nicht näherzubringen Kompliziertheit vor sich gehen“ (Freud 1992a, S. 106).

Sigmund Freud erkannte, dass die Gleichsetzung von Sprache und einfachsten Reflexen, wie es zahlreiche Lokalisationisten postulierten, letztlich nicht fruchtbar ist, schließlich hat sich die Sprache, wie auch neuere Untersuchungen zeigen, erst im Laufe der Menschheitsgeschichte als sekundäre Hirnfunktion auf schon zuvor bestehende Gehirnfunktionen aufgepfropft (Vgl. hierzu: Jäger, 2008b). Diese Hirnbereiche wurden dann so umfunktioniert, dass mit ihnen dann *auch* Sprache prozessiert werden konnte (vgl. Leischner, 1987).⁴⁷

Zu Beginn der Kontroverse zwischen Lokalisationisten und Holisten standen allerdings die Ideen Joseph Galls (1758-1828). Anfang des 19. Jahrhunderts versuchte dieser eine kausale Beziehung zwischen der anatomischen Struktur des Gehirns, der zerebralen Funktion und dem menschlichen Verhalten herzustellen. Er setzte verschiedene Charaktereigenschaften in Beziehung zu Teilen der Hirnoberfläche, dem Kortex. Die breite Wirkung und Popularität seiner Person lag allerdings in einem eher unrühmlichen Teilaspekt seiner Lehre begründet, der Lehre von den Hebungen des Schädels und den damit angeblich in Beziehung stehenden Charaktermerkmalen (vgl. Hagner, 2000b). Die sogenannte Phrenologie führte schließlich dazu, dass Gall wissenschaftlich abqualifiziert wurde. Erst durch die Erkenntnisse Brocas in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurden die Gallsche Phrenologie zumindest teilweise rehabilitiert.

Eine Gegenposition zu Gall vertrat der Pariser Physiologe Pierre Flourens (1794-1867), welcher als Vertreter einer freien und unsterblichen Seele die Gedanken Descartes` aufgriff und den Dualismus von Seele und Körper gegen den Materialismus der Lokalisationisten verteidigte. Mit seinen Operationen an Taubenhirnen stieß Flourens in experimentelles Neuland vor, allerdings war die Entfernung von größeren Hirnteilen ein zu grober Eingriff, um von den Effekten am

⁴⁷ Auch der Evolutionsbiologe Liebermann (2001) weist in einem interessanten Überblicksaufsatz explizit auf die phylogenetische Beteiligung subkortikaler Hirnstrukturen an der Sprache hin.

Taubenhirn auf die Funktionsweise des menschlichen Gehirnes zu schließen. Flourens fasste seine Ergebnisse wie folgt zusammen:

„Es gibt also im Nervensystem drei wesentlich verschiedene Eigenschaften. Eine des Willens und Wahrnehmens: Empfindungsfähigkeit (Sensibilität). Die andere, unmittelbar Muskelzusammenziehung zu erregen; ich schlage vor, sie Exzitabilität zu nennen. Die dritte, diese Bewegungen zu verknüpfen, was ich Koordination nenne“ (Flourens, 1824, S. VII).

Man kann durchaus sagen, dass die damaligen Physiologen zunächst Gegner des Lokalisationsgedankens waren. Erst die Mediziner in den Kliniken wiesen anhand ihrer Patienten eine Beteiligung spezifischer Hirnregionen an speziellen Ausfällen nach, denn „der vielleicht wichtigste Aspekt der Gallischen Organologie bestand darin, dass sie eine kausale Beziehung herstellte zwischen der anatomischen Struktur des Gehirns, der cerebralen Funktion und dem menschlichen Verhalten“ (Hagner, 2000b, S. 31).

Die Kliniker traten also mit den Laboratorien der Physiologen und Anatomen in Kontakt und schufen, in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, ein umfassendes anatomisch-physiologisches Bild vom Gehirn des Menschen (die folgenden Ausführungen stützen sich teilweise auf meine vorangegangenen, medizinhistorischen Recherchen, vgl. auch: Ketteler, 2008b).

Das menschliche Gehirn schien den Forschern zu Beginn des 19. Jahrhunderts vielfach zu komplex und verwirrend, so dass sie sich zunächst vermeintlich einfacheren Tiermodellen zuwandten. Auch Helmholtz und Freud erhofften sich durch den Beispielcharakter von Tiermodellen Einblick in die Arbeit des menschlichen Gehirns. Diese Vergleiche stellen bis heute ein großes Problem für die Hirnforschung dar, da sich die Funktionsweise des menschlichen Gehirns nicht ausreichend gut mit tierischen Gehirnen vergleichen lässt.⁴⁸ Hagner (2000b, S. 39) bemerkt hierzu:

„Wenn es um die Sprache und andere menschspezifische Qualitäten ging, war es nahe liegend, dass die rasche weitere Entwicklung des Hirnlokalisationsgedankens nicht bloß physiologischer Experimentierkunst geschuldet war, sondern ihre Dynamik aus der Interaktion von Labor und klinischer Forschung zog.“

⁴⁸ So existieren zum Beispiel keine Tiermodelle für die Sprachfähigkeit des Menschen.

1859 wurde die Société d'Anthropologie in Paris gegründet, wo Paul Broca 1885 seinen berühmt gewordenen Patienten „Mr. Tan“ vorstellte, welcher nach einer Hirnläsion lediglich die Silbe „Tan“ hervorbringen konnte. Der Patient litt an einer Unfähigkeit zur Wortproduktion bei erhaltener Motorik und Verständnisfunktion, er litt an einer sogenannten Broca- bzw. motorischen Aphasie. Die Lokalisationisten um Broca und Wernicke begründeten um diese Zeit die bis heute weithin gültige, moderne Lokalisationstheorie des Kortex und rehabilitierten so auch die Ideen Joseph Galls.

Im Laufe der weiteren kliniko-anatomischen Forschungen zu den Funktionen der Kortexoberfläche wurden die Thesen Brocas unter anderem von dem berühmten Neurologen Hughlings Jackson gestützt, welcher sogenannte lokalisierte Epilepsien⁴⁹ beobachtete, bei denen je nach Lokalisation des epileptischen Herdes bestimmte Symptomkomplexe bzw. Bewegungsstörungen auftreten können (vgl. Toellner, 2000, S. 1147 ff.). Jackson nutzte in erster Linie das klinische Bild seiner Patienten zur Entwicklung seiner Thesen (vgl. ebd.). Auch Sigmund Freud (1992a, S. 105) rekurriert mit seiner Schrift „Zur Auffassung der Aphasien“ auf die Arbeiten seines Vorgängers Jackson, „auf dessen Anschauungen ich in fast allen vorstehenden Bemerkungen zurückgegangen bin.“ Was Freud in erster Linie an Jackson faszinierte war dessen „Schichtenmodell“ von Kognition und Sprache. Jackson hatte also eine eher dynamische Konzeption der Hirnfunktionen angenommen. Er sprach von drei Ebenen: elementaren Zentren für Automatismen (lokalisiert im frontalen Gehirn und in den Basalganglien), höher gestuften Zentren für Kombinationen von Bewegungsabläufen und Integrationsfunktionen auf höchstem Niveau. Jackson beobachtete Schmatzen, Schnüffeln, sowie Geruchs- und Geschmackshalluzinationen bei seinen Anfallspatienten. Jackson schloss daraus, dass durch das Anfallsleiden eine Regression in den oben beschriebenen Entwicklungsebenen im Gehirn stattfindet. Basale Hirnfunktionen, wie zum Beispiel das Schmatzen im epileptischen Anfall, hätten ihre Ursache in den tiefen Hirnregionen.⁵⁰ Jackson zog für seine Untersuchungen das klinische Erscheinungsbild der Aphasien heran, fragte nach den Ursachen der gestörten Sprachfunktion. Ihn interessierten nicht etwa nur neuroanatomische Sektionen

⁴⁹ Rindenepilepsien, heute: fokale Epilepsien, speziell: Jackson-Anfälle.

⁵⁰ In der Tat rühren diese Symptome, wie man heute weiß, von den Strukturen des limbischen Systems, einer phylogenetisch sehr alten Hirnstruktur.

sondern die Frage: Warum macht ein Aphasiker gerade diese spezielle Sprachäußerung und keine andere? Er nahm hierzu eine „dynamische Planbildung“ des Aphasikers an. Hughlings Jackson geht nach Forrester (1980, S. 21) davon aus, „dass Wörter nur dann eine Bedeutung haben, wenn sie Teil eines symbolischen Systems sind, das eine geregelte dynamische Anordnung von inneren Zuständen darstellt.“ Er nahm also an, dass die scheinbare Bedeutungslosigkeit aphasischer Wortproduktion eine durchaus bedeutungstragende Funktion hat. Die Bedeutung sei im Unterbewusstsein zu suchen (und rühre nicht zuletzt von traumatischen Erlebnissen her). Man erkennt die Modernität des Jacksonschen Sprachkonzeptes und die Vernetzung seiner Sprachauffassung mit der Freudschen Theorie des Unterbewussten. Er bezieht ausdrücklich die Verarbeitung von Emotionen in sein Konzept der Sprachprozessierung mit ein, nicht zuletzt aufgrund des Postulates einer subkortikalen Mitbeteiligung an kognitiven Prozessen. Eine solche Sichtweise blieb lange Zeit unbeachtet, wird aber aktuell von zahlreichen Neurowissenschaftler neu belebt (vgl. Damasio, 2001). Die Kontextbezogenheit von Sprache, welche einer rein auf den Kortex fixierten Lokalisationsidee widerspricht, wird ausdrücklich von Jackson betont. Hierin ist er Sprachtheoretikern wie Davidson oder Saussure nahe, die ebenfalls auf die enorme Bedeutung von Kontextualisierungen im Rahmen der Kommunikation hinweisen (vgl. Kap. 4). Die Position Jacksons enthält, ähnlich wie das Freudsche Sprachkonzept, überwiegend holistische Theorieanteile.

Hitzig und Fritsch lieferten indes 1870 weitere Indizien für die Gültigkeit einer Lokalisationstheorie. Die beiden Forscher brachten an Gehirnwölbungen von Hunden Elektroden an und konnten so mit einem schwachen Strom kontralaterale motorische Reaktionen auslösen (vgl. Wertheimer, 1971, S. 40 ff.). 1881 rief Munte im Tierversuch durch die Zerstörung der Großhirnrinde am Hinterhaupt eine Rindenblindheit hervor, die er der Seelenblindheit (Agnosie, Nichterkennen von Dingen bei erhaltener Sehfähigkeit) gegenüberstellte. Diese Ergebnisse untermauerten die Basis der Lokalisationstheorien, da die Zerstörungen oder Beeinflussungen einzelner Hirnareale jeweils umschriebene Ausfälle der Gehirnfunktionen mit sich brachten. Gleichzeitig wurden die Grundlagen für die moderne Neurochirurgie gelegt, bei welcher im Laufe der Jahrzehnte immer feinere Methoden, wie z.B. die transkranielle Magnetstimulation, zur Risikominimierung bei Hirnresektionen, eingesetzt wurden. Durch die Ergebnisse dieser zunächst an

Tieren in vivo erprobten und bis heute eingesetzten Techniken konnte man in den 60er Jahren, wie bereits erwähnt, Indizien für eine Sprachbeteiligung der Basalganglien gewinnen, z.B. indem man die entsprechenden thalamischen Areale stimulierte und Sprachreaktionen oder Mutismus auslöste (vgl. Hermann, 1960).

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts ergaben sich, nach einer Phase der anfänglichen Annäherung, erste Konflikte zwischen den sich immer stärker polarisierenden Geistes- und Neurowissenschaften. Bemerkenswert ist hier vor allem eine Diskussion aus dem Jahre 1871, als der Psychologe und Linguist Heymann Steinthal im Rahmen des „Berliner Sprachstreits“ eine "Einleitung in die Psychologie und Sprachwissenschaft" publizierte. Sprache sei ein mentaler Prozess, die Ärzte hätten sich bisher zu wenig den einzelnen, komplexen und elementaren psychologischen Sprachoperationen zugewandt. Die Mediziner hingegen legten Wert auf eine Zergliederung des Gehirnes in einzelne Areale. So entgegnete der Neuroanatom Hitzig dem Linguisten Steinthal bei einem Kongress der Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte im Jahre 1874, dass die Medizin auch und insbesondere den Geist des Menschen erforschen solle, dieser sei schließlich im Gehirn präzise und eindeutig lokalisierbar (vgl. Hagner, 2000a, S. 279 ff.). Bereits an diesem kurzen, exemplarischen Disput im Rahmen des „Berliner Sprachstreits“ zeichnet sich die beginnende Spaltung zwischen der Linguistik und den Neurowissenschaften ab. Das Hirn galt vielen Neurowissenschaftlern nunmehr als Telefonbüro im Schädel, als eine Art Reflexzentrale. Die Spaltung zwischen Natur- und Geisteswissenschaften hatte, nicht zuletzt durch die Entwicklungen innerhalb der Neurowissenschaften, einen Höhepunkt erreicht. Die sogenannten „Geisteswissenschaften“ begannen sich in weiterer Folge selbstbewusster zu positionieren. Der Begriff der „Geisteswissenschaften“ wurde von dem Philosophen Wilhelm Dilthey geprägt. Aufgabe jener „Geisteswissenschaften“ sei es, das Singuläre, Individuelle der geschichtlich-gesellschaftlichen Wirklichkeit, etwa durch die Analyse von Kunstwerken, zu reflektieren (vgl. Schöpflug, 2004, S. 280ff.). Den Geisteswissenschaften wurde also gegen Ende des 19. Jahrhunderts ein eigener Erkenntnisanspruch zugewiesen, während die Naturwissenschaften eine objektive Sicht auf die allgemeinen Vorgänge in der Welt und innerhalb des menschlichen Organismus garantieren sollten. Insgesamt, so kann man aus heutiger Sicht sagen, war diese Grenzziehung zwischen Geistes- auf der einen und

Naturwissenschaften auf der anderen Seite einem Erkenntnisprozess auf Seiten der Neurowissenschaften nicht dienlich, sondern beförderte eher esoterische bzw. als Gegensatz dazu reduktionistische Sichtweisen in Hinblick auf die Funktionen des menschlichen Gehirns. Die Grabenkämpfe zwischen den Disziplinen haben hier einer interdisziplinären Perspektive lange Zeit jede Sicht versperrt (und wirken bis heute nach).

Ähnlich unfruchtbare Diskurse wie zwischen Geistes- und Naturwissenschaften zeichneten sich um 1900 auch zwischen Hirnlokalisationisten und Holisten (s.o.) ab. Aus heutiger Perspektive sind sowohl die Theorien der Holisten, als auch die Erkenntnisse der Lokalisationisten, neu zu bewerten. Insbesondere in Bezug auf die Sprachfunktion ist davon auszugehen, dass die eher holistische Stoßrichtung Sigmund Freuds eine besondere Würdigung verdient. Neben Freud plädierte auch der Neurologe Arnold Pick (1851-1924) für eine holistische Herangehensweise an das Phänomen Sprache bzw. Sprachstörung. Von den Ideen Hughlings Jacksons inspiriert, postulierte Pick ein modulares, psycholinguistisches Sprachverarbeitungsmodell, denn, wenn man glaube, dass die Sprachfunktion sich auf „wenige Zentren und Bahnen reduzieren“ ließe, übersehe man, „daß die scheinbar einfachen Vorgänge in eine ganze Reihe von Funktionen zerfallen, denen natürlich, wie man jetzt sagt, ebenso vielfache ‚Funktionsherde‘ entsprechen müssen“ (Pick, 1913, S. 21). So betrachtete auch der Aphasologe Kurt Goldstein (1878-1965) eine gestörte Sprachverarbeitung als Ausdruck sprachübergreifender Basisstörungen bzw. als Defizite des kategorialen Verhaltens im Umgang mit sprachlichen Symbolen und der dazu notwendigen Fähigkeit zur Abstraktion (vgl. Goldstein, 1927). An einem derartigen Prozess, so Goldsteins Annahme, sei das gesamte Gehirn beteiligt und nicht etwa nur einzelne Zentren. Nach dem zweiten Weltkrieg kam die Kontroverse um eine Lokalisierbarkeit der Sprachfunktionen zunächst zum Erliegen (vgl. hierzu Wallesch, 1990, S. 281 f.) und flackerte erst im Rahmen konnektionistisch-computerlinguistischer Diskurse wieder auf.

Insbesondere das 1981 in Oxford abgehaltene „Centenary Meeting“ zur Repräsentation der Hirnfunktionen leitete einen Paradigmenwechsel innerhalb der Neurolinguistik ein (vgl. Wallesch, 1990, S. 282). Anstelle der Annahme einzelner autonomer Zentren müsse man eher von interaktiv miteinander verbundenen Strukturen ausgehen. Einzelne, säulenartig angeordnete Module stünden miteinander in Kontakt wobei „das Modul als Ganzes [...] durch seine kortikalen

und thalamischen Verbindungen“ definiert sei (Wallesch, 1990, S. 282). Man habe sich zu lange Zeit auf den Kortex fixiert und dort sämtliche Hirnfunktionen zu lokalisieren versucht. Bei Wallesch heißt es diesbezüglich weiter:

„Repräsentationen ‚corticaler‘ Funktionen in den tiefen Kernen (hier den sog. ‚Basalganglien‘, Caudatum und Putamen) lassen sich auch durch den Befund wahrscheinlich machen, daß diejenigen kortikalen Bereiche, die direkt cortiko-cortikal miteinander verbunden sind, auf identische Zellgruppen in den Basalganglien projizieren“ (ebd., S. 282f.).

Nicht zuletzt unsere eigene fMRT-Studie zeigt, dass die Sprachfunktion des menschlichen Gehirnes keinesfalls in isolierter Art und Weise auf den Kortex festgelegt ist und bestätigt somit die Grundannahme Walleschs. Gerade die tiefen Hirnstrukturen, speziell die basalen Hirnkerne, welche lange Zeit und wie bereits extensiv diskutiert als ein Appendix des hoch entwickelten, weil menschen-spezifischen Kortex galten, sind offensichtlich geradezu essentiell für die Prozessierung komplexer Sprachleistungen.

Interaktionen zwischen den basalen Hirnkernen und den Speicherstätten entsprechender Items (z.B. Ambiguitäten im inferioren parietalen Kortex) können somit erst durch ein „Fine-Tuning“ des Caudatum und des Thalamus gezielt prozessiert werden, so dass frontale Hirnareale (Area Broca etc.) die ausgewählten Begriffe einem exekutiven Sprachvorgang zugänglich machen können. Die freudianisch-schematische Vorstellung eines subkortikal-kortikalen Schichtenmodells von Sprache kommt also den tatsächlichen Bedingungen im menschlichen Gehirn durchaus nahe. Auch die sprachphilosophischen und neuro-linguistischen Modelle können so besser in ein dynamisches Konzept der neuronalen Sprachfunktion integriert werden, wohingegen starre lokalisationalistische Modelle wesentliche sprachliche Phänomene wie die Ambiguitätenprozessierung, den Kontextbezug, also die sukzessive Annäherung an ein Zielitem, kaum plausibel erklären können. Schließlich sprechen auch die Reorganisationspotentiale nach Hirnläsionen für eine vernetzte Beteiligung unterschiedlichster Hirnareale an der Sprachfunktion. Freud (1992a, S. 96f.) wendet sich explizit gegen die „auf dem Boden Meynertscher Lehren“ erwachsenen Vorstellung, „der Sprachapparat bestünde aus distinkten Rindenzentren, in deren Zellen die Wortvorstellungen enthalten sind.“ Eindeutig zugeordnete Sprachareale, welche unabhängig von-

einander funktionieren, gebe es schlichtweg nicht. Sigmund Freud bemerkt hierzu geradezu visionär:

„Dasselbe Schicksal würde einer Lehre bevorstehen, die etwa den anatomischen Ort des Systems Bw, der bewussten Seelentätigkeit, in der Hirnrinde erkennen und die unbewußten Vorgänge in die subkortikalen Hirnpartien versetzen“ (ebd., S. 97).

An diesem Zitat wird ersichtlich, dass Freud genau diese missbräuchliche Lesart der subkortikalen Hirnzentren als Speicherplatz des Unbewussten, Triebhaften, Dunklen und Ominösen vorausgesehen hatte. Freud negiert keinesfalls eine physiologische Beteiligung des kortikalen Gehirns, auch und gerade an komplexen kognitiven Leistungen, er wendet sich jedoch gegen die naive Vorstellung vom Kortex als Speicherplatz einzelner fein nebeneinander abgelagerter lexikalischer Einträge. Freud sieht im Physiologischen und Psychologischen einen Parallelvorgang und wendet sich zudem gegen die Idee eines aus dem Physiologischen erst entstehenden psychischen Phänomens wie z.B. Sprache. Er sieht Sprache als ein aus der Summe verstreuter Erregungsmuster erzeugtes Phänomen, denn dieser Vorgang gehe „von einer besonderen Stelle der Hirnrinde aus und verbreitet sich von ihr über die ganze Hirnrinde oder längs besonderer Wege“ (ebd., S. 98). Ein solches Verständnis vom neuronalen Ablauf psychischer Prozesse greift auf aktuelle Konzepte von einer „Entropie“ als Ursache z.B. des „Ich-Bewusstseins“ vor. Man geht derzeit davon aus, dass zahlreiche psychische Prozesse, neben ihrer Lokalisierbarkeit in unterschiedlichen Hirnarealen, erst als Summe ein bestimmtes Erregungsmuster ergeben, welches z.B. in einem psychischen Phänomen wie dem Bewusstsein eines „Selbst“, einer eigenen psychisch-physischen Integrität münden (vgl. Roth, 1999, S. 291 ff.). Das Leib-Seele-Problem zieht sich auch durch die frühe Schrift Freuds (1992a, S. 98), denn:

„Die physiologischen Vorgänge hören nicht auf, sobald die psychischen begonnen haben, vielmehr geht die physiologische Kette weiter, nur daß jedem Glied derselben (oder einzelnen Gliedern) von einem gewissen Moment an ein psychisches Phänomen entspricht. Das Psychische ist somit ein Parallelvorgang des Physiologischen („a dependent concomitant“)“.

Das Problem des psycho-physischen Parallelismus überträgt Freud (ebd., S. 98f.) nun auf die Sprache, analog zu einem Bewusstsein, welches nur „durch parallel

veränderliche Vorgänge in den ω Neuronen“ zu erklären sei, sei auch die Sprache ein solcher Parallelvorgang schichtenhafter Erregungsausbreitung. Diese Vorstellung Freuds lässt sich sehr gut auf konnektionistische Erregungsausbreitungstheorien übertragen, wie sie bereits in Kapitel 5 erläutert wurden. Unterschiedliche „layers“, etwa des Dellschen Modells, finden wir bei Freud vorskizziert. Freud betont das Assoziationspotential der menschlichen Sprache, und: „Empfindung“ lasse sich nicht von „Assoziation“ trennen. Auch hier schimmert bereits die aktuelle Debatte um die entscheidende Beteiligung der Emotionen, auch und gerade bei höheren kognitiven Funktionen durch (vgl. Damasio, 2001), denn, so Freud (1992a, S. 100), „wir können keine Empfindung haben, ohne sie sofort zu assoziieren; mögen wir die beiden begrifflich noch so scharf trennen, in Wirklichkeit hängen sie an einem einzigen Vorgang, der, von einer Rindenstelle beginnend, über die gesamte Rinde diffundiert.“

Ob eine solche Erregung nun über „die gesamte Rinde diffundiert“ sei neuroanatomisch dahingestellt, Freud eröffnet hier aber die Perspektive für ein höchst dynamisches Konzept der Informationsverarbeitung. Der sprachdynamische Aspekt der Freudschen Aphasielehre blieb lange Zeit unbeachtet, die Neurowissenschaftler bewegten sich in ihrer lokalisationalistischen Falle auf und ab. Die von Wernicke so bezeichneten „Zentren“ der Sprache sind für Freud nur „Ecken des Sprachfeldes“ (ebd., S. 107). Die Aktualität dieser Idee zeigt sich auch an den Ausführungen des Neurowissenschaftlers Mesulam (1990). Dieser postuliert, dass kognitive Leistungen nicht in einzelnen, anatomisch genauen Punkten, sondern in distribuierten Netzwerken funktionieren, die allerdings jeweils spezifisch für bestimmte kognitive Funktionen sind. Freud untersuchte retrospektiv zahlreiche Fallbeschreibungen von Aphasien und stieß hierbei auf eine durch lokalisationalistische Sprachmodelle nicht erklärbare Variabilität von Sprachausfällen, so äußerte er sich in einem Brief an Ludwig Binswanger vom 10. September 1911:

„Wernicke erschien mir immer als ein interessantes Beispiel von der Armseligkeit des wissenschaftlichen Denkens. Er war Gehirnanatom und konnte dann nicht unterlassen, sich die Seele in Serienschnitte zu zerlegen wie das Gehirn. Sein großer Aphasiefund hat ihm für alle Arbeiten das Schema von A-, Hypo- und Hyper- oder Kortikal, Sub- und Transkortikal aufgedrängt, welches er dann auf das am wenigsten Adäquate anwenden musste“ (Freud 1992b, S. 86).

Die Freudsche Psychoanalyse kann man vor diesem Hintergrund also durchaus als eine Fortsetzung der neurologischen Fragestellungen früherer Jahre lesen. Die neurophysiologische Methodik war an ihre Grenzen gelangt, ein Phänomen wie die Sprache glaubhaft zu erklären.

Auch heutzutage kann die Kombination einer holistischen Sprachidee (mit lokalisationistischen Anteilen) eine fruchtbare konzeptuelle Ausgangsbasis für weitere neurologische Fragestellungen sein, will man der reduktionistischen Falle eines kurzsichtigen Spracherklärungsmodells entgehen. Man könnte mit Freud argumentieren und betonen, dass „die Bedeutung des Momentes der Lokalisation [...] überschätzt worden ist und daß wir recht daran tun werden, uns wiederum um die Funktionsbedingungen des Sprachapparates zu bekümmern“ (ebd., S. 149). Der Schlusssatz Freuds aus dessen früher Arbeit „Zur Auffassung der Aphasien“ gilt damals wie heute, die Ausgangsbasis neurolinguistischer Fragestellungen ist womöglich eher komplexer geworden als jemals zuvor und erfordert umso mehr ein Umdenken gewohnter Theoreme.

Ausgehend von den sprachskeptischen Philosophien Derridas, Davidsons und Luhmanns bieten die eigenen Forschungsergebnisse ein neurofunktionelles Erklärungsmuster in Bezug auf den Verstehensprozess vager und ambiger Kommunikation. Dieses erfordert offensichtlich besondere Fähigkeiten eines neuronalen Fine-Tunings. Über die Relaisstation der Basalganglien werden semantische Netzwerke gezielt aktiviert, ambige Begriffe werden, davon muss ausgegangen werden, nicht einzeln angesteuert, sondern vielmehr als Cluster aktiviert (inferior parietale Kortexareale sind hierzu, wie gezeigt, ein wichtiger Netzwerkanteil in Bezug auf die semantische Präzision). Vermutlich regulieren die Basalganglien und der Thalamus die einem konnektionistischen Modell zugrunde liegenden Schwellenwerte innerhalb des neuronalen Sprachgesamtnetzwerkes. Das von uns hypothetisierte und beschriebene neurofunktionelle Regelsystem findet, wie gezeigt, auch in der modernen Sprachphilosophie seine Entsprechung. Das Entsprechungsverhältnis kann durchaus zu einer fruchtbaren Symbiose im Sinne einer revidierten Neurolinguistik führen und bietet einen Ausweg aus den reduktionistischen oder (auf der anderen Seite) esoterisch-spekulativen Aporien bisheriger Theoreme. Von eminenter Wichtigkeit ist es, die bisherigen neurowissenschaftlichen und linguistischen Diskurse nicht weiter auseinanderdriften zu lassen. Eine konsistente Theorie der Bedeutung ist nicht

ohne die neurofunktionellen Zusammenhänge im Gehirn unter Berücksichtigung der sozialen Dimension eines jeweiligen Interpretieren von Kommunikation möglich (hier geben die interpretenorientierten Kommunikationstheorien Donald Davidsons wichtige Impulse).

Erika Linz (2002) bietet in ihrer Arbeit zur „indiskreten Semantik“ ebenfalls wichtige Ansatzpunkte zu einem linguistisch-neurowissenschaftlichen Gesamtkonzept zur Bedeutungsgenerierung. Linz versucht die kognitivistische Grundannahme (u.a. Noam Chomskys) abzulösen durch ein Modell der „dynamischen Distinktivität, das mit dem Verlust einer absoluten Identität semantischer Einheiten einhergeht“ (S. 227). Linz beruft sich insbesondere auf konstruktivistische Erkenntnisse des Neurowissenschaftlers Antonio Damasio und wendet sich ausdrücklich gegen die Vorstellung eines statischen, genetisch präformierten und in separaten neuronalen Modulen organisierten neuronalen Sprachapparates. Nur durch eine hochdynamische Prozessierung könne die Flexibilität der Sprachprozessierung ausreichend erklärt werden und die „kommunikative Sprachfunktion [Linz verwendet hier ausdrücklich den Performanz-Begriff, Anm. d. Verf.] wieder in die linguistische Theoriebildung zurückgeholt werden“ (S. 228). Ganz im Sinne unserer eigenen Ergebnisse gebe es „keinen singulären neuronalen Ort mehr“ für die getrennt voneinander operierenden kognitiven Verarbeitungsmodalitäten. Mit Damasio könne man auch nicht mehr von einer „stufenweisen, unidirektionalen Verarbeitung und eines über Kanäle geleiteten Informationstransfers“ (S. 183) sprechen, sondern müsse von einer parallelen, nichtlinearen, rekursiven und iterativen Form der Prozessierung ausgehen.⁵¹ Linz bemerkt, dass „die Variabilität von Sprache“ im Rahmen diskret-formaler Semantikmodelle (Chomsky) „eher als Störfaktor denn als eines ihrer genuinen Charakteristika angesehen“ werde (S. 89). An dieser Stelle sei erneut auf Jägers zentrale These verwiesen, nämlich „dass Störungen und ihre transkriptive Bearbeitung [...] ein zentrales Verfahren der sprachlichen Sinnproduktion darstellen“ (Jäger, 2004, S. 5). Störungen, Varianzen und Irritationen im Rahmen semantischer Prozessierung sind keineswegs nur defizitäre Auswüchse des sprachlichen Systems, sie erst ermöglichen die enorme Flexibilität der Sinnproduktion, bilden eine Wurzel sprachlicher Kreativität (vgl. Linz, 2002, S. 25).

⁵¹ Auf den Begriff der Iteration wurde bereits in Bezug auf Derrida verwiesen (vgl. Kap. 4.2).

Auch Lothar Köster (1995, S. 341) veranschaulicht anhand seiner Studie „Von Saussure zum Konnektionismus“ die Notwendigkeit einer interdisziplinären Herangehensweise an das Sprachproblem:

„So überprüft der Linguist seine Sprachintuitionen, die er als Regel formulieren möchte, indem er andere Sprachteilnehmer befragt oder beobachtet. Das ist bereits ein in der wissenschaftlichen Praxis untrennbares Gemisch von geistigen und physischen Phänomenen [...] Umgekehrt kann der Neurobiologe kaum übersehen, daß bei den Menschen, deren Gehirnaktivitäten er mittels Xenon-133-Methode in Funktion beobachtet, Korrelationen zwischen sprachlichen und physischen Aktivitäten evident beschreibbar sind. Weiterhin wird der Psycholinguist nicht leugnen, daß das geistige Phänomen der Sprachfähigkeit mit dem Gehirn korreliert ist, was die Aphasieforschung evident belegt [...] Es geht daher nicht um eine Vermengung der Problembereiche, sondern um die Möglichkeit, korrelierte Phänomene beider Bereiche in einem Modell zu beschreiben. Diese Möglichkeit ergibt sich gerade aufgrund der Korrelationen.“

Ein interdisziplinärer Ansatz läuft stets Gefahr, sich in unterschiedlichen Terminologien zu bewegen. Selbstverständlich arbeiten die Neurowissenschaften im Vergleich zu geisteswissenschaftlichen oder gar künstlerischen Perspektiven eher auf die *eine*, weil vermeintlich klar einzugrenzende, Wahrheit hin. Dies führt vielfach zu Irritationen, wobei die Naturwissenschaften in diesem Punkt durchaus von den Geisteswissenschaften profitieren können, etwa indem sie ihre eigenen Ambivalenzen anerkennt bzw. lernt, mit den eigenen „Spannungszuständen“ im Graubereich einer asymptotischen Wahrheitsannäherung umzugehen. Insbesondere die Neurowissenschaften als klassische Grenzwissenschaften sollten hier als wegweisendes Beispiel vorangehen. Die Unbestimmtheit der Referenzen, die ständige, aktiv konstruktive Leistung des menschlichen Gehirns sollte letzten Endes in eine (erkenntnis-)kritische und skeptische Sichtweise auch in Hinblick auf das eigene Theoriekonstrukt münden. Die Zergliederung der Neurowissenschaften in zahlreiche, unüberschaubare Einzelbefunde könnte so einer Arbeitsweise weichen, welche auch umfangreiche Theoriegebäude nicht scheut. Dies ist vor allem wichtig, um einer bereits historisch vorgeprägten, reduktionistischen Sackgasse zu entgehen. Der Sprachwissenschaftler Axel Bühler (1987, S. 122) bemerkt in Bezug auf die erkenntniskritische Skepsis Donald Davidsons und deren Anwendung auf die (Neuro-)Psychologie:

„Diese Strenge der Überprüfungsmaßstäbe läßt dann viele der geistes- und sozialwissenschaftlichen Behauptungen als prinzipiell unüberprüfbar erscheinen und führt zu den Thesen der Übersetzungsunbestimmtheit und der Unerforschbarkeit des Gegenstandsbezugs. Ähnliche Resultate müßte man aber auch für die Naturwissenschaften erwarten, würde man ihre Behauptungen mit gleich strengen Maßstäben konfrontieren. Dadurch, daß man dies nicht tut, kommen die naturwissenschaftlichen Behauptungen in eine bessere Position.“

Bühlers Argumentation ist sicher überspitzt, wirft aber ein Licht auf die Grundproblematik des traditionsreichen geistes- bzw. naturwissenschaftlichen Dualismus. In der Tat werden die mittels naturwissenschaftlichen Methoden gewonnenen Ergebnisse nur selten erkenntniskritisch hinterfragt.⁵² So ist, wie in der vorliegenden Arbeit gezeigt, nicht nur in der Sprachphilosophie, sondern auch in den Naturwissenschaften (und speziell in der Neuropsychologie) von einer möglichen „Unbestimmtheit“ neurofunktioneller Einzelbefunde auszugehen. Es kann auch mittels ausgefeilter bildgebender Methoden allenfalls von einer grob vereinfachten Annäherung an ein komplexes neurophysiologisches Phänomen wie das der Prozessierung semantischer Ambiguitäten ausgegangen werden.

Die klassischen Sprachmodelle Wernicke-Lichtheims und Brocas dominieren bis heute die neurofunktionelle Perspektive auf die menschliche Sprachfunktion, allerdings war das Wernicke-Lichtheimsche Modell von Beginn an kontaminiert, „verunreinigt“ (Rheinberger, 2007) durch das „Virus“ holistischer Sichtweisen.

Und nicht zuletzt Gerhard Roth (2003, S. 432 ff.) belebt die Freudschen Überlegungen als Inspirationsquelle für die Neurobiologie. Bis vor kurzem als Kuriosum, als „eine geisteswissenschaftliche Wucherung“ aufgefasst, bietet die Psychoanalyse durchaus ein Erkenntnispotential für die heutige Neurowissenschaft. So habe auch der Nobelpreisträger Eric Kandel mit seinem im Jahre 1999 publizierten Aufsatz „Biology and the future of psychoanalysis: A new intellectual framework for psychiatry revisited“ zu einem Paradigmenwechsel beigetragen.

⁵² Erst neuere wissenschaftshistorische Arbeiten sensibilisieren für derartige Zusammenhänge (vgl. Daston & Galison, 2007).

12. Fazit

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, aktuelle sprachtheoretische Konzepte zur Vagheit der Sprache mit neurofunktionell-neurophysiologischen Erkenntnissen aktueller Arbeiten in Bezug zu bringen. Ausgangshypothese war, dass sich sprachtheoretische Positionen einer Nichtfixierbarkeit von Bedeutung neuronal nur in Form eines von den klassischen Spracharealen (Broca, Wernicke) abweichenden, komplexen Netzwerkes abbilden lassen.

Im Rahmen unserer Untersuchungen mittels bildgebender Verfahren, sowie eines speziell für derartige Fragestellungen entwickelten Paradigmas gelang der plausible Nachweis einer subkortikalen Beteiligung bei der semantischen Prozessierung von Homonymen. Die so gewonnenen Daten verweisen auf ein weit distribuiertes neuronales Netzwerk, in welches multiple Hirnregionen mit einbezogen sind. Es ist hierbei, wie in Kapitel 10 detailliert gezeigt, von einem Zusammenspiel sowohl kortikaler als auch subkortikaler Zentren auszugehen.

Auf sprachphilosophischer Seite wurde über die Feststellung einer Kontextabhängigkeit von Bedeutung, deren ständiger radikaler Interpretation (Davidson), Neukonstruktion (Luhmann) und Sinnzerstreuung (Derrida) ein Weg in Richtung neurolinguistischer Modelle (Dell) geebnet. Ferdinand de Saussure wurde, anhand seiner Notizen aus dem Nachlass, als Wegbereiter einer am kognitiven orientierten Sprachtheorie identifiziert. Über den Umweg konnektionistischer Sprachmodelle ergab sich die Option einer Engführung sprachphilosophischer und neurowissenschaftlicher Postulate. Hier anknüpfend gelang es, eine Analogie zwischen der Bedeutungsflexibilität von Sprache und den beschriebenen weit distribuierten neurofunktionellen Prozessierungsmechanismen herzustellen. Freilich zeigen sich zwischen den traditionell geistes- bzw. naturwissenschaftlichen Vorgehensweisen deutliche methodologische Unterschiede. Die naturwissenschaftliche Methodik, in der vorliegenden Studie repräsentiert durch die funktionelle Bildgebung, steckt in einem erkenntniskritischen Dilemma: zum einen muss sie, um vor der eigenen Zukunft zu bestehen, definite, unzweifelhafte, signifikante und kausale Ergebnisse hervorbringen, zum anderen nagt ein erkenntniskritischer Skeptizismus an eben diesen konstruierten Denkgebäuden. Die von uns postulierte Aussage, dass sich

die Prozessierung semantischer Ambiguitäten in einem kortiko-subkortikalen Netzwerk abspielt, kann somit durchaus kritisch beleuchtet werden, schließlich ist eine derartige Annahme wiederum nur eine modellhafte Konstruktion, die Interpretation eines computerisierten Codes, gewonnen mit Hilfe einer komplexen Apparatur wie der des fMRT. Wichtig ist, wie gezeigt, dass sich nicht etwa eine der beiden Positionen, sei diese nun geistes- oder naturwissenschaftlicher Prägung, der anderen unterwirft. Von größter intellektueller Sprengkraft scheint vielmehr ein andauernder und reflektierter Spannungszustand zwischen den Diskursen, eine Koexistenz, ein andauerndes und permanentes Hinterfragen und Beleuchten eigener Ergebnisse im Hinblick auf deren Aussagekraft. Ein derartiger Diskurs eröffnet letztlich neue Chancen in Richtung einer differenziert arbeitenden Neurowissenschaft. Es ist keineswegs ketzerisch, mit Derrida zu fragen: Wenn man den Sprachzeichen keine statisch-fixierte Bedeutung zusprechen kann, wie sollte man dies dann einzelnen neuronalen Korrelaten von Sprache zubilligen (etwa im Sinne klassischer Sprachzentren)? Es geht hierbei wohlgerne nicht um einen Relativismus in Bezug auf die gewonnenen Resultate, sondern um einen selbstkritischen Umgang mit naturwissenschaftlichen Ergebnissen und Signifikanzen.

Literaturverzeichnis

Abel, S. (2001). Lexikalische Störungen bei Aphasie: Ein Einzelfall im konnektionistischen Modell von G.S. Dell. Aachen (Magisterarbeit).

Abel, G. (2004). Zeichen der Wirklichkeit. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Alexander, M.P., Loverme, S.R. (1980). Aphasia after left intracerebral haemorrhage. *Neurology*, 30, S. 1193-1202.

Alexander, G.E., DeLong, M.R., Strick, P.L. (1986). Parallel organization of functionally segregated circuits linking basal ganglia and cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 9, S. 357-381.

Alexander, M. P., Naeser, M.A., Palumbo, C.L. (1987). Correlations of subcortical lesion sites and aphasia profiles. *Brain*, 110, S. 961-991.

Alexander, M.P., Benson, D.F., Stuss, D.T. (1989). Frontal lobes and language. *Brain and Language*, 37, S. 656-691.

Alexander, M.P. (1992). Speech and language deficits after subcortical lesions of the left hemisphere: a clinical, CT and PET study. In: Vallar, G., Cappa, S.F., Wallesch C.-W. (Hrsg.), *Neuropsychological Disorders Associated with subcortical Lesions*. New York, Oxford: Oxford University Press, S. 455-477.

Amunts, K., Heim, S., Fink, G.R. (2007). Funktionelle Neuroanatomie der Sprache. In: Schneider, F., Fink, G.R. (Hrsg.), *Funktionelle MRT in Psychiatrie und Neurologie*. Heidelberg: Springer, S. 309-320.

Angwin, A.J., Chenery, H.J., Copland, D.A., Murdoch, B.E., Silburn, P.A. (2005). Summation of semantic priming and complex sentence comprehension in Parkinson's disease. *Brain Res. Cognitive Brain Research*, 1, S. 78-89.

Asso, D., Crown, S., Russel, J.A., Logue, V. (1969). Psychological aspects of the stereotactic treatment of parkinsonism. *British Journal of Neuroscience*, 9, S. 357-381.

Aten, J.L., White, B.J., Pribram, H.W. (1982). Linguistic and behavioural deficits following thalamic heamorrhage. In: Brookshire, R.H. (Hrsg.): *Clinical Aphasiology: Conference Proceedings*. Minneapolis, MN: BRK, S. 119-128.

Baddeley A. (1986). *Working Memory*. Oxford: Oxford University Press.

Balthasar, K. (1957). Über das anatomische Substrat der generalisierten Tic-Krankheit (Gilles de la Tourette): Entwicklungshemmung des Corpus Striatum. *Zeitschrift der Gesellschaft für Neurologie und Psychiatrie*, 195, S. 531-549.

Baron, J.C., D'Antona, R., Pantano, P., Serdaru, M., Samson, Y., Bousser, M.G. (1986). Effects of thalamic stroke on energy metabolism of the cerebral cortex. A positron tomography study in man. *Brain*, 109, S. 1243-1259.

Baron, J.C., Levasseur, M., Mazoyer, B., Legault-Demare, F., Mauguiere, F., Pappata, S., Jedynak, P., Derome, P., Cambier, J., Tran-Dinh, S., Cambon, H. (1992). Thalamocortical diaschisis: positron emission tomography in humans. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 55, S. 935-942.

Basso, A., Della Sala, S., Farabola, M. (1987). Aphasia arising from purely deep lesions. *Cortex* 1987, 23. S. 29-44.

Bell, D.S. (1986). Speech functions of the thalamus inferred from effects of thalamotomy. *Brain*, 91, S. 619-636.

Biederman, J., Milberger, S., Faraone, S. et al (1996). A prospective 4-year follow-up study of attention-deficit hyperactivity and related disorders. *Archive of General Psychiatry*, 39, S. 437-446.

Bogousslavsky, J., Regli, F. and Uske, A. (1988). Thalamic Infarcts: clinical syndromes, etiology, and prognosis. *Neurology*, 38, S. 837-848.

Bowerman, M. (1977). The acquisition of word meaning: an investigation of some current concepts. In: Johnson-Laird, P., Watson, P. (Hrsg.), *Thinking: readings in cognitive science*. Cambridge: Cambridge University Press. S. 239-253.

Braun, A.R., Stoetter, B., Randolph, C. (1993). The functional neuroanatomy of Tourette's syndrome: An FDG-PET study. *Neuropsychopharmacology*, 9, S. 277-291.

Bremer, M.E. (1993). *Epistemische und logische Aspekte des semantischen Regelfolgens*. Aachen: Verlag Mainz.

Bruyn, R.P.M. (1989). Thalamic aphasia: a conceptual critique. *Journal of Neurology*, 236, S. 21-25.

Buchsbaum, M.S., Haier, R.J. (1983). Psychopathology. Biological approaches. *Annual Review of Psychology*, 34, S. 401-430.

Bucy, P.C. (1942). The neural mechanisms of athetosis and tremor. *Journal of Neuropathology and Experimental Neurology*, 1, S. 224-231.

Bühler, A. (1987). *Bedeutung, Gegenstandsbezug, Skepsis*. Tübingen: J. C. B. Mohr (Paul Siebeck).

Bußmann, H. (1990). *Lexikon der Sprachwissenschaft*. Stuttgart: Kröner.

Cappa, S.F., Cavallotti, G., Guidotti, M., Papagno, C., Vignolo, L.A. (1983). Subcortical aphasia. Two clinical CT scan studies. *Cortex*, 19, S. 227-241.

Carter, C., Braver, T.S., Barch, D.M., Botvinick, M.M., Noll, D., Cohen, J.D. (1998). Anterior cingulate cortex, error detection and the online monitoring of performance. *Science*, 280, S. 747-749.

Caselli, R., Graff-Radford, N., Rezai, K. (1991). Thalamocortical diaschisis: single-photon emission tomographic study of cortical blood flow changes after focal thalamic infarction. *Neuropsychiatry, Neuropsychology and Behavioral Neurology*, 4, S. 193-214.

Comings, D.E., Comings B.G. (1987a). A controlled study of Tourette's syndrome: V. Depression and mania. *American Journal of Human Genetics*, 41, S. 804-821.

Comings, D.E., Comings B.G. (1987b). A controlled study of Tourette's syndrome: III. Phobias and panic attacks. *American Journal of Human Genetics*, 41, S. 761-781.

Copland, D. (2000). Understanding ambiguous words in biased sentences: evidence of transient contextual effects in individuals with nonthalamic subcortical lesions and Parkinson's disease. *Cortex*, 36, S. 601-622.

Copland, D. (2001). Discourse priming of homophones in individuals with dominant nonthalamic subcortical lesions, cortical lesions and parkinson's disease. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 23, S. 538-556.

Copland, D., Chenery, H., Savage, G., McGrath, J. (2002). An on-line investigation of lexical ambiguity processing in schizophrenia. *Brain and Cognition*, 48, S. 324-327.

Crosson, B. (1984). The role of the thalamus in language: a review. *Psychological Bulletin*, 96, S. 491-517.

Crosson, B. (1985). Subcortical functions in language: a working model. *Brain and Language*, 25, S. 257-292.

Crosson, B. (1992). *Subcortical functions in Language and Memory*. New York: Guilford Press.

Crosson, B. (1997). Models of subcortical functions in language: current status. *Journal of Neurolinguistics*, 10, S. 277-300.

Crosson, B. (2002). Basal Ganglia. In: Ramachandran, V.S. (Hrsg.), *Encyclopedia of the human brain*. Vol. 1-4. San Diego: Academic Press 2002, S. 367-379.

Crosson, B., Benefield, H., Cato, M.A., Sadek, J.R., Moore, A.B., Wierenga, C.E., Gopinath, K., Soltysik, D., Bauer, R.M., Auerbach, E.J., Gökçay, D., Leonard, C.M., Briggs, R.W. (2003). Left and right basal ganglia and frontal activity during language generation: contributions to lexical, semantic, and phonological processes. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 9, S. 1061-1077.

Crosson, B., Benjamin, M., Levy, I. (2007). Role of the basal ganglia in language and semantics: supporting cast. In: Hart, J., Kraut, M.A. (Hrsg.), Neural basis of semantic memory. Cambridge: Cambridge University Press, S. 219-243.

Cummings J.L. (1993). Frontal-subcortical circuits and human behavior. Archives of Neurology, 50, S. 873-880.

Damasio, A.R., Damasio, H., Rizzo, H., Varney, N., Gersh, F. (1982). Aphasia with nonhaemorrhagic lesions in the basal ganglia. Archives of Neurology, 39, S. 15-20.

Damasio, A.R. (2001). Ich fühle, also bin ich: Die Entschlüsselung des Bewusstseins. München: List.

Damasio, H., Grabowski, T.J., Tranel, D., Hichwa, R.D., Damasio, A.R. (1996). A neural basis for lexical retrieval. Nature, 380, S. 499-505.

Daston, L., Galison, P. (2007). Objektivität. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Davidson, D. (1986). Wahrheit und Interpretation. Übersetzt von Joachim Schulte. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Davidson, D. (1993). Der Mythos des Subjektiven. Philosophische Essays. Stuttgart: Reclam.

Davidson, D. (2004). Subjektiv, intersubjektiv, objektiv. Übersetzt von Joachim Schulte. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Davidson, D., Rorty, R. (2005). Wozu Wahrheit? Eine Debatte. Herausgegeben und mit einem Nachwort von Mike Sandbothe. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Davidson, D. (2006). Probleme der Rationalität. Übersetzt von Joachim Schulte. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Davis, J.M., Kahn, R.S., Grant, K., Davidson, M. (1991). Dopamine in schizophrenia: a review and reconceptualization. American Journal of Psychiatry, 148, S. 1474-1486.

Dell, G.S. (1986). A spreading-activation theory of retrieval in sentence production. Psychological Review, 93, S. 283-321.

Dell, G.S. (1988). The retrieval of phonological forms in production: Tests of predictions from a connectionist model. Journal of Memory and Language, 27, 124-42.

Dell, G.S., O`Seaghdha, P.G. (1991). Mediated and convergent lexical priming in language production: a comment on Levelt et al. (1991). Psychological review, 104, S. 604-616.

Demeurisse, G., Capon, A., Verhas, M., Atting, E. (1990). Pathogenesis of aphasia in deep seated lesions: likely role of cortical diaschisis. *European Neurology*, 30, S. 67-74.

Demeurisse, G., Verhas, M., Paternot, J., Capon, A. (1993). Contribution of remote cortical dysfunction to the pathogenesis of subcortical aphasia: a 99m Tc-HMPAO SPECT study. *Journal of stroke and Cerebrovascular Diseases*, 3, S. 150-156

Derrida, J. (1995). *Dissemination*. Wien: Passagen Verlag.

Derrida, J. (1999). *Randgänge der Philosophie*. Herausgegeben von Peter Engelmann. 2. Aufl. Wien: Passagen Verlag.

Divac, I. (1972). Neostriatum and functions of prefrontal cortex. *Acta Neurobiologica Experimentalis (Warsaw)*, 28, S. 149-477.

Eccles, J.C., Popper, K.R. (Hrsg., 1977). *The self and its brain*. New York: Springer.

Englert, K. (1987). *Frivolität und Sprache. Zur Zeichentheorie bei Jacques Derrida*. Essen: Verlag Die Blaue Eule.

Fechner, G.T. (1860). *Elemente der Psychophysik*, 2 Bd., Leipzig: Breitkopf und Härtel.

Fehrmann, G. (2004a). *Verzeichnung des Wissens. Überlegungen zu einer neurosemiologischen Theorie der sprachgeleiteten Konzeptgenese*. München: Wilhelm Fink.

Fehrmann, G. (2004b). Die diskursive Logik kategorieller Wissensstrukturen. In: Jäger, L., Linz, E. (Hrsg.), *Medialität und Mentalität. Theoretische und empirische Studien zum Verhältnis von Sprache, Subjektivität und Kognition*. München: Wilhelm Fink Verlag. S. 68-98.

Feldman, J.A., Ballard, D.H. (1982). Connectionist models and their properties. *Cognitive Science*, 6, S. 205-254.

Fensore, C. (1988). Language and memory disturbances from mesencephalothalamic infarcts: a clinical and computed tomography study. *European Neurology*, 28, S. 51-56.

Fiez, J.A. (1997). Phonology, semantics, and the role of the left inferior prefrontal cortex. *Human Brain Mapping*, 5, S. 79-83.

Flaherty, A. (2004). *Die Mitternachtskrankheit. Warum Schriftsteller schreiben müssen. Schreibzwang, Schreibrausch, Schreibblockade und das kreative Gehirn*. Berlin: Autorenhaus Verlag.

Flourens, P. (1824). *Versuche und Untersuchungen über die Eigenschaften und Verrichtungen des Nervensystems bei Thieren mit Rückenwirbeln*. Leipzig.

- Förstl, H. (2002). Frontalhirn. Funktionen und Erkrankungen. Springer: Berlin.
- Forrester, J. (1980). Language and the origins of psychoanalysis. New York: Columbia University Press.
- Forster, K. I. (1989). Basic issues in lexical processing. In: W. Marslen-Wilson (Hrsg.), Lexical Representation and Process. Massachusetts: MIT Press. S. 75-107.
- Frankel, M., Cummings, J.L., Robertson, M.M. (1986). Obsessions and compulsions in Gilles de la Tourette's syndrome. *Neurology*, 36, S. 378-382.
- Freud, S. (1891). Zur Auffassung der Aphasien. Leipzig: Deuticke.
- Freud, S. (1992a). Zur Auffassung der Aphasien: Eine kritische Studie. Bearbeitet von Ingeborg Meyer-Palmedo. Frankfurt am Main: S. Fischer.
- Freud, S. (1992b). Sigmund Freud / Ludwig Binswanger. Briefwechsel 1908-1938. Hrsg. von G. Fichtner. Frankfurt am Main: S. Fischer.
- Frege, G. (1884). Die Grundlagen der Arithmetik. Hildesheim.
- Friederici, A.D., Kotz, S.A., Werheid, K., Hein, G., von Cramon, D.Y. (2003). Syntactic comprehension in Parkinson's disease: investigating early automatic and late integrational processes using event-related brain potentials. *Neuropsychology*, 17, S. 133-42.
- Friederici, A.D. (2006). What's in control of language? *Nature Neuroscience*, 8, S. 991-992.
- Fries, N. (1980). Ambiguität und Vagheit. Einführung und kommentierte Bibliographie. Tübingen: Niemeyer.
- von Glasersfeld, E. (1987). Wissen, Sprache, Wirklichkeit. Arbeiten zum radikalen Konstruktivismus. Braunschweig: Vieweg.
- Glucksberg, S., Kreuz, R.J., Rho, S. (1986). Context can constrain lexical access. Implications for models of language comprehension. *Journal of Experimental Psychology, Learning, Memory, and Cognition*, 12, S. 323-335.
- Glüer, K. (1993). Donald Davidson zur Einführung. Hamburg: Junius.
- Goldman-Rakic, P.S. (1984). Modular organisation of the prefrontal cortex. *Transactions in Neuroscience*, 7, S. 419-424.
- Goldman-Rakic, P.S., Selemon, L.D. (1986). Topography of corticostriatal projections in nonhuman primates and implications for functional parcellation of the neostriatum. In: Jones, E.G., Petres, A. (Hrsg.), *Sensory-Motor Areas and Aspects of Cortical Connectivity*. New York: Plenum Press.

Goldman-Rakic P.S. (1995). Toward a circuit model of working memory and the guidance of voluntary action. In: Houk J.C., Davis J.L., Beiser D.G. (Hrsg.), Information processing models and the basal ganglia. Cambridge: MIT Press, S. 131-148.

Goldstein, K. (1927). Über Aphasie. Schweizer Archiv für Neurologie und Psychiatrie, 6, S. 1-68.

Grande, M. (2005). Wortformen und Konzepte im mentalen Lexikon. Eine f-MRI-Studie zur Einzelwortverarbeitung bei Sprachgesunden sowie zur Rückbildung nach Aphasie. Aachen (Diss.).

Grande, M., Huber, W. (2007). Aphasie. In: Schneider, F., Fink, G.R. (Hrsg.), Funktionelle MRT in Psychiatrie und Neurologie. Heidelberg: Springer, S. 429-442.

Grice, P. (1993). Logik und Konversation. In: Meggle (Hrsg.), Handlung, Kommunikation, Bedeutung. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, S. 243–265.

Grinwald, A., Frostig, R.D., Siegel, R.M., Bartfeld, E. (1991). High-resolution optical imaging of functional brain architecture in the awake monkey. Proceedings of the National Academy of Science (USA), 88, S. 11559-11563.

Grossman, M., Gollumb, S., Stern, M.B., Vernon, G., Hurti, H.I. (1991). Sentence comprehension and praxis deficits in Parkinson's disease. Neurology, 41, S. 1620-1628.

Haber, S.N., Kowall, N.W., Vonstattel, J.P. (1986). Gilles de la Tourette's syndrome. A post mortem neuropathological and immunohistochemical study. Journal of the Neurological Sciences, 75, S. 225-241.

Hagner, M. (2000a). Homo cereбрalis – Der Wandel vom Seelenorgan zum Gehirn. Frankfurt a. M.: Insel Verlag.

Hagner, M. (2000b). Hirnforschung als Humanwissenschaft. Das Lokalisationsparadigma im 19. und frühen 20. Jahrhundert. In: Deutsches Hygienemuseum: Gehirn und Denken. Kosmos im Kopf. Ostfildern-Ruit: Hatje-Cantz.

Handke, P. (2004). Die Angst des Tormanns beim Elfmeter. München: Süddeutsche Zeitung/Bibliothek.

Harris K., Singer H.S. (2006). Tic disorders: neural circuits, neurochemistry, and neuroimmunology. Journal of Child Neurology, 21, S. 678-89.

Hawking, S. W. (1993). Einsteins Traum. Expeditionen an die Grenzen der Raumzeit, Essays. Reinbek: Rowohlt.

Hebb, D.O. (1949). The organisation of behaviour. New York: Wiley.

Helmholtz, H. (1884a). Vorträge und Reden. Die neueren Fortschritte in der Theorie des Sehens. Braunschweig: Vieweg.

Helmholtz, H. (1884b). Vorträge und Reden. Die Thatsachen der Wahrnehmung. Braunschweig: Vieweg.

Helmholtz, H. (1921). Schriften zur Erkenntnistheorie. Berlin: Springer.

Hermann, K., Turner, J.W., Gillingham, F.J., Gaze, R.M. (1966). The effects of destructive lesions and stimulation of the basal ganglia on speech mechanisms. *Confinia Neurologica*, 27, S. 197-207.

Hobson, M. (1998). Jacques Derrida. Opening Lines. London: Routledge.

Hörmann, H. (1967). Psychologie der Sprache. Verbesselter Neudruck. Berlin: Springer.

Holbrook, J.K., Eiselt, K.P., Granger, R.H., Matthei, E.H. (1988). (Almost) never letting go: inference retention during text understanding. In: Small, S., Cottrell, G., Tanenhaus, M. (Hrsg.), Lexikal ambiguity resolution. Perspectives from psycholinguistics, neuropsychology & artificial intelligence. San Mateo: Morgan Kaufmann Publishers. S. 383-409.

Huber, W., Poeck, K., Weniger, D., Willmes, K. (1983). Der Aachener Aphasie Test. Göttingen: Hogrefe.

Huber, W., Poeck, K., Weniger, D. (2002). Aphasie. In: Hartje, W., Poeck, K. (Hrsg.), Klinische Neuropsychologie. Stuttgart: Thieme, S. 93-173.

Itard, J. (1828). Memoire sur quelques fonctions involontaires des appareils de la locomotion, de la prehension et de la voix. *Archives Generales de Medicine*, 8, S. 385-407.

Jäger, L. (2001). Neurosemiologie. Das transdisziplinäre Fundament der saussureschen Sprachidee. *Cahiers Ferdinand de Saussure*, 54, S. 289-337.

Jäger, L. (2002). Transkriptivität. Zur medialen Logik der kulturellen Semantik. In: Jäger, L., Stanitzek, G. (Hrsg.), Transkribieren. Medien/Lektüre. München: Wilhelm Fink Verlag. S. 19-41.

Jäger, L. (2004a). Wieviel Sprache braucht der Geist? Mediale Konstitutionsbedingungen des Mentalen. In: Jäger, L., Linz, E. (Hrsg.), Medialität und Mentalität. Theoretische und empirische Studien zum Verhältnis von Sprache, Subjektivität und Kognition. München: Wilhelm Fink Verlag. S. 15-42.

Jäger, L. (2004b). Störung und Transparenz. Skizze zur performativen Logik des Medialen. In: Krämer, S. (Hrsg.), Performativität und Medialität. München: Wilhelm Fink Verlag, S. 35-74.

Jäger, L. (2008a). Aposème und Parasème – Das Spiel der Zeichen. Saussures semiologische Skizzen in den ‚Notes‘. In: Schneider, J. (Hrsg.), Zeitschrift für Semiotik 30 (1-2). Themenheft: Medialität und Sozialität sprachlicher Zeichen, S. 49-71.

Jäger, L. (2008b). Sprachevolution. Neuere Befunde zur Audiovisualität des menschlichen Sprachvermögens. In: Gugerli, D., Hagner, M., Hampe, M., Sarasin, P., Tanner, J. (Hrsg.), Nach Feierabend 2008. Zürcher Jahrbuch für Wissensgeschichte 4: Darwin. Zürich: Diaphanes, S. 149-169.

Jäger, L. (2009): Transkriptivität. Zur medialen Logik der kulturellen Semantik. In: transkriptionen. Newsletter des Kulturwissenschaftlichen Forschungskollegs 'Medien und kulturelle Kommunikation' SFB/FK 427, Nr. 10, S. 8-12.

Japp, K. P. (1996). Soziologische Risikotheorie. Funktionale Differenzierung, Politisierung und Reflexion. Weinheim, München: Juventa.

Kadesjö, B., Gillberg, C. (2000). Tourette's disorder: epidemiology and comorbidity in primary school children. Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 39, S. 548-555.

Kandel, E.R. (1999). Biology and the future of psychoanalysis: a new intellectual framework for psychiatry revisited. American Journal of Psychiatry, 156, S. 505-524.

Karbe, H., Herholz, K., Szekely, B., Pawlik, G., Wienhard, K., Heiss, W.-D. (1989). Regional metabolic correlates of Token test results in cortical and subcortical left hemispheric infarction. Neurology, 39, S. 1083-1088.

Kawamoto, A.H. (1988). Distributed representations of ambiguous words and their resolution in a connectionist network. In: Small, S., Cottrell, G., Tanenhaus, M. (Hrsg.), Lexikal ambiguity resolution. Perspectives from psycholinguistics neuropsychology & artificial intelligence. San Mateo: Morgan Kaufmann Publishers. S. 195-228.

Keen-Kim D., Freimer, N.B. (2006). Genetics and epidemiology of Tourette syndrome. Journal of Child Neurology, 21, S. 665-71.

Ketteler, D., Kastrau, F., Vohn, R., Huber, W. (2008a). The subcortical role of language processing. High level linguistic features such as ambiguity-resolution and the human brain; an fMRI study. Neuroimage, 39, S. 2002-2009.

Ketteler, D. (2008b). Gottfried Benns Sozialisation als Dichterarzt im Spannungsfeld zeitgenössischer neurowissenschaftlicher und sinnesphysiologischer Diskurse. Aachen: Shaker.

Kertesz, A. (1989). Agraphia in subcortical lesions. Paper presented at the Meeting on Neuropsychological Disorders associated with Subcortical Lesions, Como, Italy.

Kim, S.G., Ugurbil, K. (1997). Functional magnetic resonance imaging of the human brain. Journal of Neuroscience Methods, 74, S. 229-243.

Kim, Y., Ko, M., Parrish, T., Kim, H. (2002). Reorganization of cortical language areas in patients with aphasia: a functional MRI study. *Yonsei Medical Journal*, 43, S. 441-445.

Klepousniotou, E. (2002). The processing of lexical ambiguity: homonymy and polysemy in the mental lexikon. *Brain and Language*, 81, S. 205-223.

Köck, W.K. (1978). Kognition – Semantik – Kommunikation. In: Heijl, P.M., Köck, W.K., Roth, G. (Hrsg.), *Wahrnehmung und Kommunikation*. Frankfurt: Lang. S. 187-213.

Köster, L. (1995). Von Saussure zum Konnektionismus. Struktur und Kontinuität in der Lexemsemantik und der Musiksemiotik. Wiesbaden: Deutscher Universitäts Verlag.

Kornhuber, J., Weller, M. (1994). Aktueller Stand der biochemischen Hypothesen zur Pathogenese der Schizophrenie. *Nervenarzt*, 55, S. 602-606.

Krämer, S. (2001). Sprache, Sprechakt, Kommunikation. Sprachtheoretische Positionen des 20. Jahrhunderts. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Kraus, A., Mundt, C. (Hrsg., 1991). Schizophrenie und Sprache. Stuttgart: Thieme.

Kraut, M.A., Kremen, S., Segal, J.B., Calhoun, V., Moo, L.R., Hart, J. (2002). Object activation from features in the semantic system. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14, S. 24-36.

Kreye, H. (1994). Über die Vagheit sprachlicher Zeichen. In: Wagner, Karl Heinz, Wildgen, Wolfgang (Hrsg.), *Kognitive Linguistik und Interpretation*. Universität Bremen: BLICK 5, S. 35-39.

Kripke, S. (1982). *Naming and Necessity*. Harvard University Press.

Kuperberg G., Kreher D., Goff D., McGuire P., David A. (2006). Building up linguistic context in schizophrenia: evidence from self-paced reading. *Neuropsychology*, 20, S. 442-452.

Labov, W. (1973). The boundaries of words and their meanings. In: Bailey, C., Shuy, R. (Hrsg.), *New ways of analyzing variation in english*. Washington D.C.: Georgetown University Press, S. 340-373.

Lagemann, J., Gloy, K. (1998). *Dem Zeichen auf der Spur. Derrida. Eine Einführung*. Aachen: ein-FACH-verlag.

Lebrun, Y. (1997). Subcortical structures and non-volitional verbal behaviour. *Journal of Neurolinguistics*, 10, S. 313-323.

Leischner, A. (1987). *Aphasien und Sprachentwicklungsstörungen*. Stuttgart, New York: Thieme.

Legg, C., Penn, C., Temlett, J., Sonnenberg, B. (2005). Language skills of adolescents with Tourette Syndrome. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 19, S. 15-33.

Levelt, W., Roelofs, A., Meyer, A. (1999). A theory of lexical access in speech production. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, S. 1-38.

Li, X., Branch, C.A. Bertisch, H.C., Brown, K., Szulc, K.U. Ardekani, B.A., DeLisi, L.E. (2007). An fMRI study of language processing in people at high genetic risk for schizophrenia. *Schizophrenia Research*, in press.

Linda, M. (2001). *Elemente einer Semiologie des Hörens und Sprechens. Zum kommunikationstheoretischen Ansatz Ferdinand de Saussures*. Tübingen: Gunter Narr Verlag.

Lieberman, P. (2001). Human language and our reptilian brain. The subcortical bases of speech, syntax and thought. *Perspectives in Biology and Medicine*, 44, S. 32-51.

Lieberman, P. (2008). Cortical-striatal-cortical neural circuits, reiteration, and the 'narrow faculty of language'. *Behavioral and Brain Sciences*, 31, S. 528.

Lin, H., Yeh, C-B., Peterson, B., Scahill, L., Grantz, H., Findley, D., Katsovitch, L., Otko, J., Lombrosco, P., King, R., Leckman, J. (2002). Assessment of symptom exacerbations in a longitudinal study of children with Tourette's Syndrome or Obsessive-Compulsive Disorder. *Journal of the American Child and Adolescent Psychiatry*, 41, S. 220-225.

Linz, E. (2002). *Indiskrete Semantik. Kognitive Linguistik und neurowissenschaftliche Theoriebildung*. München: Wilhelm Fink Verlag.

Logothetis, N.K., Pauls, J., Augath, M., Trinath, T., Oeltermann, A. (2001). Neurophysiological investigation on the basis of the fMRI signal. *Nature*, 412, S. 150-157.

Longworth, C.E., Keenan, S.E., Barker, R.A., Marslen-Wilson, W.D., Tyler, L.K. (2005). The basal ganglia and rule-governed language use: evidence from vascular and degenerative conditions, *Brain*, S. 584-596.

Ludlow, C.L., Polinsky, R.J., Caine, E.D., Bassich, C.J., Ebert, M.H. (1982). Language and speech abnormalities in Tourette's Syndrome. *Advances in Neurology*, 35, S. 351-361.

Luhmann, N. (1987). *Sprache und Kommunikationsmedien. Ein schief laufender Vergleich*. *Zeitschrift für Soziologie*, 16, S. 467-468.

Luhmann, N. (1990). *Die Wissenschaft der Gesellschaft*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Luhmann, N. (1997). Was ist Kommunikation? In Ders. (Hrsg.), Soziologische Aufklärung. Bd. 6. Die Soziologie und der Mensch. Opladen: Westdeutscher Verlag. S. 113-124.

Luhmann, N. (1998). Die Gesellschaft der Gesellschaft. 2 Bd. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Lyons, J. (1963). Structural semantics. An analysis of part of the vocabulary of Plato. Oxford.

Lyons, J. (1977). Semantics. 2 Bde. Cambridge: Cambridge University Press.

Lyons, J. (1983). Language and Linguistics. Cambridge: Cambridge University Press.

Macdonald, C. (1995). Introduction: classicism vs. connectionism. In: Macdonald, C., Macdonald, G. (Hrsg.), Connectionism: debates on psychological explanation. Volume 2, Cambridge, Massachusetts: Blackwell Publishers. S. 3-27.

Manschreck, T.C., Maher, B.A., Milavetz, J.J., Ames, D., Weisstein, C.C., Schneyer, M.L. (1988). Semantic priming in thought disordered schizophrenic patients. Schizophrenia research, 1, S. 61-66.

Mega, M., Alexander, P. (1994). Subcortical aphasia: the core profile of capsulostriatal infarction. Neurology, 44. S. 1824-1829.

Marie, P. (1897). L'évolution du langage considéré au point de vue de l'étude de l'Aphasie. Paris.

Mesulam, M.M. (1990). Large-scale neurocognitive networks and distributed processing for attention, language and memory. Annals of Neurology, 28, S. 597-613.

Metter, E.J., Riege, W., Hanson, W., Kuhl, D., Phelps, M., Squire, L., Wasterlain, C., Benson, D.F. (1983). Comparison of metabolic rates, language, and memory in subcortical aphasias. Brain and Language, 19, S. 319-344.

McClelland, J.L., Rumelhart, D.E. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 1, an account of basic findings. Psychological Review, 88, S. 375-407.

Minsky, M.L. (1954). Neural Nets and the Brain-Model Problem. Princeton University: Diss.

Möller, H.J., Laux, G., Kapfhammer, H.P. (Hrsg., 2003). Psychiatrie und Psychotherapie. 2. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.

von Monakow, C. (1914). Die Lokalisation im Großhirn und der Abbau der Funktion durch corticale Herde. Wiesbaden: Bergmann.

Moritz, S., Mersmann, K., Quast, C., Andresen, B. (2001). Assoziationsnormen für 68 deutsche Homonyme. Zeitschrift für Experimentelle Psychologie, 48, 3, S. 226-238.

Morton, J. (1979). Facilitation in word recognition: experiments causing change in the logogen model. In: Kolers, P.A., Wrolstad, M.A., and Bourma, M. (Hrsg.), Processing of visible language. New York: Plenum. S. 259-268.

Müller, N., Riedel, M., Zawta, P. (2002). Comorbidity of Tourette's Syndrome and schizophrenia – biological and physiological parallels. Prog. Neuro-Psychopharmacol. Biol. Psychiatry, 26, S. 1245-1252.

Murdoch, B.E., Thomson, D., Fraser, S., Harrison, L. (1986). Aphasia following non-haemorrhagic lesions in the left striato-capsular region. Australian Journal of Human Communication Disorders, 14, S. 5-21.

Naeser, M.A., Alexander, M.P., Helm-Estabrooks, N., Levine, H.L., Laughlin, S.A., Geschwind, N. (1982). Aphasia with predominantly subcortical lesion sites. Description of three capsular/putaminal aphasia syndromes. Archives of Neurology, 39, S. 2-14.

Nagl, L. (1992). Charles Sanders Peirce. Frankfurt, New York: Campus Verlag.

Nimtz, C. (2002). Wörter, Dinge, Stellvertreter. Quine, Davidson und Putnam zur Unbestimmtheit der Referenz. Paderborn: mentis.

Ojemann, G.A., Fedio, P., Van Buren, J.M. (1968). Anomia from pulvinar and subcortical parietal stimulation. Brain, 91, S. 99-116.

Ojemann, G.A. (1983). Brain organisation for language from the perspective of electrical stimulation mapping. Behavioural and Brain Sciences, 2, S. 189-230.

Onifer, W., Swinney, D.A. (1981). Accessing lexical ambiguities during sentence comprehension: Effects of frequency of meaning and contextual bias. Memory and Cognition, 9, S. 225-236.

O'Quinn, A.N., Thompson, R.J. (1980). Tourette's Syndrome: an expanded view. Pediatrics, 66, S. 420-424.

Pauls, D.L., Towbin, K.E., Leckman, J.F. et al (1986). Gilles de la Tourette's syndrome and obsessive-compulsive disorder. Evidence supporting a genetic relationship. Archives of General Psychiatry, 43, S. 1180-1182.

Peirce, C.S. (1967, 1970). Schriften I/II. Mit einer Einführung herausgegeben von Karl-Otto Apel. Frankfurt: Suhrkamp.

Penfield, W., Roberts, L. (1959). Speech and Brain-Mechanisms. Princeton, New York: University Press.

Peterson, B., Riddle, M.A., Cohen D.J. et al. (1993). Reduced basal ganglia volumes in Tourette's syndrome using three-dimensional reconstruction techniques from magnetic resonance images. *Neurology*, 43, S. 941-949.

Peterson, B.S., Skudlarski, P., Anderson, A.W. (1998). A functional magnetic resonance imaging study of tic suppression in Tourette syndrome. *Archives of General Psychiatry*, 55, S. 326-333.

Peterson, B.S. (2001). Neuroimaging Studies of Tourette Syndrome: A decade of Progress. *Advances in Neurology*, 85, S. 179-196.

Pick, A. (1913). Die agrammatischen Sprachstörungen. Studien zur psychologischen Grundlegung der Aphasielehre. Berlin: Springer.

Pitman R.K., Green, R.C., Jenike M.A., Mesulam, M.M. (1987). Clinical comparison of Tourette's disorder and obsessive-compulsive disorder. *American Journal of Psychiatry*, 144, S. 1166-1171.

Poeck, K. (1983). What do we mean by "aphasic syndromes"? A neurologist's view. *Brain and Language*, 20, S. 79-89.

Popeschill, M. (2004). Konnektionismus und Kognition. Eine Einführung. Stuttgart: Kohlhammer.

Popper, K. (1998). Objektive Erkenntnis. Ein evolutionärer Entwurf. Hamburg: Hoffmann und Campe.

Pozilli, C., Passafiume, D. Bastianello, S., D'Antona, R., Lenzi, G.L. (1987). Remote effects of caudate haemorrhage: a clinical and functional study. *Cortex*, 23, S. 341-349.

Prather, P.A., Swinney, D.A., (1988). Lexical processing and ambiguity resolution: an antonomous process in an interactive box. In: Small, S.L., Cottrell, G.W., Tanenhaus, M.K. (Hrsg.), *Lexical Abiguity Resolution: Perspectives from psycholinguistics, neuropsychology and artificial intelligence*. San Mateo: Morgan Kaufmann, S. 290-310.

Prather, P.A., Zurif, E., Stern, C., Rosen, R.J. (1992). Slowed lexical access in nonfluent aphasia: A case study. *Brain and Language*, 43, S. 336-348.

Prather, P.A., Love, T., Finkel, L., Zurif, E.B. (1994). Effects of slowed processing on lexikal activation: Automaticity without encapsulation. *Brain and Language*, 47, S. 326-329.

Price, C.J., Warburton, E.A., Moore, C.J., Frackowiak, R.S., Friston, K.J. (2001). Dynamic diaschisis: anatomical remote and context-sensitive human brain lesions. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13, S. 419-429.

Puel, M, Demonet, J.F., Cardebat, D., Bonafe, A., Gazounaud, Y., Guiraud-Caumeil, B., Rascol, A. (1984). Aphasies sous-corticales. Étude neurolinguistique avec scanner X de 25 cas. *Revue Neurologique*, 140, S. 695-710.

Puel, M., Demonet, J.F., Cardebat, D., Berry, I., Celsis, P., Marc-Vergnes, J.P., Rascal, A. (1992). Three topographical types of thalamic aphasia: a neurolinguistic, MRI and SPECT study. In: Vallar, G., Cappa, S.F., Wallesch C.-W. (Hrsg.), Neuropsychological Disorders Associated with subcortical Lesions. New York, Oxford: Oxford University Press, S. 412-426.

Quine, W. (1960). Word and Object. Massachusetts: MIT Press.

Ratcliff, R., McKoon, G. (1981). Does activation really spread? Psychological Review, 88, S. 454-462.

Raymer, A.M., Moberg, P.J., Crosson B., Nadeau, S.E., Rothi, I.J.G. (1997). Lexical semantic deficits in two cases of thalamic lesion. Neuropsychologia, 35, S. 211-219.

Rheinberger, H.-J. (2005). Iterationen. Berlin: Merve.

Rheinberger, H.-J. (2007). Man weiss nicht genau, was man nicht weiss. Über die Kunst, das Unbekannte zu erforschen. In: NZZ vom 5./6. Mai, Nr. 104, B 3.

Rieger, B. (1976). Unscharfe Semantik natürlicher Sprache. Zum Problem der Repräsentation und Analyse vager Bedeutungen. Vortrag auf dem Symposium naturwissenschaftliche Linguistik der deutschen Akademie der Naturforscher LEOPOLDINA, Halle, Nova Acta Leopoldina.

Riklan, M., Levita E., Zimmerman, J., Cooper, I.S. (1969). Thalamic correlates of language and speech. Journal of Neurological Sciences, 8, S. 307-328.

Robertson, M.M. (2000). The Gilles de la Tourette syndrome: the current status. British Journal of Psychiatry, 154, S. 147-169.

Robertson, M.M., Banersee, S., Hiley, P.J. Tannock, C. (1997). Personality disorder and psychopathology in Tourette's syndrome: a controlled study. British Journal of Psychiatry, 171, S. 283-286.

Robin, D.A., Schienberg, S. (1984). Isolated thalamic lesion and aphasia: a case study. In: Brookshire, R.H. (Hrsg.), Clinical aphasiology: conference proceedings. Minneapolis, MN: BRK, S. 252-261.

Roggenbruck, S. (1998). Saussure und Derrida. Linguistik und Philosophie. Tübingen, Basel: A. Francke Verlag.

Rosch, E. (1975a). Cognitive representations of semantic categories. Journal of Experimental Psychology, 104, S. 192-233.

Rosch, E., Mervis, C.B. (1975b). Family Resemblances: Studies in the Internal Structure of Categories. Cognitive Psychology, 7, S. 573-605.

Rosch, E., Lloyd B.B. (1978). Cognition and Categorization. Hillsdale, New York: Lawrence Erlbaum Associates.

Rossell, S.L., Bullmore, E.T., Williams, S.C.R., David, A.S. (2001). Brain activation during automatic and controlled processing of semantic relations: a priming experiment using lexical-decision. *Neuropsychologia*, 39, S. 1167-1176.

Roth, G. (1985). Die Selbstreferentialität des Gehirns und die Prinzipien der Gestaltwahrnehmung. *Gestalt Theory*, 7, S. 228-244.

Roth, G. (1999). Das Gehirn und seine Wirklichkeit. Kognitive Neurobiologie und ihre philosophischen Konsequenzen. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Roth, G. (2003). Fühlen, Denken, Handeln. Wie das Gehirn unser Verhalten steuert. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Rowan, A., Varha-Khadem, F., Calamante, F., Tournier, J.-D., Kirkham, F.J., Chong, W.K., Baldeweg, T., Connelly, A., Gadian, D.G. (2007). Cortical abnormalities and language function in young patients with basal ganglia stroke. *Neuroimage*, 36, S. 431-440.

Roy, C.S., Sherrington, C.S. (1880). On the regulation of blood supply in the brain. *Journal of Physiology (London)*, 11, S. 85-108.

Saussure, F. (2003a). Linguistik und Semiologie. Notizen aus dem Nachlaß. Texte, Briefe und Dokumente. Gesammelt, übersetzt und eingeleitet von Johannes Fehr. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Saussure, F. (2003b). Wissenschaft und Sprache. Neue Texte aus dem Nachlaß. Herausgegeben und mit einer Einleitung versehen von Ludwig Jäger. Übersetzt und textkritisch bearbeitet von Elisabeth Birk und Mareike Buss. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Schade, U. (1992). Konnektionismus. Zur Modellierung der Sprachfunktion. Opladen: Westdeutscher Verlag.

Schaltenbrand, G. (1995). The effects of stereotactical stimulation in the depth of the brain. *Brain*, 88, S. 835-840.

Scharlau, I. (1996). Jean Piaget zur Einführung. Hamburg: Junius.

Schmidt, S. J. (Hrsg.) (2000). Der Diskurs des Radikalen Konstruktivismus. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Schmidt, S. J. (2004). Über die Rolle von Selbstorganisation beim Sprachverstehen. In: Krohn, W.; Küppers, G. (Hrsg.), *Emergenz: Die Entstehung von Ordnung, Organisation und Bedeutung*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, S. 293-333.

Schneider, S. (1999). Wernicke's aphasia after putaminal haemorrhage: unusual clinical and SPECT findings. *Aphasiology*, 13, S. 755-765.

Schneider, F., Fink, G.R. (2007). Funktionelle MRT in Psychiatrie und Neurologie. Heidelberg: Springer.

Schönpflug, W. (2004). Geschichte und Systematik der Psychologie. Ein Lehrbuch für das Grundstudium. 2., überarbeitete Auflage, Weinheim, Basel: Beltz.

Schreuder, R., Flores D'Arcais, G.B. (1989). Psycholinguistic issues in the lexical representation of meaning. In: W. Marslen-Wilson (Hrsg.), Lexical representation: an process. Massachusetts: MIT Press.

Shannon, C. (1949). Communication in the presence of noise. In: Proceedings of the Institute of Radio Engineers, 37, S. 10-21.

Sharpiro, A.K., Young, J.G. (1988). Gilles de la Tourette syndrome, New York: Raven Press.

Simpson, G.B. (1994). Context and the processing of ambiguous words. In: Gernsbacher, M.A. (Hrsg.), Handbook of Psycholinguistics. San Diego: Academic Press, S. 359-374.

Singer, H.S., Hahn, I.H., Moran, T.H. (1991). Abnormal dopamine uptake sites from patients with Tourette's syndrome. Annals of Neurology, 30, S. 558-562.

Singer, H.S., Reiss, A.L., Brown, J.E. (1993). Volumetric MRI changes in basal ganglia of children with Tourette's syndrome. Neurology, 43, S. 950-956.

Singer, H.S. (1997). Neurobiology of Tourette's syndrome. Neurologic Clinics of North America, 15, S. 357-375.

Skyhoj Olsen, T., Bruhn, P., Ödberg, R.G.E. (1986). Cortical hypoperfusion as a possible cause of "subcortical aphasia". Brain, 109, S. 393-410.

Smith, S.J.M., Lees, A.J. (1989). Abnormalities of the blink reflex in Gilles de la Tourette syndrome. Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry, 52, S. 895-898.

Small, S., Shastri, L., Brucks, M., Kaufman, S., Cottrell, G., Addanki, S. (1982). ISCON: An interactive simulator of connectionist networks. Technical Report 109, Department of Computer Science, University of Rochester.

Spencer, H.J. (1976). Antagonism of cortical excitation of striatal neurons by glutamatic acid diethyl ester: evidence for glutamatic acid as an excitatory transmitter in the rat striatum. Brain Research, 102, S. 91-101.

Spencer, T., Biederman, J., Harding, M. (1998). disentangling the overlap between Tourette's disorder and ADHD. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 7, S. 1037-1044.

Stäheli, U. (2000). Sinnzusammenbrüche. Eine dekonstruktive Lektüre von Niklas Luhmanns Systemtheorie. Weilerswist: Velbrück Wissenschaft.

Stahl, S.M., Berger, P.A. (1981). Physostigmine in Tourette syndrome: Evidence for cholinergic underactivity. *American Journal of Psychiatry*, 138, S. 240-241.

Steinthal, H. (1871). *Einleitung in die Psychologie und Sprachwissenschaft*. 1. Auflage. Berlin.

Stern, E., Silberszweig, D.A., Chee, K.-Y., Holmes, A., Robertson, M., Trimble, M., Frith, C.D., Frackowiak, R.S.J., Dolan, R.J. (2000). A funktional neuroanatomy of Tics in tourette syndrome. *Archives of General Psychiatry*, 57, S. 741-748.

Stevens, A., Günther, W., Lutzenberger, W. (1996). EEG microstates in Gillles de la Tourette Syndrome show abnormal topographic distribution when compared with healthy controls. *European Archives of Psychiatry and Neurological Sciences*, 246, S. 310-316.

Strauss Hough, M. (2004). Generative word fluency skills in adults with Parkinsons`s disease. *Aphasiology*, 18, S. 581-588.

Sukhodolesky, D., Scahill, L., Leckman, J. et al. (2003). Disruptive behavoir in children with Tourette's Syndrome: Association with ADHD comorbidity, tic severity and functional impairment. *Journal of the American Child and Adolescent Psychiatry*, 42, S. 98-105.

Svennilson, E., Torvik, A., Lowe, R., Leksell, L. (1960). Treatment of parkinsonism by stereotactic thermolesions in the pallidal region. *Acta psychiatrica et Neurologica Scandinavia*, 35, S. 358-377.

Swerdlow, N.R., Koob, G.F. (1987). Dopamine, schizophrenia, mania and depression. Toward a unified hypothesis of cortico-striato-pallido-thalamic function. *Behavioural and Brain Sciences*, 10, S. 197-245.

Szagun, G. (1996). *Sprachentwicklung beim Kind*. 6. Aufl. Weinheim, Basel: Beltz.

Teichmann, M., Dupoux, E., Cesaro, P., Bachoud-Lévi, A.-C. (2008). The role of the striatum in sentence processing: evidence from a priming study in early stages of Huntington's disease. *Neuropsychologia*, 46, S. 174-185.

Till, R.E., Mross, E.F., Kintsch, W. (1988). Time course of priming for associate and inference words in a discourse context. *Memory and Cognition*, 16, S. 283-299.

Titone, D., Levy, D.L., Holzman, P.S. (2000). Contextual insensitivity in schizophrenic language processing: evidence from lexikal ambiguity. *Journal of Abnormal Psychology*, 109, S. 761-767.

Toellner, R. (2000). *Illustrierte Geschichte der Medizin*. Augsburg: Bechtermünz.

Vallar, G., Perani, D., Cappa, S., Messa, C., Lenzi, G.L., Fazio, F. (1988). Recovery from aphasia and neglect after subcortical stroke: neuropsychological and cerebral perfusion study. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 51, S. 1269-1276.

Van Borsel, J., Vanryckeghem, M. (2000). Dysfluency and phonic tics in Tourette Syndrome: a case report. *Journal of Communication Disorders*, 33, S. 227-240.

Van Buren, J.M. (1963). Confusion and disturbance of speech from stimulation in vicinity of the head of the caudate nucleus. *Journal of Neurosurgery*, 20, S. 148-157.

Vandenberghe, R., Price, C.J., Wise, R., Josephs, O., Frackowiak, R.S. (1996). Functional anatomy of a common semantic system for words and pictures. *Nature*, 383, S. 254-256.

Wahl, M., Marzinzik, F., Friederici, A.D., Hahne, A., Kupsch, A., Schneider, G.H., Saddy, D., Curio, G., Klostermann, F. (2008). The human thalamus processes syntactic and semantic language violations. *Neuron*, 59, S. 695-707.

Wallesch, C.-W. (1985). Two syndromes of aphasia occurring with ischemic lesions involving the left basal ganglia. *Brain and language*, 25, S. 357-361.

Wallesch, C.-W., Papagno, C. (1988). Subcortical aphasia. In: Rose, F.C., Whurr, R., Wyke, M.A. (Hrsg.), *Aphasia*. London: Whurr Publishers. S. 256-287.

Wallesch, C.-W. (1990). Zum Problem der Repräsentation höherer Hirnleistungen. In: Ehlich, K., Koerfer, A., Redder, A., Weingarten, R. (Hrsg.): *Medizinische und therapeutische Kommunikation. Diskursanalytische Untersuchungen*. Opladen: Westdeutscher Verlag. S. 276-291.

Weiller, C., Willmes, K., Reiche, W., Thron, A., Insensee, C., Buell, U., Ringelstein, E.B. (1993). The case of aphasia or neglect after striacapsular infarction. *Brain*, 116, S. 1509-1525.

Weinrich, H. (1966). *Linguistik der Lüge*. Heidelberg: Schneider.

Weis, S., Grande, M., Pollrich, S., Willmes, K., Huber, W. (2001). Processing of homonyms: A functional MRI study on the separation of word forms from concepts. *Cortex*, 37, S. 745-749.

Weishaupt, D., Köchli, V.D., Marincek, B. (2001). *Wie funktioniert MRI?* New York, Berlin, Heidelberg: Springer.

Wernicke, C. (2005). ‚Der aphasische Symptomenkomplex‘ von Carl Wernicke. Mit einer biographischen Skizze eingeleitet und neu herausgegeben von Jürgen Tesak. Idstein: Schulz-Kirchner.

Wertheimer, M. (1971). *Kurze Geschichte der Psychologie*. Regensburg: Piper.

Wichter, S. (1988). *Signifikantgleiche Zeichen: Untersuchungen zu den Problembereichen Polysemie, Homonymie und Vagheit auf der Basis eines kommunikativen Zeichenbegriffs am Beispiel deutscher Substantive, Adjektive und Verben*. Tübingen: Gunter Narr Verlag.

Wittgenstein, L. (1973). Philosophische Grammatik. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Willmes, K., Poeck, K. (1993). To what extent can aphasia syndromes be localised? Brain, 116, S. 1527-1540.

Winters, T. (2007). Veränderungen der stimulusgebundenen cerebralen Aktivierung bei Patienten mit Borderline-Persönlichkeitsstörung unter dialektisch-behavioraler Therapie (DBT): Eine fMRT-Verlaufsstudie (Diss., RWTH Aachen). Göttingen: Sierke Verlag.

Wirth, U. (2000). Zwischen Zeichen und Hypothese: für eine abduktive Wende in der Sprachphilosophie. In: Ders. (Hrsg.), Die Welt als Zeichen und Hypothese. Perspektiven des semiotischen Pragmatismus von Charles S. Peirce. Frankfurt a.M.: Suhrkamp. S. 133-157.

Yang, B.J., Yang, T.C., Pan, H.C., Lai, S.J., Yang, F. (1989). Three variant forms of subcortical aphasia in chinese stroke patients. Brain and Language, 37, S. 145-162.

Appendix

Table 1

Significant differences in brain regions during condition 1 compared to control-condition 4 ($p < 0.01$).

condition 1 > condition 4					
Brain region	Talraich coordinates				
	x	y	z	z-value	voxels
L superior frontal gyrus (BA 8)	-12	40	42	5.00	33
R medial frontal gyrus (BA 9)	18	39	23	4.81	15
L inferior frontal gyrus (BA 47)	-45	37	-17	4.79	80
L inferior frontal gyrus (BA 44)	48	15	10	4.54	43
R middle frontal gyrus (BA 11)	39	37	-17	4.43	31
R inferior parietal lobule (BA 40)	45	-53	39	4.31	77
L inferior parietal lobule (BA 40)	-50	-41	52	4.26	310
L parahippocampal gyrus, hippocampus	-30	-15	-12	4.01	7
L superior frontal gyrus (BA 8)	-21	32	51	3.97	5
L thalamus, medial dorsal nucleus	-3	-17	12	3.90	29
L middle frontal gyrus (BA 9)	-45	30	26	3.82	72
L middle temporal gyrus (BA 21)	-62	-41	-6	3.77	67
R middle frontal gyrus (BA 46)	45	27	24	3.70	20
L parahippocampal gyrus (BA 30)	-3	-38	2	3.60	5
R inferior parietal lobule (BA 39)	36	-62	39	3.57	20
L thalamus, pulvinar	-3	-29	7	3.50	7

Table 2

Significant differences in brain regions during condition 2 compared to control-condition 4 ($p < 0.01$).

condition 2 > condition 4					
Brain region	Talraich coordinates				
	x	y	z	z-value	voxels
L superior frontal gyrus (BA 8)	-12	34	48	4.82	23
L supramarginal gyrus (BA 40)	-48	-39	35	4.51	7
R inferior frontal gyrus (BA 47)	45	31	-19	4.30	7
L inferior frontal gyrus (BA 47)	-45	23	-14	4.24	20
L thalamus, ventral anterior nucleus	-12	-8	14	4.24	12
L middle temporal gyrus (BA 20)	-56	-38	-8	4.15	25
L middle frontal gyrus (BA 6)	-39	11	46	3.97	15
R middle frontal gyrus (BA 11)	36	40	-17	3.92	5
L middle frontal gyrus (BA 47)	-39	43	-7	3.79	20
R middle frontal gyrus (BA47)	48	43	-5	3.74	7
L middle frontal gyrus (BA 11)	-42	37	-17	3.73	6
L middle frontal gyrus (BA 46)	-42	33	20	3.68	9
R caudate body	18	-8	17	3.39	9

Table 3

Significant differences in brain regions during condition 3 compared to control-condition 4 ($p < 0.01$).

condition 3 > condition 4					
Brain region	Talraich coordinates				
	x	y	z	z-value	voxels
L middle frontal gyrus (BA 6)	-42	11	52	3.34	6

Table 4

Significant differences in brain regions during condition 1 compared to control-condition 3 ($p < 0.01$).

condition 1 > condition 3					
Brain region	Talraich coordinates				
	x	y	z	z-value	voxels
R medial frontal gyrus (BA 9)	18	36	20	4.38	24
R thalamus, medial dorsal nucleus	3	-17	15	4.08	35
R inferior parietal lobule (BA 40)	50	-42	38	3.81	7
L precentral gyrus (BA 44)	-45	18	10	3.75	6
L superior frontal gyrus (BA 9)	-15	40	39	3.66	13
L cingulate gyrus (BA 24)	0	1	28	3.61	6
L thalamus, ventral lateral nucleus	-15	-14	15	3.55	9
L supramarginal gyrus (BA 40)	-59	-45	24	3.46	5

Materialien, Liste aller verwendeten Items:

Items	Onset	Code	Dominanz	Button	Ambig.-Index
"Stift" "Wand" "Bank"	887150	a45	4	2	
"Lampe" "Filter" "Boxer"	892813	a53	4	2	
"Schinken" "Klammer" "Tor"	898150	a37	4	2	
"Wand" "Aktien" "Kurs"	903486	a2	2	2	
"Motor" "Hut" "Zylinder"	909150	b33	1	1	0.83
"Zahn" "Fluss" "Brücke"	914486	b104	1	1	0.27
"Schule" "Aktien" "Kurs"	919825	b1	1	1	1.57
"Justiz" "Kabel" "Gericht"	925163	b43	2	2	
"Tank" "Nahrung" "Essen"	935163	b91	2	2	
"Haustier" "Radio" "Kater"	940500	b70	2	2	
"XXXXXXX" "XXXXXXX" "XXXXXXX"	946163	n			
"Zahn" "Sieb" "Brücke"	951500	b103	3	2	
"Hand" "Getränk" "Korn"	957750	b23	3	2	
"XXXXXXX" "XXXXXXX" "XXXXXXX"	963413	n			
"Junge" "Schalter" "Schimmel"	969075	b5	4	2	
"Wolke" "Oase" "Muschel"	974413	b100	4	2	
"Gehirn" "Frosch" "Schalter"	979750	b28	4	2	
"Heft" "Opa" "Kiel"	985413	b128	4	2	
"Huhn" "Kunst" "Bild"	990913	b31	2	2	
"XXXXXXX" "XXXXXXX" "XXXXXXX"	1000913	n			
"Tanne" "Auto" "Golf"	1006575	b94	3	2	
"Gang" "Spiel" "Dame"	1012238	b19	3	2	
"Eimer" "Kleidung" "Fliege"	1017738	b83	3	2	
"Fußball" "Eingang" "Tor"	1027738	b40	1	1	0.81
"Essen" "Justiz" "Gericht"	1033400	b41	1	1	0.77
"XXXXXXX" "XXXXXXX" "XXXXXXX"	1038738	n			
"Möbel" "Gans" "Stuhl"	1044400	b86	2	2	
"Blut" "Tier" "Muschel"	1049738	b98	2	2	
"Spiel" "Tanne" "Golf"	1065075	b95	2	2	
"Stadt" "Schiff" "Kiel"	1075075	b125	1	1	0.91
"Getränk" "Getreide" "Korn"	1080738	b24	1	1	0.94
"XXXXXXX" "XXXXXXX" "XXXXXXX"	1086075	n			
"Knast" "Tasse" "Mutter"	1091738	b120	4	2	
"Programm" "Drehbür" "Fliege"	1097400	b84	4	2	
"Hund" "Koffer" "Blatt"	1102738	b13	4	2	
"XXXXXXX" "XXXXXXX" "XXXXXXX"	1108075	n			
"Amt" "Knabe" "Schalter"	1118075	b26	3	2	
"Tank" "Stadt" "Essen"	1123413	b90	3	2	
"XXXXXXX" "XXXXXXX" "XXXXXXX"	1128750	n			
"Lok" "Fleisch" "Zug"	1134413	b111	2	2	
"XXXXXXX" "XXXXXXX" "XXXXXXX"	1140075	n			
"Kot" "Gans" "Stuhl"	1145738	b87	3	2	
"XXXXXXX" "XXXXXXX" "XXXXXXX"	1155738	n			
"Zeitung" "Kunst" "Bild"	1161075	b32	1	1	0.88
"XXXXXXX" "XXXXXXX" "XXXXXXX"	1166413	n			
"Spiel" "Auto" "Golf"	1171750	b96	1	1	0.96
"Birne" "Abgabe" "Steuer"	1181750	b66	2	2	
"Frau" "Pfütze" "Mutter"	1187413	b119	2	2	
"Maus" "Papier" "Blatt"	1193075	b14	3	2	
"Schirm" "Fußball" "Tor"	1203075	b39	3	2	

"Motor" "Brust" "Zylinder"	1208738	b35	3	2	
"Löffel" "Huhn" "Golf"	1218738	b93	4	2	
"Film" "Blut" "Gericht"	1224075	b44	4	2	
"Mädchen" "Drucker" "Zeche"	1234075	b52	4	2	
"XXXXXXX" "XXXXXXX" "XXXXXXX"	1239413	n			
"Klo" "Auge" "Brille"	1249413	b105	1	1	0.2
"Kot" "Möbel" "Stuhl"	1254750	b88	1	1	0.37
"Spiel" "Frau" "Dame"	1260088	b17	1	1	0.76
"Ohr" "Tier" "Muschel"	1265750	b97	1	1	0.3
"Hand" "Getreide" "Korn"	1271088	b22	2	2	
"Spiel" "Herd" "Ball"	1276425	b79	2	2	
"Schnee" "Farbe" "Blau"	1282088	b114	2	2	
"Buch" "Schwert" "Korn"	1287425	b21	4	2	
"Hemd" "Klinge" "Ball"	1293088	b77	4	2	
"Hund" "Wand" "Brille"	1298425	b108	4	2	
"XXXXXXX" "XXXXXXX" "XXXXXXX"	1308425	n			
"Maus" "Pflanze" "Blatt"	1313763	b15	2	2	
"Bart" "Sitzen" "Bank"	1319425	b46	3	2	
"Kleidung" "Insekt" "Fliege"	1324763	b81	1	1	0.38
"Amt" "Licht" "Schalter"	1330100	b25	1	1	0.89
"Drucker" "Flieger" "Zylinder"	1335438	b36	4	2	
"Motor" "Gabel" "Bild"	1340775	b29	4	2	
"Gift" "Zahl" "Brücke"	1346113	b101	4	2	
"Pilz" "Pferd" "Schimmel"	1351450	b8	1	1	1.36
"Währung" "Gewicht" "Pfund"	1356788	b57	1	1	0.73
"Frau" "Bahn" "Dame"	1362125	b18	2	2	
"Eimer" "Insekt" "Fliege"	1372125	b82	2	2	
"Stadt" "Brief" "Kiel"	1377788	b126	2	2	
"Tanz" "Herd" "Ball"	1383450	b78	3	2	
"Hut" "Mops" "Blau"	1388788	b116	4	2	
"Mensch" "Gitter" "Ton"	1394125	b61	4	2	
"Holz" "Wache" "Dame"	1399788	b20	4	2	
"Bügel" "Geräusch" "Ton"	1405450	b63	2	2	
"XXXXXXX" "XXXXXXX" "XXXXXXX"	1411113	n			
"Lenkrad" "Abgabe" "Steuer"	1416775	b65	1	1	0.7
"Klingel" "Güter" "Stuhl"	1422113	b85	4	2	
"XXXXXXX" "XXXXXXX" "XXXXXXX"	1427450	n			
"Bügel" "Material" "Ton"	1433113	b62	3	2	
"Schraube" "Pfütze" "Mutter"	1438450	b118	3	2	
"Alkohol" "Radio" "Kater"	1443788	b71	3	2	
"Gewicht" "Korken" "Pfund"	1449450	b59	2	2	
"Zange" "Pferd" "Schimmel"	1455113	b6	2	2	
"Tanz" "Spiel" "Ball"	1460450	b80	1	1	0.39
"Alkohol" "Haustier" "Kater"	1465788	b72	1	1	0.68
"Luft" "Lok" "Zug"	1471125	b112	1	1	0.16
"Birne" "Lenkrad" "Steuer"	1481125	b67	3	2	
"XXXXXXX" "XXXXXXX" "XXXXXXX"	1486463	n			
"Straße" "Wunde" "Pflaster"	1491800	b121	1	1	0.98
"Schraube" "Frau" "Mutter"	1497138	b117	1	1	0.08
"Stadt" "Nahrung" "Essen"	1507138	b89	1	1	0.36
"Kerl" "Ofen" "Steuer"	1512475	b68	4	2	
"XXXXXXX" "XXXXXXX" "XXXXXXX"	1518138	n			
"Währung" "Korken" "Pfund"	1523475	b58	3	2	
"Schnee" "Suff" "Blau"	1529138	b115	3	2	
"Essen" "Kabel" "Gericht"	1534800	b42	3	2	
"Licht" "Knabe" "Schalter"	1540463	b27	2	2	
"Hut" "Brust" "Zylinder"	1546125	b34	2	2	

"Dach" "Auge" "Brille"	1551463	b107	2	2	
"XXXXXXXX" "XXXXXXXX" "XXXXXXXX"	1556800	n			
"Kanne" "Messer" "Pfund"	1566800	b60	4	2	
"Rampe" "Puppe" "Pflaster"	1572138	b124	4	2	
"Post" "Dreck" "Kater"	1577800	b69	4	2	
"Blut" "Ohr" "Muschel"	1583463	b99	3	2	
"Material" "Geräusch" "Ton"	1588800	b64	1	1	0.72
"Suff" "Farbe" "Blau"	1598800	b113	1	1	0.16
"Bergwerk" "Rechnung" "Zeche"	1604300	b49	1	1	0.76
"Schirm" "Eingang" "Tor"	1609638	b38	2	2	
"Bart" "Geld" "Bank"	1614975	b47	2	2	
"Pflanze" "Papier" "Blatt"	1620313	b16	1	1	0.99
"XXXXXXXX" "XXXXXXXX" "XXXXXXXX"	1625975	n			
"Tisch" "Rose" "Kurs"	1631313	b4	4	2	
"Zange" "Pilz" "Schimmel"	1636975	b7	3	2	
"XXXXXXXX" "XXXXXXXX" "XXXXXXXX"	1642638	n			
"Halter" "Fliesen" "Essen"	1652638	b92	4	2	
"XXXXXXXX" "XXXXXXXX" "XXXXXXXX"	1657975	n			
"Fluss" "Sieb" "Brücke"	1663313	b102	2	2	
"Rechnung" "Palme" "Zeche"	1668975	b50	2	2	
"Rahmen" "Sportler" "Boxer"	1674638	b54	2	2	
"XXXXXXXX" "XXXXXXXX" "XXXXXXXX"	1679975	n			
"XXXXXXXX" "XXXXXXXX" "XXXXXXXX"	1685313	n			
"Schule" "Wand" "Kurs"	1690975	b3	3	2	
"Huhn" "Zeitung" "Bild"	1696316	b30	3	2	
"Rahmen" "Hund" "Boxer"	1701650	b55	3	2	
"Sitzen" "Geld" "Bank"	1706988	b48	1	1	0.76
"Hund" "Sportler" "Boxer"	1716988	b56	1	1	0.74
"Wunde" "Kiste" "Pflaster"	1722650	b122	2	2	
"XXXXXXXX" "XXXXXXXX" "XXXXXXXX"	1727988	n			
"Dach" "Klo" "Brille"	1737988	b106	3	2	
"Luft" "Fleisch" "Zug"	1743650	b110	3	2	
"Apfel" "Straße" "Pflaster"	1753650	b123	3	2	
"Müll" "Uhr" "Zug"	1759313	b109	4	2	
"Schiff" "Wand" "Kiel"	1764650	b127	3	2	
"Bergwerk" "Palme" "Zeche"	1770316	b51	3	2	
"XXXXXXXX" "XXXXXXXX" "XXXXXXXX"	1780316	n			
"Wand" "Stift" "Bank"	1785650	b45	4	2	
"Filter" "Lampe" "Boxer"	1795650	b53	4	2	
"Klammer" "Schinken" "Tor"	1800986	b37	4	2	

Lebenslauf, Bildungsgang

Name: Daniel Ketteler

Schule und Zivildienst:

1988-1997: CJD-Gymnasium Versmold

1997: Abitur

1997-1998: Zivildienst

Medizinstudium:

1998-2006: Studium der Humanmedizin an der RWTH Aachen

2008: Promotion zum Dr. med. (Thema: Gottfried Benns Sozialisation als Dichterarzt im Spannungsfeld zeitgenössischer neurowissenschaftlicher und sinnesphysiologischer Diskurse)

Germanistikstudium:

1999-2006: Masterstudium (M.A.) der Neueren Deutschen Literaturgeschichte, Deutschen Philologie, sowie der Neurolinguistik an der RWTH Aachen

Berufliche Tätigkeiten:

Seit 2006: Assistenzarzt an der Psychiatrischen Universitätsklinik Zürich, aktuell internistisches Fremdjahr