

## **Satzverständnisstörungen bei Aphasie: Neue Erkenntnisse aus Blickbewegungsstudien**

*Sandra Hanne, Frank Burchert & Shravan Vasishth*

Department Linguistik, Universität Potsdam

### **1 Einleitung**

Im Rahmen aphasischer Beeinträchtigungen lassen sich bei vielen Patienten Defizite im Satzverständnis beobachten (Mitchum & Berndt, 2008). Diese rezeptiven syntaktischen Beeinträchtigungen treten nicht nur bei Patienten mit Broca-Aphasie und agrammatischer Spontansprache auf, sondern sind gleichermaßen für alle Aphasie-syndrome, unabhängig von den produktiven grammatischen Fähigkeiten, beschrieben worden (z. B. Cho-Reyes & Thompson, 2012; Dronkers, Wilkins, Van Valin, Redfern & Jaeger, 2004).

Die betroffenen Patienten zeigen dabei meist ein recht charakteristisches Muster. Oftmals ist das auditive Verständnis auf Wortebene gut erhalten, weshalb in Aufgaben wie dem auditiven Wort-Bild-Zuordnen nur geringe Beeinträchtigungen beobachtet werden. Wird der Schwierigkeitsgrad dieser Aufgabe jedoch gesteigert, sodass nicht mehr nur einzelne Wörter, sondern ganze Sätze zu vorgelegten Bildern zugeordnet werden sollen, zeigt sich häufig ein Einfluss zweier Faktoren auf die Verständnisleistung: der semantischen Reversibilität sowie der Kanonizität eines Satzes (Burchert & Druks, 2000).

Während in semantisch reversiblen Sätzen wie (1) beide enthaltenen Nomen gleichermaßen sowohl Agens (Handelnder) als auch Patiens (derjenige, mit dem etwas geschieht) der Handlung sein können, gilt dies in irreversiblen Sätzen wie (2) in der Regel nur für eine der enthaltenen Nominalphrasen (NPs) bzw. beschränken pragmatische Vorgaben oder das Weltwissen die Verteilung der thematischen Rollen.

Der Faktor der Kanonizität bezieht sich auf die Abfolge der Satzglieder (bzw. der Theta-Rollen) innerhalb eines Satzes: Während in

kanonischen Sätzen das Subjekt vor dem Objekt genannt wird (z. B. Hauptsätze mit Subjekt-Verb-Objekt-Abfolge (SVO) wie 1), weicht die Wortstellung in nicht-kanonischen Sätzen von dieser Abfolge ab (z. B. Objekt-Verb-Subjekt-Sätze (OVS) wie 3), weshalb zumeist auch die kanonische Abfolge der Theta-Rollen verändert ist.

- (1) Der König sucht den Ritter.
- (2) Der König sucht den Wagen.
- (3) Den Ritter sucht der König.

Da semantisch irreversible Sätze auf Basis einer Schlüsselwortstrategie verstanden werden können, zeigen Patienten mit Satzverständnisstörungen meist gute Leistungen, wenn kanonische und nicht-kanonische irreversible Sätze beim Satz-Bild-Zuordnen abgeprüft werden.

Die Leistungen brechen jedoch signifikant ein, wenn das Verständnis semantisch reversibler nicht-kanonischer Sätze getestet wird und das gezeigte Ablenkerbild eine Vertauschung der thematischen Rollen zeigt (Burchert, 2010; Grodzinsky, 2000). Für den Satz in (3) würde das Zielbild dabei die Handlung korrekt abbilden, während auf dem Ablenkerbild der Ritter den König suchen würde. Um diese Satz-Bild-Zuordnungsaufgabe erfolgreich zu lösen, ist eine genaue syntaktische Analyse des vorgegebenen Satzes erforderlich und die Satzbedeutung muss hinsichtlich der Verteilung der Theta-Rollen korrekt erfasst werden.

Die markanten Auffälligkeiten im Verständnis nicht-kanonischer Strukturen wurden für aphasische Patienten verschiedenster Muttersprachen belegt, z. B. für das Englische (Grodzinsky, Piñango, Zurif & Draï, 1999; Love & Oster, 2002; Thompson, Choy, Holland & Cole, 2010), Russische (Friedmann, Reznick, Dolinski-Nuger & Soboleva, 2010), Hebräische (Friedmann, 2008; Friedmann & Shapiro, 2003), Serbo-Kroatische (Kljajevic & Murasugi, 2010; Smith & Mimica, 1984) und Deutsche (Burchert & De Bleser, 2004; Burchert, De Bleser & Sonntag, 2003).

### 1.1 Syntaktische Eigenschaften von OVS-Sätzen

Anders als in englischsprachigen Studien, in denen häufig der Kontrast zwischen Aktiv- und Passivsätzen oder Subjekt- und Objektrelativsätzen untersucht wurde, konzentriert sich die Forschung zu Satzverständnisstörungen bei deutschsprachigen Patienten mit Aphasie auch auf die Verarbeitung von reversiblen OVS-Sätzen. Da im Deutschen die Wortstellung im Vergleich zu anderen Sprachen relativ frei ist, lassen sich reversible SVO- und OVS-Sätze mit identischem lexikalischem Material kontrastieren, ohne dass zusätzliche morphologische Operationen (wie z. B. die Passivierung) involviert sind.

Wie alle nicht-kanonischen Sätze sind OVS-Sätze durch syntaktische Bewegungsoperationen (auch Transformationen genannt) gekennzeichnet. Im Rahmen der Rektions- und Bindungstheorie (Chomsky, 1981; Haegeman, 1994) wird angenommen, dass in einem Satz wie (3) zunächst das Verb und seine beiden Argumente in der Verbalphrase (VP) basisgeneriert werden. In dieser tiefenstrukturellen Repräsentation erfolgt bereits die Zuordnung der beiden Theta-Rollen, in diesem Fall Agens und Patiens, zu den jeweiligen Argumentpositionen (König → AGENS, Ritter → PATIENS).

Aufgrund der Verbzweitstellung ist für deutsche Hauptsätze jedoch eine weitaus komplexere zugrunde liegende syntaktische Repräsentation anzunehmen, die über die Verbalphrase hinausgeht (für einen Überblick zur deutschen Syntax vgl. Burchert, 2008). Diese strukturelle Repräsentation umfasst neben einer Inflektionsphrase (IP) auch einen CP-Knoten (Komplementiererphrase) als höchste phrasenstrukturelle Projektion.

Hinsichtlich der stattfindenden Bewegungsoperationen wird in der theoretischen Syntax zwischen der Verbbewegung einerseits und der Bewegung von Argumenten andererseits unterschieden. Eine syntaktische Transformation, die in einem OVS-Satz auftritt, ist z. B. die Bewegung des Verbs. Es wird angenommen, dass diese in zwei

Schritten erfolgt: Zunächst bewegt sich das Verb an einen Phrasenstrukturknoten der IP und wird dort flektiert, bevor es in einem zweiten Bewegungsschritt zum Kopf der CP ( $C^0$ ) bewegt wird und somit an der zweiten Position im Satz erscheint. Das Verb hinterlässt im Zuge dieser Transformationen sowohl in der Basisposition ( $V^0$ ) als auch in der Position der Zwischenlandung ( $I^0$ ) sog. Spuren. Der Bezug zwischen der Spur und dem bewegten Element wird durch Ko-Indizierung hergestellt.

Neben dem Verb unterliegen jedoch auch die NPs eines OVS-Satzes syntaktischen Bewegungsoperationen. Das in der VP basisgenerierte Subjekt (*der König* in 3) bewegt sich im syntaktischen Baum an die Spezifizierer-Position (Spec) der IP und hinterlässt dabei eine Spur in der Basisposition. Das ebenfalls in der VP basisgenerierte Objekt (*den Ritter* in 3) bewegt sich schließlich an die Spezifizierer-Position der CP und erscheint somit an erster Position des Satzes, wobei auch das Objekt eine mit ihm ko-indizierte Spur in der Basisposition hinterlässt.

Eine entscheidende Annahme hinsichtlich der durch das Verb vergebenen thematischen Rollen liegt nun darin, dass die Information über die Zuordnung der Theta-Rollen zu den beiden NPs nicht in diesen NPs selbst gespeichert ist, sondern in den Spuren, welche in den Basispositionen verbleiben. Für das erfolgreiche Verstehen eines OVS-Satzes müssen daher diese Spuren der syntaktischen Bewegungsoperationen und die in ihnen gespeicherten Informationen über die korrekte Zuordnung der AGENS- und PATIENS-Rollen an die beiden NPs reaktiviert werden. Eine rein lexikalisch-basierte Interpretation des Satzes ohne syntaktische Analyse und ohne Reaktivierung der syntaktischen Spuren würde nicht ausreichen, um die Satzbedeutung korrekt zu erfassen.

## 1.2 Morphologische Cues in OVS-Sätzen

In morphologisch reichen Sprachen wie dem Deutschen können verschiedene morphologische Markierungen Hinweise auf die Verteilung

der Theta-Rollen in OVS-Sätzen liefern (vgl. Burchert et al., 2003). In einem Satz wie (3) trägt der Artikel der topikalisierten NP (*den*) eine unambige Akkusativmarkierung und kennzeichnet so das Objekt bzw. den Patiens der Handlung. Der Artikel der zweiten NP trägt hingegen eine Nominativmarkierung und kennzeichnet daher das Subjekt bzw. den Agens der Handlung. In derartig kasusmarkierten OVS-Sätzen mit maskulinen Nomen liefert die Kasusmarkierung daher einen frühen Cue für die nicht-kanonische Wortstellung.

Im Gegensatz dazu sind Hauptsätze mit femininen und neutralen Nomen wie (4) hinsichtlich ihrer Kasusmarkierungen ambig, da Nominativ und Akkusativ aufgrund sog. Synkretismen in beiden NPs identisch realisiert sind. Aufgrund der morphologischen Realisierung könnten daher beide Phrasen sowohl Subjekt als auch Objekt der Handlung sein und der Satz bleibt global ambig (d. h. beide Lesarten, sowohl die SVO- als auch die OVS-Variante, sind möglich).

Unterscheiden sich jedoch die beiden NPs in Bezug auf ihren Numerus, wie in (5), so liefert das Flexionsmorphem am Verb einen eindeutigen Hinweis auf die Verteilung der Theta-Rollen. Entscheidend dabei ist, dass allein der Numerusmarker am Verb (3. Person Plural statt Singular) die nicht-kanonische Wortstellung signalisiert. Da dieser in Kongruenz mit der Plural-NP ist, kann nur die satzfinale NP das Subjekt und somit Agens der Handlung sein. Sätze wie (5) führen somit zu einem sog. *garden-path-Effekt*: Es wird zunächst eine SVO-Struktur angenommen und die kasusambige satzinitiale NP wird als Subjekt interpretiert. Jedoch signalisiert das Flexionsmorphem am Verb, dass es sich um einen OVS-Satz handelt und die angenommene syntaktische Struktur reanalysiert werden muss. Aufgrund des unambigen Numerusmarkers am Verb werden Sätze wie (5) als numerusmarkierte OVS-Sätze bezeichnet.

(4) Das Kind fängt die Frau.

(5) Das Kind fangen die Frauen.

## 2 Theoretische Annahmen zu Satzverständnisstörungen

Um die bei Aphasie beobachteten Defizite im Verständnis nicht-kanonischer Sätze zu erklären, stehen sich zwei Gruppen von Erklärungsansätzen gegenüber: repräsentationale Ansätze, die von einer gestörten zugrunde liegenden grammatischen Repräsentation ausgehen, und Theorien der Verarbeitungs- oder Ressourcenreduktion (für einen Überblick s. Burchert, 2010; Caplan, 2009).

### 2.1 Annahme der gestörten grammatischen Repräsentation

Erklärungsansätze, die eine Störung grammatischer Repräsentationen als Ursache für Satzverständnisdefizite vorschlagen, gehen davon aus, dass die zugrunde liegende syntaktische Struktur aufgrund der aphasischen Beeinträchtigung nur noch unvollständig oder qualitativ abweichend aufgebaut werden kann. Weiterhin wird angenommen, dass die Patienten auf syntaktische Parsingstrategien zurückgreifen, die von den Satzanalysemechanismen sprachgesunder Probanden abweichen.

Die von Grodzinsky (1995, 2000) vorgeschlagene Spurentilgungshypothese beruht zum Beispiel auf der Annahme, dass die Spuren der bewegten NPs in einem nicht-kanonischen Satz in der syntaktischen Repräsentation aphasischer Patienten gelöscht sind. Aufgrund der Spurentilgung steht bei der Verarbeitung eines OVS-Satzes daher keine Information über die Verteilung der Theta-Rollen mehr zur Verfügung, da die Zuordnung der thematischen Rollen nur in den Spuren gespeichert ist. Grodzinsky nimmt weiter an, dass sich die Patienten zur Kompensation dieser unvollständigen Repräsentation einer heuristischen Strategie bedienen und schlussendlich raten, welche der beiden NPs den Agens der Handlung darstellt. Dies führt nach Grodzinsky und Kollegen zu den häufig beobachteten Leistungen im Ratebereich in Aufgaben wie dem Satz-Bild-Zuordnen (Grodzinsky et al., 1999).

## 2.2 Annahme der Verarbeitungs- oder Ressourcenreduktion

Im Gegensatz zu den Annahmen der gestörten grammatischen Repräsentation gehen Verarbeitungs- oder Ressourcenreduktionstheorien davon aus, dass das strukturelle grammatische Wissen und die zugrunde liegenden syntaktischen Repräsentationen bei Aphasie intakt sind, die Satzanalysemechanismen jedoch von pathologischen Verarbeitungs- oder Kapazitätsbeschränkungen beeinflusst werden. Wie diese Verarbeitungsdefizite des Parsingsystems konkret aussehen, wird in den einzelnen Varianten dieser Theoriegruppe unterschiedlich konzeptualisiert. Während einige Autoren von einem verlangsamten Aufbau der Phrasenstruktur ausgehen (z. B. Burkhardt, Avrutin, Piñango & Ruigendijk, 2008), nehmen andere Ansätze intermittierende Reduktionen in den verfügbaren Parsingressourcen (z. B. Caplan, 2012; Caplan, Waters, DeDe, Michaud & Reddy, 2007) oder eine gestörte lexikalische Integration an den syntaktischen Spuren (Choy & Thompson, 2010; Thompson & Choy, 2009) an.

## 3 Bisherige Befunde zum Verständnis von OVS-Sätzen bei deutschsprachigen Patienten mit Aphasie

In bisherigen Studien mit deutschsprachigen aphasischen Probanden konnte sowohl für numerus- als auch für kasusmarkierte semantisch reversible Deklarativsätze ein Einfluss der Kanonizität belegt werden, d. h. die Patienten zeigten signifikant schlechtere Leistungen im Verständnis von OVS-Sätzen im Vergleich zu SVO-Sätzen (Burchert et al. 2003; Swoboda-Moll, Burchert & De Bleser, 2002). Die beobachteten Leistungen der Aphasiker im Satz-Bild-Zuordnen mit einem Zielbild sowie einem Ablenkerbild mit vertauschten Theta-Rollen lagen dabei überwiegend im Ratebereich.

Wenn auch die Ergebnisse der o. g. Studien verdeutlichen, dass Satzverständnisstörungen im Deutschen auch OVS-Strukturen betreffen können, liegt ein Nachteil dieser Untersuchungen darin, dass sie nur sog. *offline*-Messungen involvierten. Offline-Experimente, in denen z. B. die Anzahl korrekter Reaktionen beim Satz-Bild-Zuordnen

gemessen wird, liefern zwar Informationen über das Endresultat der syntaktischen Verarbeitung, erlauben jedoch keine Einblicke in die Analyse grammatischer Relationen in Echtzeit. Psycholinguistische *online*-Studien hingegen bilden die Mechanismen der Sprachverarbeitung in Echtzeit ab, d. h. es werden nicht nur nach der Präsentation eines Stimulus Daten erhoben, sondern kontinuierlich während der gesamten Präsentationszeit.

Bislang liegen nur verhältnismäßig wenige Studien zur syntaktischen online-Verarbeitung bei Aphasie vor, jedoch hat sich in den letzten Jahren die Blickbewegungsmessung (Eye-Tracking) als geeignete online-Methode für die Anwendung bei aphasischen Probanden erwiesen (z. B. Dickey, Choy & Thompson, 2007; Dickey & Thompson, 2009; Hanne, Sekerina, Vasishth, Burchert & De Bleser, 2011; Meyer, Mack & Thompson, 2012). Im Rahmen des sog. *visual-world*-Paradigmas betrachten die Teilnehmer Bilder auf einem Bildschirm, während Ihnen Sätze (oder auch längere Textpassagen) auditiv präsentiert werden.

Die Blickbewegungsmessung beruht auf der ursprünglich in der Leseforschung entwickelten *Eye-mind-Annahme*, die besagt, dass die Augen immer dasjenige Objekt fixieren, welches im momentanen Fokus der zentralen kognitiven Verarbeitung steht (Carreiras & Clifton, 2004; Just & Carpenter, 1980). Dieser Prozess verläuft unbewusst, ist enorm schnell und kann nicht unterdrückt werden. Die Blickbewegungsmessung stellt daher eine geeignete, nicht-invasive Methode dar, um Einblicke in die online-Satzverarbeitung bei Aphasie zu gewinnen. Dabei kann spezifisch untersucht werden, wann genau (z. B. bei welchen Elementen innerhalb eines Satzes) die aphasische Verarbeitung von der sprachgesunder Probanden abweicht. Eine weitere interessante Fragestellung in Studien zur online-Satzverarbeitung bei Aphasie bezieht sich auf mögliche Unterschiede zwischen den Verarbeitungsprozessen, die zu einem erfolgreichen offline-Verständnis einerseits führen und den online-Strategien, die andererseits in fehlerhaftem Satzverständnis (z. B. in Form inkorrekt off-line-Antworten) resultieren (vgl. Burchert, Hanne & Vasishth, 2013).



## 4 Ziel der Studie

Das Ziel der hier vorgestellten Studie lag darin, das auditive Verständnis von numerus- und kasusmarkierten OVS-Sätzen bei deutschsprachigen Patienten mit Aphasie zu untersuchen. Um neben dem Leistungsprofil der Patienten auch Einblicke in die online-Satzverarbeitung zu gewinnen, wurde die offline-Aufgabe des Satz-Bild-Zuordnens mit einer online-Methode kombiniert: Durch die Aufzeichnung der Blickbewegungen während des Satz-Bild-Zuordnens erlaubt die Studie nicht nur Rückschlüsse über das offline-Verständnis von OVS-Sätzen, sondern liefert zusätzlich Daten darüber, wie Patienten mit Aphasie OVS-Sätze in Echtzeit verarbeiten. Numerusmarkierte OVS-Sätze bildeten die Zielstruktur in Experiment 1, während Experiment 2 kasusmarkierte OVS-Sätze involvierte.

## 5 Methoden

### 5.1 Probanden

An beiden Experimenten nahmen jeweils 24 Kontrollprobanden ohne neurologische Beeinträchtigungen (Altersspanne: 38–77 Jahre,  $M=55$ ,  $SD=13$ ) sowie 8 Patienten mit Aphasie (Altersspanne: 41–70 Jahre,  $M=61$ ,  $SD=8$ ) teil. Beide Gruppen waren hinsichtlich des Alters und Bildungsgrades angeglichen. Die Teilnehmer mit Aphasie wiesen eine uni-laterale Hirnläsion ischämischer ( $n=7$ ) oder hämorrhagischer Ursache ( $n=1$ ) auf und befanden sich in der chronischen Phase ihrer Erkrankung (post-onset-Zeit: 2–18 Jahre). Das Vorliegen einer Aphasie sowie Syndrom und Schweregrad wurden mittels des Aachener Aphasie Tests (Huber, Poeck, Weniger & Willmes, 1983) bestimmt. Die Klassifikation ergab dabei für vier Patienten eine Broca-Aphasie, für drei Patienten eine amnestische Aphasie und für einen Patienten eine Wernicke-Aphasie. Zusätzlich wurden das auditive Verständnis von Wörtern sowie die auditiven Diskriminationsfähigkeiten mittels ausgewählter Tests aus LeMo (De Bleser, Cholewa, Stadie & Tabatabaie, 2004) überprüft. Die Leistungen der Patienten lagen in den entsprechenden Aufgaben im Normalbereich.

## 5.2 Material

Beide Experimente umfassten je 60 Items, wovon 20 als Filler dienten und 40 Zielsätze in zwei Bedingungen präsentiert wurden. Die Zielsätze in Experiment 1 waren je 20 numerusmarkierte SVO- und OVS-Sätze. Experiment 2 umfasste jeweils 20 kasusmarkierte SVO- und OVS-Sätze. Für jedes Experiment existierten zusätzlich 6 Übungsitens ( $n = 2$  pro Bedingung sowie  $n = 2$  Filler), die vor Beginn der Testphase präsentiert wurden.

Alle in den Sätzen verwendeten Verben waren transitiv und beschrieben abbildbare Handlungen. Die als Subjekte und Objekte verwendeten Nomen waren hinsichtlich ihrer Frequenz und Silbenzahl angeglichen.

Zu jedem Satz existierten zwei Bilder: ein Zielbild, welches die Handlung korrekt darstellte, und ein Ablenkerbild, auf welchem die korrekte Handlung, jedoch mit einer Vertauschung der Theta-Rollen, abgebildet war.

## 5.3 Durchführung

Die Durchführung der Experimente und die Aufzeichnung der Blickbewegungen erfolgte mittels eines Tobii T120 Eye-Trackers. Der Bildschirm des Eye-Trackers diente als Präsentationsbildschirm. Die Probanden saßen auf einem festen Stuhl ca. 60 cm vom Präsentationsbildschirm entfernt.

Für jeden Trial sahen die Teilnehmer beide Bilder nebeneinander zunächst für eine feste Vorschau-Zeit von 3000 ms. Während dieser Zeit sollten die Probanden die Bilder nur anschauen. Anschließend wurde ein Fixationskreuz in der Bildschirmmitte präsentiert, um die Blickbewegungen zu zentrieren. Nach 600 ms erschienen wieder beide Bilder und der auditive Zielsatz wurde abgespielt.

Die Aufgabe bestand darin, das zu dem gehörten Satz passende Bild (linkes vs. rechtes Bild) mittels Knopfdruck zu identifizieren. Mit dem Knopfdruck endete automatisch die Bildpräsentation und es

wurde zum nächsten Item übergegangen. Die Anordnung des Zielbildes (links vs. rechts) war über alle Items hinweg randomisiert. Zusätzlich existierten für die Abfolge aller Items eines Experiments vier pseudo-randomisierte Präsentationslisten.

Vor Beginn des jeweiligen Experiments erfolgte eine 9-Punkt-Kalibrierung, die mit den aphasischen Teilnehmern nach der Hälfte der Items und einer kurzen Pause wiederholt wurde. Alle Probanden wurden über das Experiment aufgeklärt und gaben ihr schriftliches Einverständnis zur Teilnahme.

## 6 Ergebnisse und Diskussion

### 6.1 Offline-Daten

Die Kontrollgruppe zeigte sowohl für die numerusmarkierten (Experiment 1) als auch die kasusmarkierten Sätze (Experiment 2) in beiden Bedingungen einen Deckeneffekt: Die Antwortkorrektheit in der Satz-Bild-Zuordnungsaufgabe lag in Experiment 1 im Mittel bei 98 % für SVO-Sätze und bei 92 % für OVS-Sätze. In Experiment 2 waren 96 % der Antworten in der SVO-Bedingung sowie 93 % der Antworten in der OVS-Bedingung korrekt.

Für die Gruppe der Patienten war die Fehlerrate in beiden Experimenten höher. Es wurden 77 % der SVO-Sätze und 64 % der OVS-Sätze in Experiment 1 dem Zielbild korrekt zugeordnet. In Experiment 2 waren für die Patientengruppe 78 % der SVO-Sätze und 46 % der OVS-Sätze korrekt. Eine Regressionsanalyse mit linear gemischten Modellen und den Prädiktoren Gruppe und Bedingung sowie der entsprechenden Interaktion ergab jeweils signifikante Haupteffekte (Exp. 1: Bedingung:  $X(4) = 28.5$ ,  $p < .05$ ,  $b = -1.8$ ,  $SE = 0.43$ ,  $z = -4.2$ , Gruppe:  $X(5) = 25.8$ ,  $p < .05$ ,  $b = -2.9$ ,  $SE = 0.51$ ,  $z = -5.7$ ; Exp. 2: Bedingung:  $X(4) = 34.9$ ,  $p < .05$ ,  $b = -0.6$ ,  $SE = 0.34$ ,  $z = -1.9$ , Gruppe:  $X(5) = 33.4$ ,  $p < .05$ ,  $b = -2.2$ ,  $SE = 0.41$ ,  $z = -5.3$ ) sowie eine signifikante Interaktion von Gruppe und Bedingung (Exp. 1:  $X(6) = 5.2$ ,  $p < .05$ ,  $b = 1.1$ ,  $SE = 0.5$ ,  $z = 2.1$ ; Exp. 2:  $X(6) = 3.7$ ,  $p < .05$ ,  $b =$

$-0.8$ ,  $SE=0.42$ ,  $z=-2$ ). In beiden Experimenten war die Performanz der Patienten daher für jeweils beide Bedingungen signifikant schlechter als die der Kontrollgruppe. Darüber hinaus weist die Interaktion darauf hin, dass die Patienten sowohl für die numerus- als auch für die kasusmarkierten Sätze einen Kanonizitätseffekt aufwiesen, d. h. die Patienten ordneten die OVS-Sätze jeweils signifikant schlechter dem Zielbild zu als die Sätze der SVO-Bedingung.

## 6.2 Blickbewegungsdaten

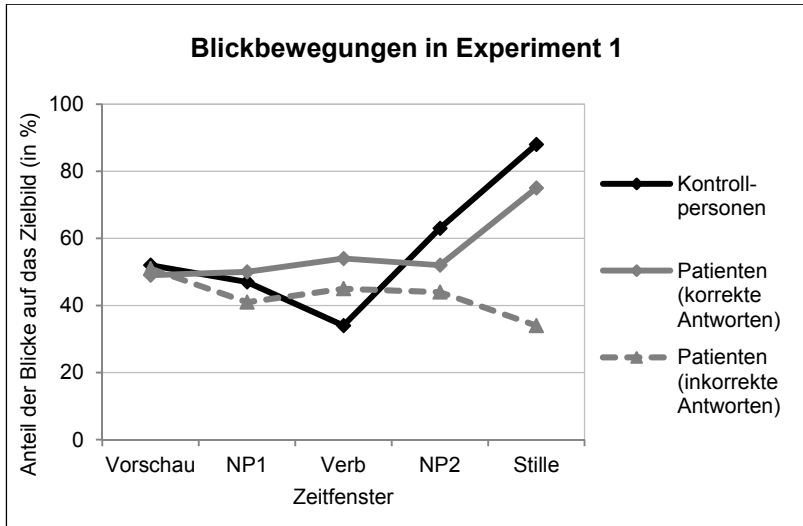
Für die Analyse der Blickbewegungen wurde die Fixationsrate, d. h. der jeweilige Anteil der Blicke auf das Ziel- und Ablenkerbild pro auditivem Zeitfenster berechnet. Ein Zeitfenster stellte dabei einen spezifischen Abschnitt innerhalb eines jeden Trials dar. Als Zeitfenster wurden die Phase der Vorschau sowie die Dauer der NP1, des Verbs und der NP2 des Satzes bestimmt. Die Phase der Stille zwischen Ende der Satzpräsentation und dem Knopfdruck des Probanden bildete das finale Zeitfenster für die Analyse der Blickbewegungen.

Im Folgenden werden nur die Eye-Tracking-Daten der OVS-Bedingung beider Experimente erläutert. Diese sind in Abbildung 1 und 2 dargestellt. Der Anteil der Blicke auf das Zielbild (d. h. dasjenige Bild, das die Satzbedeutung korrekt abbildet) ist auf der y-Achse abgetragen, wobei ein Wert von 50 % bedeutet, dass beide Bilder (Ziel- und Ablenkerbild) im entsprechenden Zeitfenster (x-Achse) zu gleichen Anteilen betrachtet wurden. Für die Gruppe der Kontrollprobanden (schwarze Linie in den Abbildungen) flossen nur Trials mit korrekten offline-Antworten in die Analyse der Blickbewegungen ein. Hinsichtlich der Gruppe der Patienten (graue Linien) wurden die Blickbewegungsdaten korrekter und inkorrekt offline-Antworten getrennt analysiert.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Für Details zur statistischen Auswertung der Blickbewegungsdaten verweisen wir auf den Anhang in Hanne, Burchert, De Bleser & Vasishth (2015).

## 6.2.1 Experiment 1



**Abbildung 1.** Fixationsrate auf das Zielbild pro Zeitfenster in Experiment 1 (numerusmarkierte OVS-Sätze). Ein Beispiel für die Sequenz „NP1 Verb NP2“ ist: [Das Kind] [fangen] [die Frauen].

Für die numerusmarkierten OVS-Sätze in Experiment 1 zeigte sich für die Kontrollgruppe eine signifikante Abnahme der Blickbewegungen auf das Zielbild, während das Verb gehört wurde. Dies spricht dafür, dass die Kontrollprobanden die Sätze initial als SVO-Struktur interpretierten, d. h. die kasusambige NP1 wurde zunächst präferiert als Subjekt des Satzes analysiert. Daher wird das Ablenkerbild, in dem das Kind als Agens dargestellt ist, häufiger fixiert als das Zielbild, in welchem das Kind den Patiens der Handlung bildet. Unmittelbar nach dem Verb zeigte sich jedoch ein signifikanter Anstieg der Blicke auf das Zielbild. Dies ist auf die Verarbeitung des unambigen Numerus-Cues am Verb zurückzuführen: Da dieser nicht in Kongruenz mit der NP1 ist, kann die initiale NP nicht das Subjekt des Satzes bilden. Der Anstieg der Blicke auf das Zielbild indiziert demnach eine sofortige Reanalyse der aufgebauten syntaktischen Struktur, ausgelöst durch

die morphologische Markierung des Verbs: Die angenommene SVO-Struktur wird verworfen und der Satz als OVS-Struktur reanalyisiert.

Für die korrekten Antworten der Patienten (graue durchgezogene Linie in Abb. 1) zeigte sich im Gegensatz zu den Blickbewegungsdaten der Kontrollgruppe während des Verbs keine Abnahme der Blicke auf das Zielbild. Dies lässt vermuten, dass die aphasischen Probanden nach dem Hören der kasusambigen NP1 keine frühe Entscheidung zum Aufbau einer SVO-Struktur trafen, weshalb ein garden-path-Effekt, wie er bei der Kontrollgruppe zu beobachten war, nicht auftrat. Stattdessen warteten die Patienten bis zusätzliche unambig morphologische Information zur Verfügung stand. Der Numerus-Cue am Verb triggerte jedoch schließlich auch bei den Patienten eine Entscheidung zum Aufbau einer OVS-Struktur, allerdings zeigte sich im Vergleich zu den Kontrollen eine verzögerte Integration des Flexionsmorphems. Dies lässt sich aus dem verspäteten Anstieg der Blicke auf das Zielbild ableiten, welcher für die Gruppe der Patienten im Gegensatz zur Kontrollgruppe erst nach Verarbeitung der post-verbalen NP signifikant war. Da diese NP selbst hinsichtlich ihrer Kasusmarkierung ambig ist, muss die Entscheidung für eine OVS-Struktur jedoch bereits durch die morphologische Markierung des Verbs ausgelöst worden sein.

Im Gegensatz dazu sind die Blickbewegungen der Patienten in inkorrekten Trials durch ein anderes Muster gekennzeichnet. Es zeigt sich eine späte Präferenz für das Ablenkerbild, welche ab dem letzten Zeitfenster signifikant war. Dies spricht dafür, dass der Numerus-Cue des Verbs nicht korrekt in die zugrunde liegende syntaktische Struktur integriert wurde. Die späte Abnahme der Blicke auf das Zielbild spricht jedoch auch gegen die Anwendung einer reinen SVO-Schablone, da die Anwendung einer solchen Strategie in einem früheren Anstieg der Blicke auf das Ablenkerbild reflektiert sein sollte.

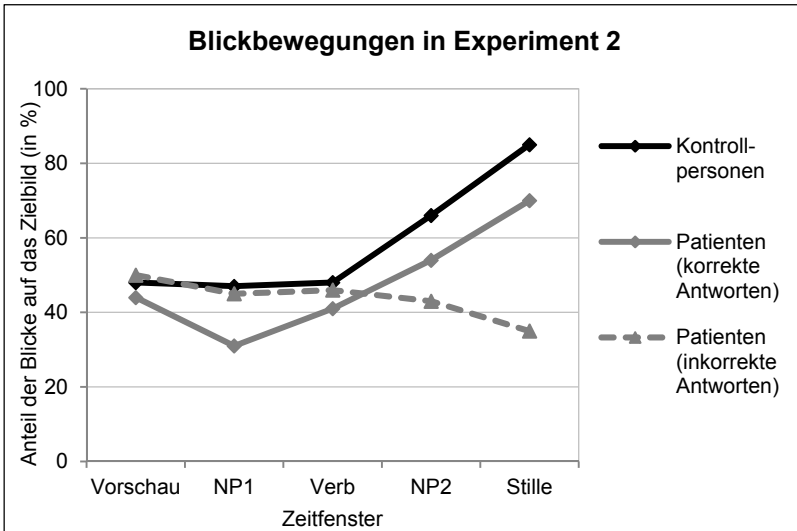
Insgesamt sprechen die Blickbewegungsdaten in Experiment 1 dafür, dass die Patienten für korrekt verstandene numerusmarkierte OVS-Sätze in der Lage waren, die Spuren der NP-Bewegung und die

darin enthaltenen Informationen über die Zuordnung der Theta-Rollen erfolgreich zu reaktivieren. Die syntaktische Verarbeitung ist im Vergleich zur Kontrollgruppe jedoch deutlich verlangsamt. Die unterschiedlichen Blickbewegungsmuster für korrekt und inkorrekt verstandene OVS-Sätze sprechen für intermittierende Reduktionen in verfügbaren Parsingkapazitäten.

### *6.2.2 Experiment 2*

Für die Kontrollgruppe zeigte sich für die kasusmarkierten OVS-Sätze in Experiment 2 im Gegensatz zu den Blickbewegungsdaten in Experiment 1 während der Präsentation des Verbs keine signifikante Abnahme der Blicke auf das Zielbild (siehe Abb. 2). Dies spricht dafür, dass der unambigie Kasus-Cue der satzinitialen NP inkrementell verarbeitet wurde und daher kein garden-path-Effekt auftrat. Nach erfolgreicher Integration der Kasusinformation und der lexikalischen Information des Verbs nahmen die Blicke auf das Zielbild darüber hinaus signifikant zu, was auf den unmittelbaren Aufbau einer OVS-Struktur hindeutet.

Für die Gruppe der Patienten nahm der Anteil der Blickbewegungen in Trials mit korrekten offline-Antworten während des Zeitfensters der NP1 signifikant ab. Dies lässt vermuten, dass die Akkusativmarkierung der satzinitialen NP zunächst nicht korrekt in die aufgebaute Phrasenstruktur integriert wurde. Jedoch lag ab dem Verb ein signifikanter Anstieg der Blicke auf das Zielbild vor, was auf einen erfolgreichen Aufbau einer OVS-Struktur hindeutet. Der hohe Anteil an Fixationen auf das Zielbild im finalen Zeitfenster indiziert, dass die Integration des Kasus-Cues trotz der verlangsamt Verarbeitung letztlich erfolgreich war. Darüber hinaus kann angenommen werden, dass die Spuren syntaktischer Bewegungen und damit verbunden die Information über die Theta-Rollen-Verteilung korrekt reaktiviert wurden.



*Abbildung 2.* Fixationsrate auf das Zielbild pro Zeitfenster in Experiment 2 (kasusmarkierte OVS-Sätze). Ein Beispiel für die Sequenz „NP1 Verb NP2“ ist: [Den Ritter] [sucht] [der König].

Im Gegensatz dazu waren die Blickbewegungen bei inkorrekten offline-Antworten ähnlich zu den Ergebnissen aus Experiment 1 durch eine späte signifikante Abnahme der Blicke auf das Zielbild und eine damit einhergehende Präferenz für das Ablenkerbild gekennzeichnet.

Ähnlich zu den Ergebnissen für numerusmarkierte Sätze sprechen die Blickbewegungsdaten für die kasusmarkierten OVS-Sätze insgesamt für eine deutliche Verzögerung in der syntaktischen Verarbeitung bei Aphasie. Die Daten sind jedoch weniger vereinbar mit Annahmen über getilgte Spuren und qualitativ abweichende oder unvollständige zugrunde liegende syntaktische Repräsentationen.

### 6.3 Zusammenfassung

Die Teilnehmer mit Aphasie zeigten hinsichtlich der Antwortkorrektheit in der Satz-Bild-Zuordnungsaufgabe sowohl für die numerus- als



auch für die kasusmarkierten Sätze signifikant schlechtere Leistungen als die Kontrollgruppe. Darüber hinaus lag für die Patienten in beiden Experimenten in der offline-Messung ein Kanonizitätseffekt vor: OVS-Sätze wurden signifikant schlechter verstanden als die Sätze der jeweiligen SVO-Bedingung.

Die Blickbewegungsdaten für korrekt verstandene OVS-Sätze zeigen aber, dass das zugrunde liegende grammatische Wissen und die Sensitivität für unambige Kasusmarkierungen sowie für die Verbalflexion bei den untersuchten Aphasikern prinzipiell erhalten sind. Die divergierenden Blickbewegungsmuster für korrekte und inkorrekte offline-Antworten sprechen dafür, dass Spuren syntaktischer Bewegungsoperationen bei korrektem Verständnis von OVS-Sätzen reaktiviert werden konnten. Morphologische Cues können jedoch nur verzögert integriert werden und die syntaktischen Analysemechanismen sind insgesamt verlangsamt.

Die online-Daten sprechen somit insgesamt gegen die Annahme defizitärer syntaktischer Repräsentationen bei Aphasie und gegen die Anwendung einer reinen Ratestrategie. Die Ergebnisse stehen jedoch in Einklang mit der Annahme eines Verarbeitungsdefizits, z. B. in Form von intermittierenden Störungen, d. h. zwischenzeitlichen Unterbrechungen in Parsingprozessen, und einer verlangsamtten syntaktischen Analyse.

## 7 Fazit für die klinische Praxis

In Bezug auf die Diagnostik von Satzverständnisstörungen in der klinischen Praxis lässt sich aufgrund der Ergebnisse der vorgestellten Studie feststellen, dass ein linguistisch-orientierter Ansatz für die Bestimmung des individuellen Leistungsprofils eines Aphasikers vielversprechend ist. Im Rahmen der Untersuchung sollte erfasst werden, welche Satztypen ggf. gut verstanden werden und ob Einschränkungen im Verständnis semantisch-reversibler nicht-kanonischer Sätze vorliegen. Das linguistisch-orientierte Untersuchungsmaterial *Sätze verstehen* (Burchert, Lorenz, Schröder, De Bleser & Stadie, 2011)

stellt eine sehr gute Möglichkeit für die Erfassung rezeptiver syntaktischer Defizite dar. Darüber hinaus bietet es die Möglichkeit zu untersuchen, inwiefern ein Patient verschiedene morphologische Cues für das Satzverständnis nutzen kann.

Im Rahmen einer evidenzbasierten Therapie von Satzverständnisstörungen empfiehlt sich die Anwendung direkter Therapieansätze, die vor allem die syntaktischen Verarbeitungsressourcen und die Zuordnung thematischer Rollen trainieren. Belege für die Wirksamkeit liegen z. B. vor für die *Mapping-Therapie* (z. B. Rochon & Reichmann, 2004) und eine Kombination von Mapping-Therapie und *Ausagieren* (Adelt, Hanne & Stadie, in Vorb.; Kiran et al., 2012). Sofern auch produktive syntaktische Auffälligkeiten bestehen, kann unterstützend an der Satzproduktion gearbeitet werden, um die syntaktischen Parsingstrategien zusätzlich zu fördern (z. B. mit Therapieprogrammen wie *Komplexe Sätze*; Schröder, Lorenz, Burchert & Stadie, 2009). Da bisher jedoch noch keine hinreichenden Belege für modalitätsübergreifende Generalisierungseffekte nach der Therapie der Satzproduktion auf das Satzverständnis vorliegen, sollten Satzverständnisdefizite vor allem modalitätsspezifisch behandelt werden (vgl. Schröder, Burchert & Stadie, 2014).

## 8 Literatur

- Adelt, A., Hanne, S. & Stadie, N. (in Vorb.) *Treatment of sentence comprehension and production in aphasia: Is there cross-modal generalisation?*
- Burchert, F. (2008). The left periphery of clauses in aphasia. *Journal of Neurolinguistics*, 21(2), 67–72.
- Burchert, F. (2010). Syntaktische Störungen. In G. Blanken & W. Ziegler (Hrsg.), *Klinische Linguistik und Phonetik* (161–182). Mainz: Hochschulverlag.
- Burchert, F. & De Bleser, R. (2004). Passives in agrammatic sentence comprehension: A German study. *Aphasiology*, 18(1), 29–45.

- Burchert, F., De Bleser, R. & Sonntag, K. (2003). Does morphology make the difference? Agrammatic sentence comprehension in German. *Brain and Language*, 87(2), 323–342.
- Burchert, F. & Druks, J. (2000). Agrammatismus – Ein Überblick über Studien zu syntaktischen Verständnisstörungen. *Linguistische Berichte*, 181, 1–18.
- Burchert, F., Hanne, S. & Vasishth, S. (2013). Sentence comprehension disorders in aphasia: The concept of chance performance revisited. *Aphasiology*, 27, 112–125.
- Burchert, F., Lorenz, A., Schröder, A., De Bleser, R. & Stadie, N. (2011). *Sätze verstehen – Neurolinguistische Materialien für die Untersuchung von syntaktischen Störungen beim Satzverständnis*. Hofheim: NAT-Verlag.
- Burkhardt, P., Avrutin, S., Piñango, M. M. & Ruigendijk, E. (2008). Slower-than-normal syntactic processing in agrammatic Broca's aphasia: Evidence from Dutch. *Journal of Neurolinguistics*, 21, 120–137.
- Caplan, D. (2012). Resource reduction accounts of syntactic comprehension. In R. Bastiaanse & C. K. Thompson (Hrsg.), *Perspectives on agrammatism*. New York: Psychology Press.
- Caplan, D. (2009). The Neural Basis of Syntactic Processing. In M. S. Gazzaniga (Hrsg.), *The Cognitive Neurosciences* (4. Aufl., 805–816). Cambridge, MA: MIT Press.
- Caplan, D., Waters, G. S., DeDe, G., Michaud, J. & Reddy, A. (2007). A study of syntactic processing in aphasia I: Behavioral (psycholinguistic) aspects. *Brain and Language*, 101(2), 103–150.
- Carreiras, M. & Clifton, C. (2004). *The On-line Study of Language Comprehension: Eyetracking, ERPs and Beyond*. New York: Psychology Press.

- Chomsky, N. (1981). *Lectures on Government and Binding*. Berlin: Mouton de Gruyter.
- Cho-Reyes, S. & Thompson, C. K. (2012). Verb and sentence production and comprehension in aphasia: Northwestern Assessment of Verbs and Sentences (NAVS). *Aphasiology*, 26(10), 1250–1277.
- Choy, J. J. & Thompson, C. K. (2010). Binding in agrammatic aphasia: Processing to comprehension. *Aphasiology*, 24(5), 551–579.
- De Bleser, R., Cholewa, J., Stadie, N. & Tabatabaie, S. (2004). *LeMo - Lexikon modellorientiert: Einzelfalldiagnostik bei Aphasie, Dyslexie und Dysgraphie*. München: Urban & Fischer.
- Dickey, M. W., Choy, J. J. & Thompson, C. K. (2007). Real-time comprehension of wh-movement in aphasia: Evidence from eyetracking while listening. *Brain and Language*, 100(1), 1–22.
- Dickey, M. W. & Thompson, C. K. (2009). Automatic processing of wh- and NP-movement in agrammatic aphasia: Evidence from eyetracking. *Journal of Neurolinguistics*, 22(6), 563–583.
- Dronkers, N. F., Wilkins, D. P., Van Valin, R. D., Redfern, B. B. & Jaeger, J. J. (2004). Lesion analysis of the brain areas involved in language comprehension. *Cognition*, 92(1–2), 145–177.
- Friedmann, N. (2008). Traceless relatives: Agrammatic comprehension of relative clauses with resumptive pronouns. *Journal of Neurolinguistics*, 21(2), 138–149.
- Friedmann, N., Reznick, J., Dolinski-Nuger, D. & Soboleva, K. (2010). Comprehension and production of movement-derived sentences by Russian speakers with agrammatic aphasia. *Journal of Neurolinguistics*, 23, 44–65.
- Friedmann, N. & Shapiro, L. P. (2003). Agrammatic Comprehension of Simple Active Sentences With Moved Constituents: Hebrew OSV and OVS Structures. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 46(2), 288–297.

- Grodzinsky, Y. (1995). A restrictive theory of agrammatic comprehension. *Brain and Language*, 50(1), 27–51.
- Grodzinsky, Y. (2000). The neurology of syntax: language use without Broca's area. *Behavioral and Brain Sciences*, 23(1), 1–71.
- Grodzinsky, Y., Piñango, M. M., Zurif, E. & Draai, D. (1999). The critical role of group studies in neuropsychology: Comprehension regularities in Broca's aphasia. *Brain and Language*, 67(2), 134–147.
- Haegeman, L. (1994). *Introduction to Government & Binding Theory* (2. Aufl.). Oxford: Blackwell.
- Hanne, S., Sekerina, I. A., Vasishth, S., Burchert, F. & De Bleser, R. (2011). Chance in agrammatic sentence comprehension: What does it really mean? Evidence from eye movements of German agrammatic aphasic patients. *Aphasiology*, 25(2), 221–244.
- Hanne, S., Burchert, F., Vasishth, S. & De Bleser, R. (2015). Sentence comprehension and morphological cues in aphasia: What eye-tracking reveals about integration and prediction. *Journal of Neurolinguistics*, 34, 83–111.
- Huber, W., Poeck, K., Weniger, D. & Willmes, K. (1983). *Aachener Aphasie Test (AAT)*. Göttingen: Hogrefe.
- Just, M. A. & Carpenter, P. A. (1980). A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review*, 87(4), 329–354.
- Kiran, S., Caplan, D., Sandberg, C., Levy, J., Bernardino, A., Ascenso, E., ... & Tripodis, Y. (2012). Development of a Theoretically Based Treatment for Sentence Comprehension Deficits. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 21(2), S88–S102.
- Kljajevic, V. & Murasugi, K. (2010). The role of morphology in the comprehension of WH-dependencies in Croatian aphasic speakers. *Aphasiology*, 24(11), 1354–1376.

- Love, T. & Oster, E. (2002). On the Categorization of Aphasic Typologies: The SOAP (A Test of Syntactic Complexity). *Journal of Psycholinguistic Research*, 31(5), 503–529.
- Meyer, A. M., Mack, J. E. & Thompson, C. K. (2012). Tracking passive sentence comprehension in agrammatic aphasia. *Journal of Neurolinguistics*, 25(1), 31–43.
- Mitchum, C. C. & Berndt, R. S. (2008). Comprehension and Production of Sentences. In R. Chapey (Hrsg.), *Language Intervention Strategies in Aphasia and Related Neurogenic Communication Disorders* (5. Ausg., 632–653). Philadelphia: Wolters Kluwer.
- Rochon, E. & Reichmann, S. (2004). A Modular Treatment for Sentence Processing Impairments: Sentence Comprehension. *Revue d'Orthophonie et d'Oudiologie*, 28(1), 25–33.
- Schröder, A., Burchert, F. & Stadie, N. (2014). Training-induced improvement of non-canonical sentence production does not generalize to comprehension: Evidence for modality-specific processes. *Cognitive Neuropsychology*.
- Schröder, A., Lorenz, A., Burchert, F. & Stadie, N. (2009). *Komplexe Sätze. Störungen der Satzproduktion: Materialien für Diagnostik, Therapie und Evaluation*. Hoheim: NAT-Verlag.
- Smith, S. D. & Mimica, I. (1984). Agrammatism in a case-inflected language: comprehension of agent-object relations. *Brain and Language*, 21(2), 274–90.
- Swoboda-Moll, M., Burchert, F. & De Bleser, R. (2002). Agrammatic Comprehension of agent-object-relations: A German replication of Smith and Mimica (1984). *Cortex*, 38, 908–910.
- Thompson, C. K. & Choy, J. J. (2009). Pronominal Resolution and Gap Filling in Agrammatic Aphasia: Evidence from Eye Movements. *Journal of Psycholinguistic Research*, 38(3), 255–283.

Thompson, C. K., Choy, J. J., Holland, A. & Cole, R. (2010).  
Sentactics®: Computer-Automated Treatment of Underlying  
Forms. *Aphasiology*, 24(10), 1242–1266.

### **Kontakt**

Sandra Hanne

*hanne@uni-potsdam.de*