

Adaptation in der Verarbeitung von Sätzen bei Personen mit und ohne sprachliche Beeinträchtigungen

D. Pregla, F. Burchert, N. Stadie

Universität Potsdam, Potsdam

Zusammenfassung

Hintergrund: Das Ziel der vorliegenden Arbeit bestand darin. Adaptation in der syntaktischen Verarbeitung bei Personen mit Aphasie zu untersuchen. Dafür wurden das Auftreten von Komplexitätseffekten in der Satzverarbeitung und die Veränderung des Komplexitätseffekts über zwei Testphasen (im Abstand von ca. zwei Monaten) hinweg sowohl bei Personen mit Aphasie (PmA) als auch bei Personen ohne Aphasie (PoA) ausgewertet. Sowohl für PmA als auch für PoA traten Komplexitätseffekte auf. Zusätzlich wurde ein genereller Leistungsanstieg in Form etwas kürzerer Reakti-

onszeiten und einer leicht erhöhten Antwortgenauigkeit im Retest sowohl für PmA als auch für PoA ermittelt. PmA weisen jedoch im Vergleich zu PoA weniger Adaptation in der syntaktischen Verarbeitung bei wiederholter Darbietung von Sätzen auf. Diese Beobachtung ist entscheidend für eine sprachtherapeutische Intervention, die auf eine Verbesserung im Satzverständnis abzielt. Eine explizite und erklärende Vorgehensweise in der Therapie scheint vielversprechender als eine eher implizite Therapiemethode, die nur auf die wiederholte Konfrontation mit Sätzen aufbaut.

Schlüsselwörter: Aphasie, Satzverständnis, Test-Retest Untersuchung, Adaptation

Einleitung

Satzstrukturen können unterschiedlich komplex sein. Beispielsweise ist im Deutschen die Wortstellung Objektvor-Subjekt komplexer als die Wortstellung Subjekt-vor-Objekt. Der objektinitiale Deklarativsatz »Hier kitzelt den Igel gerade der Hamster« ist daher komplexer als der entsprechende subjektinitale Satz »Hier kitzelt der Igel gerade den Hamster«, obwohl dieser eine sehr ähnliche Situation beschreibt. Es ist bekannt, dass Personen mit Aphasie (PmA) Schwierigkeiten beim Verständnis komplexer Satzstrukturen haben [5]. Unklar ist allerdings, ob diese Satzverständnisschwierigkeiten bei wiederholter Konfrontation mit komplexen Satzstrukturen abnehmen. Wenn ja, wäre dies ein Beleg, dass sich das Satzverarbeitungssystem von PmA an komplexe Satzstrukturen adaptieren, d. h. anpassen kann [22]. Ob Verarbeitungsschwierigkeiten nach wiederholter Darbietung tatsächlich nachlassen, lässt sich anhand von Veränderungen im sogenannten Komplexitätseffekt untersuchen. Als Komplexitätseffekt wird in dieser Arbeit der Rückgang der Antwortgenauigkeit und der Anstieg der Reaktionszeit in Satzverständnistests für syntaktisch komplexe Sätze im Vergleich zu syntaktisch einfachen Sätzen definiert. Dementsprechend zeigen PmA z.B. eine geringere Antwortgenauigkeit für objekt- gegenüber subjektinitialen Deklarativsätzen [7] und für Objekt- gegenüber Subjektrelativsätzen [1].

Auch bei Personen ohne Aphasie (PoA) ließ sich ein Komplexitätseffekt nachweisen. So wurden z.B. längere Lese- und Reaktionszeiten für objektinitiale Deklarativsätze gemessen [16, 21]. Allerdings beobachteten Wells et al. [22], dass der Komplexitätseffekt bei Personen ohne sprachliche Beeinträchtigungen (im Folgenden Personen ohne Aphasie, PoA) im Verlauf einer Studie abnahm. In dieser Studie lasen die PoA Subjekt- und Objektrelativsätze über vier Sitzungen hinweg und beantworteten Verständnisfragen zu den gelesenen Sätzen. Feedback über die Antwortgenauigkeit wurde nicht erteilt. Wells et al. [22] fanden, wie erwartet, einen Komplexitätseffekt in Form von längeren Reaktionszeiten für Objektrelativsätze. Außerdem trat ein Leistungsanstieg auf: Die Reaktionszeit war nach der vierten Sitzung signifikant kürzer als bei der ersten Präsentation der Sätze. Dieser Effekt kann durch eine Familiarisierung mit der Testsituation und eine effizientere motorische Ausführung der Tastendruck-Aufgabe (motor learning) erklärt werden. Schließlich ergab sich eine Interaktion zwischen Satzkomplexität und Testzeitpunkt, da der Komplexitätseffekt nach der vierten Sitzung geringer ausfiel als vor der wiederholten Präsentation. Diese Interaktion lässt sich nicht auf eine Familiarisierung mit der Aufgabe zurückführen, da sich die Familiarisierung gleichermaßen auf die Reaktionszeiten in komplexen und weniger komplexen Satzstrukturen auswirken sollte [6]. Vielmehr deutet die Interaktion zwischen Satzkomplexität und Testzeitpunkt auf eine sogenannte Adaptation in der syntaktischen Verarbeitung hin. Adaptation wird hier als eine implizite Verbesserung verstanden, die lediglich durch eine wiederholte Darbietung ohne Vergabe von Feedback und Hinweisen zur Satzstruktur entsteht und vor allem bei syntaktisch komplexen Sätzen beobachtbar ist.

Bei PmA wurde die Adaptation in der syntaktischen Verarbeitung bisher kaum erforscht. In einer Studie von

Mack et al. [12] wurde die Veränderung der Satzverarbeitung zwischen zwei Testzeitpunkten untersucht. Überprüft wurde das Verständnis von Aktiv- und Passivsätzen in einer Satz-Bild-Zuordnungsaufgabe. Wie erwartet, ergab sich in der ersten und zweiten Untersuchung ein Komplexitätseffekt, der sich in schlechteren Leistungen für Passiv- gegenüber Aktivsätzen zeigte. Eine Familiarisierung mit der Aufgabe oder eine Interaktion zwischen Testphase und Satzkomplexität, wie sie für PoA in Wells et al. [22] gefunden wurde, trat jedoch nicht auf. In einer Studie von Schuchard et al. [18] wurde die Veränderung der Satzverarbeitung durch wiederholte Konfrontation in zwei Einzelfallexperimenten mit je vier bzw. fünf PmA untersucht. Über fünf Sitzungen hinweg erfolgte eine auditive Präsentation von Passivsätzen bei gleichzeitiger Darbietung eines dazu passenden Bildes. Ziel dieser Trainingsphase war eine Verbesserung im Verständnis von Passivsätzen. Nach der Trainingsphase wurde das Satzverständnis mittels Satz-Bild-Zuordnen überprüft. Je zwei der PmA in jedem der zwei Einzelfallexperimente zeigten leichte Verbesserungen im Verständnis von Passivsätzen, während die übrigen Versuchspersonen einen leichten Rückgang in der Leistung aufwiesen.

Die Befunde von Schuchard et al. [18] und Mack et al. [12] lassen annehmen, dass Effekte der Adaptation der syntaktischen Verarbeitung bei PmA geringer ausfallen als bei PoA. Allerdings umfasste die Studie von Schuchard et al. [18] nur wenige PmA und es wurden nur Passivsätze trainiert. Daher ist eine Auswertung der Studie von Schuchard et al. [18] im Hinblick auf einen Komplexitätseffekt und eine Interaktion zwischen Satzkomplexität und Testzeitpunkt nicht möglich. Die Studie von Mack et al. [12] bestand nur aus zwei Testsitzungen, sodass möglicherweise die Anzahl der Konfrontationen mit dem Satzmaterial zu gering war, um zu einer Interaktion zwischen Satzkomplexität und Testphase zu führen. Daher ist es bisher offen, ob PmA Adaptation in der syntaktischen Verarbeitung zeigen. Daraus ergibt sich die Fragestellung dieser Arbeit: Kommt es bei PmA zu einer Adaptation in der syntaktischen Verarbeitung? Operationalisiert lautet die Fragestellung: Gibt es eine Interaktion zwischen Komplexitätseffekt und Testphase bei einer Gruppe von PmA, die über mehrere Sitzungen mit dem gleichen Satzmaterial konfrontiert werden? Zur Bearbeitung dieser Fragestellung wurden Daten herangezogen, die im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 1287 Die Grenzen der Variabilität in der Sprache erhoben wurden [13].

Material und Methode

Insgesamt nahmen 71 Personen an der Studie teil, 21 PmA (9 weibliche Personen, Altersdurchschnitt=60 Jahre, SD=11 Jahre, Spanne=38-78 Jahre, durchschnittliche Anzahl der Bildungsjahre: 15 Jahre, SD=3 Jahre, Spanne=8-21 Jahre) und 50 PoA (32 weibliche Personen, Altersdurchschnitt=48 Jahre, SD=20 Jahre, Spanne=

Tab. 1: Demografische Angaben zu den Personen mit Aphasie [8]

Person	Gender	Alter in Jahren	Anzahl Bildungs- jahre	Jahre post Onset	Ätiologie	Lokali- sation	Syndrom laut AAT	Schwere- grad laut AAT
2	W	72	8	7	Insult Arteria cerebri media	Links	Amnestisch	6.8 (leicht)
3	M	76	20	17	Insult Arteria cerebri media	Links / Rechts	Nicht klassi- fizierbar	7 (leicht)
4	W	47	13	21	Insult Arteria cerebri media	Links	Amnestisch	7.8 (leicht)
6	M	55	14	10	Insult Arteria cerebri media	Links	Amnestisch	6.8 (leicht)
8	W	51	19	7	Aneurysma Arteria cerebri media	Links	Amnestisch	7.4 (leicht)
9	M	64	15	2	Insult Arteria cerebri media	Links	Amnestisch	7.4 (leicht)
10	M	58	18	1	Insult Arteria cerebri media	Links	Broca	5 (mittel)
11	W	63	12	1	Insult Arteria cerebri media	Links	Broca	6.8 (leicht)
12	W	46	12	13	Insult Arteria cerebri media	Links	Broca	4.2 (mittel)
13	М	74	13	8	Insult Arteria cerebri media	Links	Broca	4.4 (mittel)
14	М	66	13	17	Insult Arteria cerebri media	Links	Amnestisch	6.4 (leicht)
15	W	59	21	4	Insult	Links	Broca	5.2 (mittel)
16	М	67	17	26	Insult Arteria cerebri pos- terior	Rechts	Broca	5.4 (mittel)
17	W	43	14	10	Insult Arteria cerebri media	Links	Broca	6.6 (leicht)
18	М	57	13	1	Insult	Links	Wernicke	nicht vorhanden
19	W	52	19	8	Insult Arteria cerebri media	Links	Broca	5.8 (mittel)
20	М	38	13	3	Insult Arteria cerebri media	Links	Broca	4.2 (mittel)
21	М	57	18	2	Insult Arteria cerebri media	Links	Broca	6 (leicht)
22	W	67	16	5	Insult Arteria cerebri media	Links	Amnestisch	6.2 (leicht)
23	М	74	15	7	Insult Arteria cerebri media	Links	Amnestisch	6.6 (leicht)

W Weiblich, M Männlich, AAT Aachener Aphasie Test

19 – 83 Jahre, durchschnittliche Anzahl der Bildungsjahre: 18 Jahre, SD = 4 Jahre, Spanne = 6 – 26 Jahre)¹. Weitere Angaben zu den PmA sind in **Tabelle 1** aufgeführt.

Alle Versuchspersonen wurden im auditiven Verständnis von vier verschiedenen Satzstrukturen, die

¹ Berichtet werden die Leistungen aller 50 PoA anstelle einer nach Alter und Bildungsjahren an die PmA angeglichenen Gruppe, da die größere Anzahl an Personen zu einer geringeren Unsicherheit in der Schätzung des Komplexitätseffekts in der statistischen Analyse führt. Um die Unterschiede in Alter und Bildungsjahren der 50 PoA und der PmA zu kontrollieren, wurden Alter und Anzahl der Bildungsjahre und ihre Interaktion mit der Satzkomplexität als Modellparameter in die statistische Analyse eingeschlossen. In einer Analyse mit 22 nach Alter und Bildung parallelisierten PoA unterschied sich das Ergebnis im Komplexitätseffekt, abgesehen von einer größeren Streuung, nicht vom Ergebnis aller 50 PoA.

Neurol Rehabil 2022; 28(2): 78-84 | https://doi.org/10.14624/NR2202005 | © Hippocampus Verlag 2022

Adaptation in the processing of sentences in individuals with and without language impairments

D. Pregla, F. Burchert, N. Stadie

The aim of the present work was to investigate adaptation in syntactic processing in persons with aphasia. For this purpose, the occurrence of complexity effects in sentence processing and the change in complexity effects over two test phases (approximately two months apart) were evaluated for both persons with aphasia and persons without aphasia. Complexity effects occurred for both persons with and without aphasia. In addition, a general increase in performance in the form of slightly shorter reaction times and slightly increased retest response accuracy was found for both persons with aphasia and those without. However, persons with aphasia showed less adaptation in syntactic processing during repeated presentation of sentences compared to those without aphasia. This observation is critical for speech therapy intervention aimed at improving in sentence comprehension. An explicit and explanatory approach to therapy seems more promising than a more implicit therapy method that relies only on repeated confrontation with sentences.

Keywords: aphasia, sentence comprehension, test-retest assessment, adaptation

in (1) aufgeführt sind, untersucht. Dabei wurden die Sätze systematisch in eine syntaktisch einfache (n = 80, s. Sätze in 1 unter i) und in eine syntaktisch komplexe (n = 0, s. Sätze in 1 unter ii) Satzbedingung unterteilt. Die syntaktisch komplexe Satzbedingung umfasste Deklarativ- (s. 1a) und Relativsätze (s. 1b) mit einer nichtkanonischen Wortstellung sowie Kontrollstrukturen mit (s. 1c) bzw. ohne Pronomen (s. 1d). Kontrollstrukturen sind Sätze, in denen das Subjekt im Nebensatz mit einem der Nomen im Hauptsatz übereinstimmt. Das heißt, in Kontrollstrukturen wird die Bedeutung des Subjekts im Nebensatz von einem der Nomen im Hauptsatz kontrolliert. In der komplexen Satzbedingung wurden Kontrollstrukturen verwendet, in denen der Gedächtnisabruf des Subjekts im Nebensatz durch Interferenz des Objekts erschwert war. In den syntaktisch einfachen Satzbedingungen war die Wortstellung kanonisch bzw. der Gedächtnisabruf des Subjekts im Nebensatz leichter. In (1) ist ein Beispiel für die verwendeten Sätze aufgeführt. Die manipulierten Satzregionen sind fett hervorgehoben.

(1) a Deklarativsätze

- i. Hier kitzelt der Igel gerade den Hamster.
- ii. Hier kitzelt den Igel gerade der Hamster.

b Relativsätze

- i. Hier ist der Igel, der den Hamster gerade kitzelt.
- ii. Hier ist der Igel, den der Hamster gerade kitzelt.

c Kontrollstrukturen mit Pronomen

- i. Peter verspricht nun Lisa, dass er das kleine Lamm streichelt und krault.
- ii. Peter verspricht nun Thomas, dass er das kleine Lamm streichelt und krault.

d Kontrollstrukturen ohne Pronomen

- i. Peter erlaubt nun Lisa, das kleine Lamm zu streicheln und zu kraulen.
- ii. Peter verspricht nun Lisa, das kleine Lamm zu streicheln und zu kraulen.

Die Darbietung der Sätze erfolgte in zwei verschiedenen Blöcken, wobei Deklarativ- und Relativsätze dem ersten Block und Kontrollstrukturen mit bzw. ohne Pronomen dem zweiten Block zugeteilt waren. In jedem Block war die Reihenfolge der verschiedenen Sätze pseudorandomisiert, sodass eine gleiche Satzstruktur und -bedingung maximal dreimal aufeinanderfolgte. Das auditive Satzverständnis wurde mit drei Aufgaben überprüft: 1) Ausagieren mit Figuren, 2) reguläres Satz-Bild-Zuordnen und 3) selbstgesteuertes Satz-Bild-Zuordnen, bei dem die Präsentationsgeschwindigkeit der gesprochenen Sätze von den PmA und PoA selbst gesteuert wurde. Für alle Aufgaben standen je zwei Figuren bzw. zwei Bilder zur Auswahl. Die Aufgabe bestand darin, entweder die Figur zu bewegen, die in dem Satz die Handlung ausführt (vgl. Aufgabe 1) oder das zum Satz passende Bild auszuwählen (vgl. Aufgabe 2 und 3). Die Durchführung der Aufgaben wurde in jedem Block mit fünf Beispielsätzen geübt, dann erfolgte die Präsentation der Testsätze. Beim Ausagieren wurden die Sätze von der Versuchsleiterin laut vorgelesen und die Korrektheit der Auswahl der Figur bewertet (Auswahl der Zielfigur, die das Agens verkörpert = korrekt, Auswahl der Ablenkerfigur = inkorrekt). Bei Selbstkorrekturen wurde die zuletzt gewählte Figur gewertet. Beim Satz-Bild-Zuordnen wurden sowohl die Sätze als auch die Bilder per Computer mittels Experiment Center ([19] vgl. Aufgabe 2) bzw. Linger ([15] vgl. Aufgabe 3) präsentiert. Die Auswahl des Bildes erfolgte durch die PmA und PoA mittels eines Tastendruckes. und die Reaktionszeit (Zeit vom Ende des Satzes bis zum Tastendruck) und Korrektheit wurden erfasst (Auswahl des Bildes, das die Handlung mit dem korrekten Agens und Patiens darstellt [= Zielbild] = korrekt, Auswahl des Bildes, das die Handlung mit dem inkorrekten Agens und Patiens darstellt [= Ablenkerbild] = inkorrekt). Selbstkorrekturen waren beim Satz-Bild-Zuordnen nicht möglich, da unmittelbar nach erfolgtem Tastendruck bereits das nächste Item präsentiert wurde. In keiner der drei Aufgaben erhielten die PmA oder die PoA ein Feedback bzgl. der Korrektheit ihrer Antwort. In jeder Aufgabe konnten maximal 120 korrekte Leistungen in Block 1 (Deklarativund Relativsätze) und 40 korrekte Leistungen in Block 2 (Kontrollstrukturen) erreicht werden.

Die drei Aufgaben wurden mit jeder PmA und jeder PoA insgesamt zweimal durchgeführt, wobei zwischen der Test- und Retestphase eine durchschnittliche Pause von zwei Monaten lag (SD = 1 Monat). Die Darbietungsreihenfolge der Aufgaben und der Blöcke innerhalb einer Aufgabe war randomisiert, wobei eine Aufgabe pro Sitzungen und Woche stattfand (Dauer einer Sitzung: max. 90 Minuten, Zeit zwischen den Sitzungen in der Test- bzw. Retestphase: 8 Tage, SD = 12 Tage). Insgesamt benötigten die PmA etwa 30 Minuten und die PoA etwa 15 Minuten zur Bearbeitung eines Blocks einer Aufgabe. Zusammengenommen wurde allen teilnehmenden Personen jeder Satz sechsmal präsentiert.

Die statistische Auswertung erfolgte mittels Bayesianischer hierarchischer linearer gemischter Modelle in R [14] mithilfe des Pakets brms [2, 3]. Das Ergebnis eines Bayesianischen Modells besteht aus den Schätzungen für die Modellparameter. Im Ergebnisteil werden Mittelwert und 95% Credible Intervall (CrI) der Modellschätzungen angegeben. Das CrI ist der Bereich, der die Werte für einen Parameter umfasst, die auf Grundlage der Daten und des Modells plausibel sind, und ist am besten vergleichbar mit dem Konfidenzintervall einer traditionellen, frequentistischen Analyse [10]. Das Vorliegen eines überzufälligen Effekts wurde daran bemessen, ob der Mittelwert und das CrI der Differenz zwischen einfacheren und komplexen Sätzen für die Antwortgenauigkeit im positiven Bereich bzw. für die Reaktionszeit im negativen Bereich lagen. Ausgewertet wurde die Antwortgenauigkeit in den drei Aufgaben und die Reaktionszeit in den zwei Satz-Bild-Zuordnungsaufgaben. In die Auswertung der Reaktionszeit wurden sowohl korrekte als auch inkorrekte Reaktionen eingeschlossen. Ein möglicher Einfluss der Antwortgenauigkeit auf die Reaktionszeit wurde durch Inklusion des Modellparameters Genauigkeit erfasst.

Ergebnisse

Die Antwortgenauigkeit über alle Aufgaben und beide Testzeitpunkte hinweg lag bei den PmA mit durchschnittlich 62% (SD=9%) korrekten Reaktionen deutlich unter der Antwortgenauigkeit der PoA (98%, SD=2%, geschätzter Unterschied laut Modell: 26% CrI: [19; 34,3]). Weiterhin waren die Reaktionszeiten der PmA (4.617 ms, SD = 2.077ms) deutlich länger als die der PoA (1.635 ms, SD = 494 ms, der geschätzte Unterschied laut Modell: 2.082ms CrI: [1.491, 2.761]). Über die PmA und die PoA hinweg betrachtet ergab sich zwischen der Test- und der Retestphase ein Leistungsanstieg in der Antwortgenauigkeit (PmA: 3,8%, SD=6,8%, PoA: 0,5%, SD=1,5%, geschätzter Unterschied über beide Versuchspersonengruppen hinweg: 1% CrI: [0,3; 2]) und eine Reduktion der Reaktionszeit (PmA: 79 ms, SD = 998 ms, PoA: 191 ms, SD = 217 ms, geschätzter Unterschied über beide Versuchspersonengruppen hinweg: 153 ms CrI: [72; 234]). Dabei lag keine Interaktion zwischen Testphase (Unterschied zwischen Test und Retest) und Testgruppe (Unterschied zwischen PmA und PoA) vor. Darüber hinaus zeigte sich für beide Testgruppen ein Komplexitätseffekt. Im Gegensatz zu den einfachen Sätzen war die Antwortgenauigkeit für die komplexen Sätze geringer und die Reaktionszeit bei den syntaktisch komplexen Sätzen länger (siehe **Tabelle 2**).

Unterschiede zwischen den PmA und den PoA zeigten sich hinsichtlich der Veränderung der Größe des

Tab. 2: Vom statistischen Modell geschätzte Werte für den Komplexitätseffekt in der Antwortgenauigkeit und der Reaktionszeit bei Personen mit und ohne Aphasie, Gezeigt sind Schätzungen für den Komplexitätseffekt unabhängig vom Testzeitpunkt, d.h., die Schätzungen basieren auf den Daten beider Testzeitpunkte (Test und Retest). Bezüglich der Antwortgenauigkeit bedeuten Werte im positiven Bereich eine höhere Antwortgenauigkeit in syntaktisch einfacheren Sätzen. Bezüglich der Reaktionszeit bedeuten Werte im negativen Bereich eine schnellere Reaktionszeit in syntaktisch einfacheren Sätzen.

•						
	Personen ohne Aphasie Mittelwert [95% Credible Interval]	Personen mit Aphasie Mittelwert [95% Credible Interval]				
Deklarativsätze	1,6 % [0,7; 2,8] -220 ms [-298; -144]	37 % [22,9; 50,4] -720 ms [-1.567; 69]				
Relativsätze	0,2 % [-0,2; 0,6] -65 ms [-118; 14]	14,3 % [-9,1; 35,6] -112 ms [-1.567; 332]				
Kontrollstrukturen ohne Pro- nomen	0,1% [-0,2; 0,6] -49 ms [-107; 11]	5 % [-9; 19,9] -388 ms [-868; 56]				
Kontrollstrukturen mit Pronomen	1% [0,5; 1,7] -81ms [-120; -43]	10,2 % [0,7; 20,9] -300 ms [-603; -15]				

Komplexitätseffekts zwischen den beiden Testphasen. Dafür wurde für jede Testgruppe untersucht, ob in der jeweiligen Satzstruktur (Deklarativsätze, Relativsätze, Kontrollstrukturen mit Pronomen, Kontrollstrukturen ohne Pronomen) eine Interaktion zwischen Testphase und Komplexitätseffekt vorlag. Bei den PoA traten in der Antwortgenauigkeit aufgrund von Deckeneffekten keine nennenswerten Veränderungen auf. In den Reaktionszeiten hingegen ergab sich für PoA in drei der vier Satzstrukturen eine Interaktion zwischen Testphase und Komplexitätseffekt. In diesen drei Satzstrukturen nahm der Komplexitätseffekt (gemessen an den Reaktionszeiten) im Retest ab (geschätzter Test-Retest-Unterschied des Unterschieds zwischen einfachen und komplexen Sätzen laut Modell: Deklarativsätze: -89 ms CrI: [-144; -34], Relativsätze: -25 ms CrI: [-58; 7], Kontrollstrukturen mit Pronomen: -47 ms CrI: [-104; 10]).2 Die Befunde der PmA sind variabler: Es ließ sich eine Interaktion zwischen Testphase und Komplexitätseffekt (gemessen an den Reaktionszeiten) in der Hälfte der Satzstrukturen beobachten. Dabei nahm der Komplexitätseffekt einmal ab, aber auch einmal zu (geschätzter Test-Retest-Unterschied des Unterschieds zwischen einfachen und komplexen Sätzen laut Modell: Kontrollstrukturen ohne Pronomen: -163 ms CrI: [-314; -18], Kontrollstrukturen mit Pronomen: 108 ms CrI: [-27; 248]). Hinsichtlich der Antwortgenauigkeit zeigten PmA lediglich eine Interaktion zwischen Testphase und Komplexitätseffekt, nämlich einen Anstieg des Komplexitätseffekts in Deklarativsätzen (geschätzter Test-Retest-Unterschied des Unterschieds zwischen einfachen und komplexen Sätzen laut Modell: 3,5 % CrI: [0; 7,3]). Insgesamt nahm der Komplexitätseffekt bei PoA also systematisch ab, wohingegen bei PmA sowohl Abnahmen als auch Anstiege im Komplexitätseffekt zu verzeichnen waren.

Als Interpretationshilfe hier eine Erklärung für den Unterschied in Deklarativsätzen: -89ms bedeutet, dass der Unterschied zwischen kanonischen und nicht-kanonischen Deklarativsätzen im Retest laut Modell 89 ms kleiner war als im Test. Das heißt, der Komplexitätseffekt nahm ab.

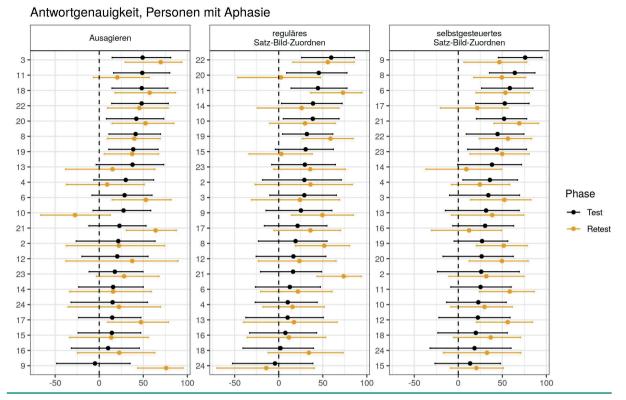


Abb. 1: Vom statistischen Modell geschätzte Werte für den Komplexitätseffekt in Deklarativsätzen für jede Person mit Aphasie pro Aufgabe und Testphase. Pro Aufgabe sind die Personen von der x-Achse her aufsteigend sortiert nach der Größe des Komplexitätseffekts im Test. Dargestellt sind die Schätzungen für den Effekt mit Mittelwert (Punkte) und 95 % Credible Interval (Enden der horizontalen Linien). Die gestrichelte Linie repräsentiert eine Effektgröße von 0. Werte im positiven Bereich bedeuten höhere Antwortgenauigkeiten in syntaktisch einfacheren Sätzen

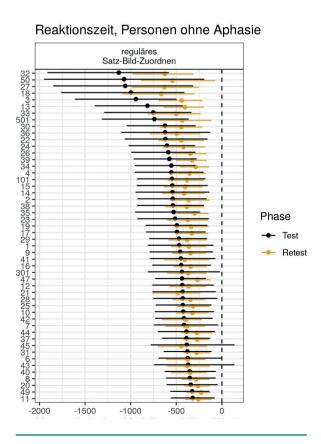


Abb. 2: Vom statistischen Modell geschätzte Werte für den Komplexitätseffekt in Deklarativsätzen für jede Person ohne Aphasie exemplarisch in einer Aufgabe. Die Personen sind von der x-Achse her aufsteigend sortiert nach der Größe des Komplexitätseffekts im Test. Dargestellt sind die Schätzungen für den Effekt mit Mittelwert (Punkte) und 95% Credible Intervall (Enden der horizontalen Linien). Die gestrichelte Linie repräsentiert eine Effektgröße von 0. Werte im negativen Bereich bedeuten schnellere Reaktionszeiten in syntaktisch einfacheren Sätzen

Abbildung 1 zeigt die Veränderung des Komplexitätseffekts in Deklarativsätzen für jede einzelne PmA. Einige PmA zeigten einen Anstieg im Komplexitätseffekt (z.B. PmA 3 in Aufgabe 1: Ausagieren), während andere PmA einen Rückgang im Komplexitätseffekt aufwiesen (z.B. PmA 11 in Aufgabe 1: Ausagieren) oder nahezu gleiche Effekte im Test und Retest (z.B. PmA 22 in Aufgabe 1: Ausagieren) hatten. Auch beim Vergleich des Komplexitätseffekts innerhalb einer PmA über die drei Aufgaben hinweg ergaben sich unterschiedliche Veränderungen zwischen den Aufgaben (z.B. PmA 11: Rückgang des Effekts in Aufgabe 1: Ausagieren, Anstieg des Effekts in Aufgabe 2: Satz-Bild-Zuordnen). Hingegen zeigten die PoA einen systematischen Rückgang im Komplexitätseffekt im Retest, wie in Abbildung 2 exemplarisch für die Aufgabe 2: reguläres Satz-Bild-Zuordnen dargestellt. Im Vergleich der beiden Versuchspersonengruppen wird deutlich, dass die Veränderung des Komplexitätseffekts innerhalb und zwischen PmA unsystematischer ausfällt als bei den PoA.

Diskussion

Das übergeordnete Ziel der vorliegenden Arbeit bestand darin, Adaptation in der syntaktischen Verarbeitung bei PmA zu untersuchen. Dafür wurde das Auftreten von Komplexitätseffekten in der Satzverarbeitung und die Veränderung des Komplexitätseffekts über zwei Testphasen (im Abstand von ca. zwei Monaten) hinweg sowohl bei PmA als auch bei PoA ausgewertet. Das Satzverständnis wurde in drei verschiedenen Aufgaben und mit vier verschiedenen Satzstrukturen überprüft, die jeweils in einer einfachen und einer komplexen Bedingung präsentiert wurden (n=80 einfache und n=80 komplexe Sätze). Die Studie hat ergeben, dass sowohl für PmA als auch für PoA Komplexitätseffekte auftraten. Zusätzlich wurde ein genereller Leistungsanstieg in Form etwas kürzerer Reaktionszeiten und einer leicht erhöhten Antwortgenauigkeit im Retest sowohl für PmA als auch für PoA ermittelt. Angelehnt an Fine et al. [6] wird dieser Leistungsanstieg als Anzeichen für eine effizientere Ausführung der Aufgaben im Retest interpretiert. Es ist also anzunehmen, dass die in unserer Studie beobachtete allgemeine Leistungssteigerung in der Retestphase durch die höhere Vertrautheit mit der Aufgabenstellung im Allgemeinen und der Ausführung der jeweiligen Aufgabe zustande kommt und nicht unbedingt durch eine Adaptation der syntaktischen Verarbeitung.

Anzeichen einer Adaptation in der syntaktischen Verarbeitung wäre ein Rückgang im Komplexitätseffekt im Retest. Die Ergebnisse der PoA sprechen für einen solchen systematischen Rückgang im Komplexitätseffekt. Dieser trat in drei der vier untersuchten Satzstrukturen auf. Der Effekt lässt sich sowohl auf der Gruppenebene als auch auf Einzelpersonenebene beobachten. Diese Ergebnisse legen übereinstimmend mit den Befunden von Wells et al. [22] den Schluss nahe, dass sich die Sprachverarbeitung der PoA an komplexe Sätze anpassen kann.

Anders als die Ergebnisse der PoA deuten die Ergebnisse der PmA auf unsystematische Veränderungen im Komplexitätseffekt hin. Es kam teils zu einem Rückgang und teils zu einem Anstieg im Komplexitätseffekt im Retest. Zudem zeigte sich auf Einzelpersonenebene sowohl innerhalb als auch zwischen den PmA kein einheitliches Bild, sondern es kam wiederum zu unsystematischen Veränderungen im Komplexitätseffekt. Diese Ergebnisse stimmen mit früheren Befunden zur wiederholten Konfrontation mit komplexen Sätzen bei PmA überein [12, 18]. Allerdings bleibt unklar, wodurch es zu den unsystematischen Veränderungen im Komplexitätseffekt innerhalb und zwischen den PmA kommt. Vermutet wurde, dass die Unterschiede im Komplexitätseffekt durch das Aphasiesyndrom, den Schweregrad der Aphasie, die Zeit post Onset, das Alter der PmA, den Bildungsgrad oder das Arbeitsgedächtnis erklärt werden könnten. Jedoch konnten die Unterschiede im Komplexitätseffekt nicht auf diese Variablen zurückgeführt werden [13].

Insgesamt ergibt sich, dass PmA wohl nicht im gleichen Maße wie PoA von einer wiederholten Konfrontation mit dem Satzmaterial profitieren. Vielmehr lässt sich im Einklang mit Warren et al. [22] annehmen, dass PmA Schwierigkeiten haben, ihre Verarbeitung an komplexe Sätze anzupassen. Alternativ ließen sich die Ergebnisse damit erklären, dass die Adaptation der syntaktischen Verarbeitung bei PmA verlangsamt ist und die sechs Wiederholungen des Satzmaterials in dieser Arbeit schlicht zu gering waren, um zur Adaptation zu führen. Eine solche Erklärung würde sich anbieten, da bereits Theorien zur Verlangsamung in der Satzverarbeitung bestehen. So wird angenommen, dass Schwierigkeiten im Satzverständnis bei Aphasie durch eine Verlangsamung der Phrasenstrukturbildung [4] oder der lexikalischen Aktivierung und Reaktivierung [11] entstehen. Ausgehend von einer verlangsamten Satzverarbeitung ist daher nicht auszuschließen, dass eine höhere Anzahl an Wiederholungen des Satzmaterials als in dieser Arbeit verwendet zur Adaptation in der syntaktischen Verarbeitung bei PmA führen könnte.

Fazit und Ausblick

Die Ergebnisse der Studie legen den Schluss nahe, dass PmA im Vergleich zu PoA weniger Adaptation in der syntaktischen Verarbeitung bei wiederholter Darbietung von Sätzen aufweisen. Diese Beobachtung ist entscheidend für eine sprachtherapeutische Intervention, die auf eine Verbesserung im Satzverständnis abzielt. Eine explizite und erklärende Vorgehensweise in der Therapie (z. B. Treatment of Underlying Forms, TUF [9, 20, 17]) scheint vielversprechender als eine eher implizite Therapiemethode, die nur auf die wiederholte Konfrontation mit Sätzen aufbaut (vgl. Schuchard et al. [18]). Es bleibt jedoch bislang unklar, inwiefern eine erhöhte Anzahl von Satzwiederholungen eine Adaptation in der syntaktischen Verarbeitung auch bei PmA bewirken könnte. Insbesondere müssten die der Adaptation zugrundeliegenden (Lern-)Mechanismen vertiefend untersucht werden. Derartige Kenntnisse eröffnen ggf. neue Möglichkeiten zur Therapie des Satzverständnisses bei PmA.

Literatur

- Adelt A. Stadie N. Lassotta R. Adani F. Burchert F. Feature dissimilarities in the processing of German relative clauses in aphasia. J Neurolinguistics 2017: 44: 17-37.
- Bürkner, P-C. brms: An R package for Bayesian multilevel models using Stan, Lof Statistical Software 2017: 80: 1-28.
- Bürkner, P-C. Advanced Bayesian multilevel modeling with the R package brms. The R Journal 2018; 10: 395-411.
- Burkhardt P, Piñango MM, Wong K. The role of the anterior left hemisphere in real-time sentence comprehension: Evidence from split intransitivity. Brain Lang 2003; 86: 9-22.
- Caramazza A, Zurif EB. Dissociation of algorithmic and heuristic processes in language comprehension: Evidence from aphasia. Brain Lang 1976: 3: 572-82.
- Fine A, Qian T, Jaeger TF, Jacobs R. Syntactic adaptation in language comprehension. In: Proceedings of the 2010 Workshop on Cognitive Modeling and Computational Linguistics 2010; 18-26.

- Hanne S, Burchert F, De Bleser R, Vasishth S. Sentence comprehension and morphological cues in aphasia: What eye-tracking reveals about integration and prediction. J Neurolinguistics 2015; 34: 83-111.
- Huber W, Poeck K, Weniger D, Willmes K. AAT-Aachener Aphasie Test. Göttingen: Hogrefe 1983.
- Jacobs BJ, Thompson CK. Cross-modal generalization effects of training noncanonical sentence comprehension and production in agrammatic aphasia. J Speech Hear Res 2000; 43: 5-20.
- Kruschke IK, Liddell TM. Bayesian data analysis for newcomers. Psychonomic Bulletin & Review 2018; 25: 155-77.
- Love T, Swinney D, Walenski M, Zurif E. How left inferior frontal cortex participates in syntactic processing: Evidence from aphasia. Brain Lang 2008: 107: 203-19.
- Mack JE, Wei AZ, Gutierrez S, Thompson CK. Tracking sentence comprehension: Test-retest reliability in people with aphasia and unimpaired adults. Journal of Neurolinguistics 2016; 40: 98-111.
- Pregla D, Lissón P, Vasishth S, Burchert F, Stadie N. Variability in sentence comprehension in aphasia in German. Brain Lang 2021; 222: 105008.
- R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. 2020. Retrieved from: https://www.R-project.org/
- Rohde D. Linger: A flexible platform for language processing experiments [computer program], version 2.94. 2003. Retrieved from http://tedlab. mit.edu/dr/Linger/
- Schlesewsky M, Fanselow G, Kliegl R, Krems J. The subject preference in the processing of locally ambiguous wh-questions in German. In: Hemforth B & Konieczny L (Hrsg.). German sentence processing. Dordrecht: Springer 2000, 65-93.
- Schröder A, Lorenz A, Burchert F, Stadie N. Komplexe Sätze. Störungen der Satzproduktion: Materialien für Diagnostik, Therapie und Evaluation. Hofheim: NAT-Verlag 2009.
- Schuchard J, Nerantzini M, Thompson C. Implicit learning and implicit treatment outcomes in individuals with aphasia. Aphasiology 2017; 31:
- SensoMotoric Instruments GmbH. Experiment Center [computer program], Version 2.3.2009.
- Thompson C. Treatment of syntactic and morphologic deficits in agrammatic aphasia: Treatment of underlying forms. In: Chapey R (Hrsg.). Language intervention strategies in aphasia and related neurogenic communication disorders. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins. 5. Aufl. 2008, S. 735-55.
- Vogelzang M, Thiel CM, Rosemann S, Rieger J, Ruigendijk E. Cognitive Abilities to Explain Individual Variation in the Interpretation of Complex Sentences by Older Adults. In: Proceedings of the 41th Annual Conference of the Cognitive Science Society. Montreal, Canada: Cognitive Science Society 2019; 3036-42.
- Warren T, Dickey MW, Lei CM. Structural prediction in aphasia: Evidence from either. J Neurolinguistics 2016; 39: 38-48.
- Wells JB, Christiansen MH, Race DS, Acheson DJ, MacDonald MC. Experience and sentence processing: Statistical learning and relative clause comprehension. Cognitive Psychology 2009; 58: 250-71.

Danksagung

Unser Dank gilt allen Personen mit Aphasie und allen Freiwilligen ohne sprachliche Beeinträchtigungen, die an der Studie teilgenommen haben. Dieses Projekt wurde gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) - Projektnummer 317633480 - SFB 1287, Projekt B02 (Projektleitung: Shravan Vasishth, Frank Burchert, und Nicole Stadie).

Interessenvermerk

Die Autor*innen bestätigen, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Korrespondenzadresse:

Dorothea Pregla Universität Potsdam Department Linguistik Karl-Liebknecht-Straße 24–25, Haus 14, Raum 2.12 14476 Potsdam pregla@uni-potsdam.de