

Syntaktische Komplexität individueller Sprachproduktion bei Denkprozessen zu Bestand und Änderung

0. Syntaktische Komplexität der Sprachproduktion im Fokus

Viele Studien haben einen maßgeblichen Beitrag dazu geleistet, sprachlich-syntaktische Herausforderungen in Text- und Testaufgaben zu identifizieren, um Schwierigkeiten von Lernenden in der Sprachrezeption einordnen zu können (Überblick in Abedi, 2006). Wenig untersucht ist dagegen die Rolle der syntaktischen Komplexität in der individuellen Sprachproduktion, gerade für den Aufbau konzeptuellen Verständnisses, da die Analysen von Lernprozessen bislang vor allem auf lexikalische und diskursive Dimensionen fokussieren (Solano-Flores 2010). Um diese Forschungslücke zu schließen, verfolgt das Projekt MuM-Analysis die folgende Forschungsfrage: „Welche syntaktischen Konstruktionen nutzen Lernende, während sie inhaltliches Verständnis für Konzepte der qualitativen Analysis aufbauen?“

1. Bestand und Änderung als konzeptuelle Herausforderung

Das Projekt fokussiert das mathematisch anspruchsvolle Thema der qualitativen Analysis (Hahn & Prediger, 2008), insbesondere die Unterscheidung und das Zusammenspiel von Bestand (f), Änderung (f') und Änderung der Änderung (f'') im Jahrgang 11. Qualitative Konzepte haben vor allem für außermathematische Kontexte eine hohe Relevanz, wie z.B. für die mathematisch korrekte Interpretation von Zeitungsmeldungen: *„Weniger Geburten. Das Bevölkerungswachstum hat sich in den letzten Jahren verringert.“*

Die Bedeutung solcher Aussagen kann nur präzise erfasst werden, wenn man zwischen Bestand (hier: Bevölkerungsanzahl f) und Änderung (hier: Bevölkerungswachstum f') unterscheiden und den bestehenden Zusammenhang zwischen Bestand und Änderung konzeptuell auffalten kann: Der Rückgang des Bevölkerungswachstums bedeutet nicht direkt weniger Menschen, sondern nur ein verlangsamtes Wachstum der Bevölkerungsanzahl.

2. Analyserahmen zur Erfassung syntaktischer Komplexität und ihres Zusammenhangs zu den konzeptuellen Denkprozessen

Um die syntaktische Komplexität in Auffalte- und Verdichtungsprozessen zur qualitativen Bedeutung der drei Ebenen (f, f', f'') in der Sprachproduktion der Lernenden zu erfassen, haben wir in Prediger & Şahin-Gür (2019) die Phrasenanalyse, ein Verfahren zur sprachstrukturellen Satzanalyse, themenspezifisch adaptiert. Basierend auf der Grammatik von Imo (2016)

werden dabei Äußerungen in Nominalphrasen (NP) und Verbalphrasen (VP) unterteilt und phrasenstrukturell kodiert in eingebundene Phrasentypen wie Adjektivphrasen (AP), Adverbphrase (AdvP) und Präpositionsphrasen (PP). Für das Konzept der zweiten Ableitung (f'') kann die zunehmende syntaktische Komplexität der Nominalphrase wie folgt aussehen:

[sic]_{NP} → [die Steigung]_{NP} → [die [zweite]_{AP} Ableitung]_{NP} → [die Steigerung [der Steigung]_{NP}]_{NP}

Untersucht wurden auf diese Weise alle Nominalphrasen von acht Lernenden, die sich auf die Ebenen Bestand, Änderung, Änderung der Änderung beziehen. Die syntaktisch inventarisierten Äußerungen wurden weiterhin einer Konzeptanalyse unterzogen und systematisch auf ihr Zusammenspiel untersucht. Dabei zeigte sich für die acht untersuchten Lernenden, dass sich die Nominalphrasen der Äußerungen auf einer Doppelskala (vgl. Abb. 1) anordnen lassen, auf der zunehmende konzeptuelle Treffsicherheit und zunehmende syntaktische Komplexität miteinander einhergehen, und zwar in fünf themenspezifisch identifizierten Stufen (Prediger & Şahin-Gür, 2019). Diese Stufen sind konzeptuell durch zunehmende Explizitheit der Ebenen-Adressierung charakterisierbar.

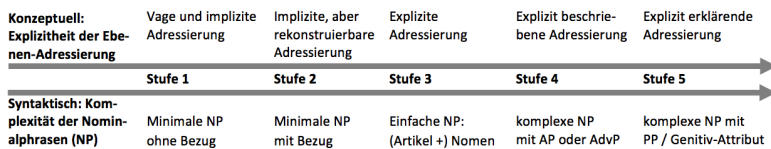


Abb. 1: Doppelskala mit fünf konzeptuellen und syntaktischen Stufen (Prediger & Şahin-Gür, 2019)

Im vorliegenden Beitrag wird die Doppelskala zur Analyse eines weiteren Lernendenpaars genutzt und aufgezeigt, inwiefern die zunehmende Explizitheit in der Bezeichnung der Ebenen eine zunehmende syntaktische Komplexität der beteiligten Nominalphrasen erfordert.

3. Forschungsmethoden der vorliegenden Fallstudie

Die Fallstudie stammt aus dem übergeordneten gegenstandsspezifischen Design-Research-Projekt MuM-Analysis. Die Daten für die systematische Analyse stammen aus Designexperimenten im Zyklus 3 (mit über 1000 min. transkribiertem Videomaterial), hier wird fokussiert auf die Fallstudie eines Schülerpaars, Emre und Roman (16 Jahre alt).

Für die Analyse wurden nach einer Turn-by-Turn-Analyse der Transkripte alle Nominalphrasen von Emre und Roman zur Adressierung der Ebenen (f , f' , f'') gesammelt und nach ihrer syntaktischen Komplexität kategorisiert (entlang der Doppelskala in Abb. 1).

4. Empirische Ergebnisse der Fallstudie: Syntaktische Komplexität und mathematische Präzision am Beispiel der Nominalphrasen

Emre und Roman wurden im Rahmen einer Lernumgebung dazu angeregt, aus mehreren formalen Bedingungen und gegebenen Graphen diejenigen auszuwählen, die zur Schlagzeile „Weniger Geburten“ passen (vgl. Abb. 2). In ihrem 33-minütigen Prozess gelingt ihnen die korrekte graphische Deutung der formalen Bedingungen und ihre Interpretation im Sachkontext. Gerade die Bedeutung der zweiten Ableitung fordert sie stark heraus, bis schließlich Roman die Bedeutung von f'' als „[Steigerung [der Steigung]_{NP}]_{NP}“ knackt und formuliert.

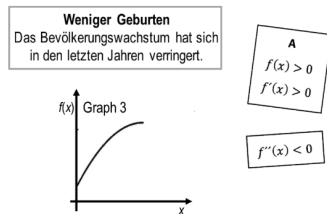


Abb. 2: Lernumgebung: Graphische und formale Interpretation der Schlagzeile

Tabelle 1 zeigt die Inventarisierung aller von Emre und Roman während dieses Prozesses geäußerten Nominalphrasen entlang der Doppelskala.

Tabelle 1: Inventarisierung von Emres und Romans Nominalphrasen zu Bestand und Änderung

Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5
Vage implizite Adressierung	Implizite, rekonstruierbare Adressierung	Explizite Adressierung	Explizit beschriebene Adressierung	Explizit erklärende Adressierung
minimale NP, ohne Bezug	(minimale NP, mit Bezug)	(einfache NP: Artikel + Nomen)	(komplexe NP; mit AP oder AdvP)	(komplexe NP; mit PP / Gen.-Attribut)
Inventar der Nominalphrasen für Roman				
	#134: Der (<i>Graph 3</i>)	#132/172/272e/291/	#132/323c: Die	#323d: die
	#287/289: es (<i>G3</i>)	323b/ 335/353:	[zweite] _{AP}	Steigung [von
	#272a/335/386: das (<i>G3</i>)	die Steigung	Ableitung	der Steigung] _{PP}
	#272b: die (<i>f</i>)	#346: die Erste	#308/323a/340/349:	#332a: die
	#299: das (<i>f'</i>)	#542/548: das Wachstum	die [erste] _{AP}	Steigung [der
	#342: sie (<i>f'</i>)	#548/550: Menschen	Ableitung	Steigung] _{NP}
	#344: die (<i>f''</i>)		#332b: die	
	#351: das (<i>Beding. zu f''</i>)		[normale] _{AP}	
	#533: das (<i>Geburten</i>)		Steigung	
Inventar der Nominalphrasen für Emre				
#277d/321/32	#277e: das (<i>f''</i>)	#277a: f Strich x	#339: [welche] _{AP}	
4/359: das	#288: es (<i>G3</i>)	#277b/285/321: f Strich Strich	Steigung	
	#357: sie (<i>G3</i>)	#300/359/649: die Steigung		
		#345: die Erste (<i>Ableitung</i>)		
		#543: Bevölkerungswachstum		

Die Inventarisierung entlang der Doppelskala zeigt, wie minimale Nominalphrasen meist aus einem (unterbestimmten) Wort bestehen, das auf Stufe 2 durch gestische Verweise ergänzt wird und erst ab Stufe 3 expliziert wird. Die explizite Adressierung kann durch einfache Nominalphrasen mit Artikel und Nomen erfolgen oder durch komplexere Nominalphrasen mit

einer untergeordneten Nominalphrase (mit Präpositionalattribut oder Genitiv-Attribut).

Die Verteilung der Nummern #132 - #551 der Transkriptzeilen über die verschiedenen Stufen 1-5 zeigt, dass die syntaktische Entwicklung der Schüler keineswegs linear ist. Dennoch zeigt sich eine Tendenz, dass in späteren Phasen des Lernprozesses häufiger höhere Komplexitätsgrade auftreten als zu Beginn. Insbesondere die explizit erklärten Phrasen der Stufe 5 erfordern die Verdichtung von Prozessen auf anderen Ebenen in Nominalisierungen, die erst ab #323 beginnen.

5. Fazit

Welche Bedeutung hat die syntaktische Dimension für die Auseinandersetzung mit Bestand und Änderung? Die exemplarische Inventarisierung in Tabelle 1 liefert Einsichten, wie die syntaktische Komplexität (hier: für Nominalphrasen) mit mathematischer Präzision (hier die themenspezifische Explizitheit der Ebenen-Adressierung) einhergeht, sogar für eine hier sehr limitierte Betrachtung von nur einem Phrasentyp. Während dieses allgemeine Phänomen in der funktionalen Linguistik bekannt ist (Solano-Flores, 2010), trägt dieses Forschungsprojekt zu seiner themenspezifischen Konkretisierung für Bestand und Änderung und zur Erklärung seiner epistemischen Funktion in den Denkprozessen der Lernenden bei.

Literatur

- Abedi, J. (2006). Language issues in item-development. In S. M. Downing & T. M. Haldyna (Hrsg.), *Handbook of test development* (S. 377-398). Mahwah: Erlbaum.
- Imo, W. (2016). *Grammatik. Eine Einführung*. Berlin: Metzler.
- Hahn, S. & Prediger, S. (2008). Bestand und Änderung - Ein Beitrag zur didaktischen Rekonstruktion der Analysis. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 29(3/4), 163-198.
- Prediger, S. & Şahin-Gür, D. (2019, eingereicht). Eleventh graders' increasingly elaborate language use for disentangling amount and change – A case study on the epistemic role of syntactical language complexity. *Eingereichtes Manuskript*.
- Solano-Flores, G. (2010). Function and Form in Research on Language and Mathematics Education. In J. Moschkovich (Hrsg.), *Language and Mathematics Education* (S. 113-149). Charlotte: Information Age.