

**Universität Paderborn
Fakultät für Kulturwissenschaften**

**Die Rolle mentaler Bilder für das Gesten-
Sprachsystem von Kindern**

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor der
Philosophie (Dr. phil.) im Fach Psychologie
der Universität Paderborn

Von
Ulrich Boden

Betreuerin
Prof. Dr. Katharina Rohlfing

Universität Paderborn
Fakultät für Kulturwissenschaften

Die Rolle mentaler Bilder für das Gesten-
Sprachsystem von Kindern

Erstgutachterin:

Prof. Dr. Katharina J. Rohlfing

Universität Paderborn

Fakultät für Kulturwissenschaften

Institut für Germanistik und Vergleichende Literaturwissenschaft

AG Psycholinguistik

Zweitgutachterin:

Prof. Dr. Heike M. Buhl

Universität Paderborn

Fakultät für Kulturwissenschaften

Institut für Humanwissenschaften

Fach Psychologie

Hiermit erkläre ich gemäß §12 der Promotionsordnung:

- a. dass mir die zurzeit geltende Promotionsordnung bekannt ist;
- b. dass die vorgelegte Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der in der Arbeit angegebenen Hilfsmittel angefertigt wurde;
- c. dass die Arbeit bisher weder im In- noch Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt wurde.

Bielefeld, den 02.03.2022

Unterschrift: _____

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird die Rolle mentaler Bilder für das Gesten-Sprachsystem von Kindern zwischen vier und sieben Jahren in drei Untersuchungen erforscht. Dabei wird in den ersten beiden Untersuchungen den Fragen nachgegangen, ob mentale Bilder bei vierjährigen Kindern in die Gestenproduktion involviert sind und ob es sich bei dem Gesten-Sprachsystem der Kinder um ein integratives System handelt. Beide Untersuchungen basieren auf Daten desselben Projektes. In dem Projekt wurden ikonische Gesten der Kinder in drei kommunikativen Aufgaben (Erklärung, Nacherzählung und Illustration) elizitiert und es wurden sowohl die visuellen Verarbeitungsfähigkeiten als auch die fluide Intelligenz der Kinder gemessen. Für weitere Analysen wurden die ikonischen Gesten der Kinder in *character viewpoint* [Ego-Perspektive] und *observer viewpoint* [Dritte-Person-Perspektive] Gesten unterteilt.

In der ersten Untersuchung wird auf Grundlage des *Gesture as Simulated Action (GSA) – Frameworks* die Hypothese aufgestellt, dass *observer viewpoint* Gesten bei Kindern sowohl mit den visuellen Verarbeitungsfähigkeiten als auch mit der fluiden Intelligenz in Zusammenhang stehen. Diese Vermutung basiert auf der Grundlage, dass beide Arten kognitiver Fähigkeiten in die Generierung von visuellen mentalen Bildern involviert sind, aus denen bezüglich des *GSA – Frameworks observer viewpoint* Gesten entspringen. In der Untersuchung konnte der Zusammenhang für visuelle Verarbeitungsfähigkeiten und *observer viewpoint* Gesten nachgewiesen werden. Die Ergebnisse lassen vermuten, dass Kinder in Abhängigkeit ihrer visuellen Verarbeitungsfähigkeiten visuelle mentale Bilder generieren und diese durch *observer viewpoint* Gesten externalisieren.

In der zweiten Untersuchung wird in den Aufgaben „Erklärung und Illustration“ der Zusammenhang zwischen der transitiven Beschaffenheit und den *viewpoints* in ikonischen Gesten untersucht. In früheren Studien mit Erwachsenen wird aufgezeigt, dass *character viewpoint* Gesten mit transitiven Verben und *observer viewpoint* Gesten mit intransitiven Verben in Verbindung stehen. In dieser Arbeit wurde bei vierjährigen Kindern kein eindeutiger Zusammenhang gefunden. Das lässt vermuten, dass das Gesten-Sprachsystem der Kinder noch nicht vollständig entwickelt ist. Qualitative Beobachtungen deuten allerdings darauf hin, dass Kinder komplementäre Gesten verwenden, wenn die zu erwartende Konstellationen zwischen dem *viewpoint* in der Geste und der transitiven Beschaffenheit des Verbs nicht auftritt. Obwohl durch komplementäre Gesten andere Teilaspekte eines Ereignisses als in der Sprache beschrieben werden, wird vermutet, dass komplementäre Gesten auf ein integratives Gesten-Sprachsystem hinweisen.

In der dritten Untersuchung wird erforscht, ob Erstklässler*innen robuster unbekannte Wörter lernen, wenn ikonische Gesten sukzessive reduziert werden, als wenn ikonische Gesten konstant präsentiert werden. Die dahinterstehende Idee ist, dass Kinder kognitiv stärker gefordert sind, wenn sie bedeutungstragende Verbindungen zwischen den unterschiedlichen semantischen Informationen der Gestenvariationen und dem Referenten bilden müssen. Für die Untersuchung wurden Erstklässler*innen gebeten, sich ein Video anzuschauen, in welchem eine Erzählerin eine Geschichte mit acht unbekanntem Wörtern vorträgt. Vier der Zielitems wurden dreimal von konstant bleibenden ikonischen Gesten begleitet, während die anderen vier Zielitems von sukzessiv reduzierten Gesten begleitet wurden. Die Ergebnisse zeigen, dass Zielitems, die von sukzessiv reduzierten Gesten begleitet werden, von den Kindern robuster reproduziert werden. Das deutet darauf hin, dass kognitiv fordernde Prozesse, bei denen semantische Informationen miteinander assoziiert werden, zu robusterem Wortwissen führen.

Insgesamt lassen die Untersuchungen vermuten, dass bei Kindern im Alter zwischen vier und sieben Jahren mentale Bilder eng mit ikonischen Gesten verknüpft sind und dass Kinder dieses Alters über ein weit entwickeltes Gesten-Sprachsystem verfügen.

Summary

The subject of this work is the role of mental images for the gesture-speech system of children of the age between four and seven years, explored in three different investigations. The first two investigations address whether mental images are involved in gesture production of four-year-old children and to what extent their gesture-speech system works integratively. Both studies are based on data from the same project. In this project, children's iconic gestures were elicited in three communicative tasks (explanation, retelling and illustration) and children's visual processing abilities as well as their fluid intelligence were measured. In a further step, children's gestures were divided into character viewpoint and observer viewpoint gestures.

Based on the Gesture as Simulated Action (GSA) – framework, the first study hypothesized that children's observer viewpoint gestures are related to their visual processing abilities and fluid intelligence. This assumption is due to the involvement of both types of cognitive abilities in the generation of visual mental images and that according to the GSA – framework, observer viewpoint gestures originate from visual mental images. The study confirms relations only between children's visual processing abilities and observer viewpoint gestures. This finding suggests that children generate visual mental images in relation to their visual processing abilities and that visual mental images raise observer viewpoint gestures.

The second study, using the explanation and illustration tasks, investigates the relation between transitive verbs and the viewpoint in iconic gestures. Studies with adults show that character viewpoint gestures are related to transitive verbs and observer viewpoint gestures are associated with intransitive verbs. The presented study cannot confirm these findings for four-year-old children. The relation between the viewpoint in gesture and the transitivity in speech differs in children's communication in some constellations to the ones found in adults' communication. This leads to the assumption that the children's gesture-speech system is not yet fully developed. Qualitative observations, however, suggest that children perform complementary gestures when the constellations between the viewpoint in gesture and transitivity in speech differ from adults. Complementary gestures depict different aspects of an event than the accompanied speech and are assumed to reflect an integrative gesture-speech system.

The third investigation explores whether preschool children learn unknown words more robustly when iconic gestures are successively reduced in comparison to iconic gestures presented without variations. The notion is that children are cognitively more challenged when they build meaningful relations between different semantic information of the gesture versions and combine this knowledge with the same referent. The study suggests that effortful cognitive processes can result in more robust word knowledge. To test this assumption, preschool children were asked to watch a video of a storyteller who tells a story containing eight unknown words. Four of the words were accompanied by constantly fully executed iconic gestures, while successively reduced iconic gestures accompanied the other four words. The results show that children reproduce words more robustly when successively reduced gestures accompany words. This finding suggests that effortful cognitive processes of associating different semantic information enhance learning.

Overall, the research suggests that mental images are strongly associated with iconic gestures in children between the ages of four and seven years and that the gesture-speech system of children at this age is well developed and works integratively.

Übersicht Publikationen

Boden, U., Nemeth, A., Koutalidis, S., Abramov O., Kopp, S., Kern, F. & Rohlfing, K.J. (*submitted*). Relations Between Observer Viewpoint Gestures and Visual Processing Abilities in Preschoolers. (Language and Cognition).

Mertens, U., Abramov, O., Kern, F., Kopp, S., Nemeth, A., & Rohlfing, K. J. (2019). Children's Viewpoint: Iconic Co-Speech Gestures and Their Relation to Linguistic Structure Across Two Communicative Genres. Advance online publication. <https://doi.org/10.17619/UNIPB/1-813> (Proceedings of the 6th Gesture and Speech in Interaction Conference).

Mertens, U. J., & Rohlfing, K. J. (2021). Progressive Reduction of Iconic Gestures Contributes to School-Aged Children's Increased Word Production. *Frontiers in Psychology*, 12, 651725. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.651725>

Abkürzungsverzeichnis

bzw.	beziehungsweise
ERPs	<i>event-related potentials</i>
EEG	Elektroenzephalogramm
GSA	<i>Gesture as Simulated Action</i>
i.d.R.	in der Regel

Inhaltsverzeichnis

1. Fragestellungen und Struktur der Schrift	1
2. Einleitung	3
2.1. Mentale Bilder und ikonische Gesten.....	3
2.2. Wie ikonische Gesten entstehen.....	5
2.3. Motorische und visuelle mentale Bilder.....	6
3. Die Rolle von motorischen und visuellen mentalen Bildern in der Gestenproduktion	9
3.1 Beziehung zwischen Observer Viewpoint Gesten und visuellen Verarbeitungsfähigkeiten bei Vorschulkindern (Artikel 1)	12
3.2. Artikel 1 – Weiterführende Methodendiskussion.....	13
3.3. Artikel 1 – Weiterführende Diskussion	14
4. Integration von Gestik und Sprache	17
4.1. Der Viewpoint bei Kindern: Redebegleitende ikonische Gesten und deren Beziehung zur linguistischen Struktur in zwei unterschiedlichen kommunikativen Genres (Artikel 2).....	21
4.2. Artikel 2 – Weiterführende Methodendiskussion.....	22
4.3. Artikel 2 – Weiterführende Diskussion	23
5. Der Zusammenhang von mentalen Bildern, ikonischen Gesten und Lernen im Kindesalter.....	25
5.1. Progressive Reduktion von ikonischen Gesten trägt zur gesteigerten Wortproduktion von Vorschulkindern bei (Artikel 3)	28
5.2. Artikel 3 – Weiterführende Methodendiskussion.....	29
5.3. Artikel 3 – Weiterführende Diskussion	30
6. Allgemeine Diskussion und Ausblick	31
Literatur	I
Anhang	IX
Anhang Artikel 1: The Relations of Observer Viewpoint Gestures and Visual Processing Abilities in Preschool Children	IX
Anhang Artikel 3: Progressive Reduction of Iconic Gestures Contributes to School-Aged Children's Increased Word Production	XII
Angaben über die Namen, akademischen Grade und Anschriften der anderen beteiligten Wissenschaftler*innen.....	XV
Darstellung des Verlaufs der Zusammenarbeit zwischen den Autor*innen.....	XV
Artikel 1: The Relations of Observer Viewpoint Gestures and Visual Processing Abilities in Preschool Children	XV
Artikel 2: Children's viewpoint: Iconic co-speech gestures and their relation to linguistic structure across two communicative genres	XVI
Artikel 3: Progressive Reduction of Iconic Gestures Contributes to School-Aged Children's Increased Word Production	XVII
Auskunft darüber, ob Teile dieser Arbeit von anderen Wissenschaftler*innen für ein bereits beantragtes Promotionsverfahren gebenutzt haben	XIX

1. Fragestellungen und Struktur der Schrift

In der vorliegenden Schrift wird die Frage behandelt, inwieweit mentale Bilder und das Gesten-Sprachsystem bei Kindern im Alter zwischen vier und sieben Jahren zusammenwirken. Dazu werden ikonische Gesten betrachtet, welche sich dadurch auszeichnen, dass sie semantische Informationen über Objekte oder Aktionen enthalten (McNeil, 1992). Des Weiteren können ikonische Gesten in *character viewpoint* [Ego-Perspektive] und *observer viewpoint* [Dritte-Person-Perspektive] Gesten unterteilt werden. *Character viewpoint* Gesten sind ikonische Gesten, die darstellen, wie ein Objekt aus Sicht eines Charakters gehandhabt wird. Bei *observer viewpoint* Gesten handelt es sich um ikonische Gesten, die räumliche Relationen (i.d.R. die Bewegungsbahn) eines Objekts bzw. eines Charakters aus der Perspektive eines Beobachters darstellen (McNeill, 1992; Parrill, 2010).

In den nachfolgenden Ausführungen sollen mentale Bilder und das Gesten-Sprachsystem in drei Untersuchungen erforscht werden:

In der ersten Untersuchung soll auf Grundlage des *Gesture as Simulated Action (GSA) – Frameworks* (Hostetter & Alibali, 2008) der Frage nachgegangen werden, inwieweit Form und Funktion von ikonischen Gesten mit spezifischen mentalen Bildern in Beziehung stehen. Dazu werden bei vierjährigen Kindern kognitive Fähigkeiten, welche in die Generierung von mentalen Bildern involviert sind, in Zusammenhang mit *observer viewpoint* Gesten gesetzt. Im speziellen soll herausgefunden werden, ob die visuellen Verarbeitungsfähigkeiten und die fluide Intelligenz der Kinder in Verbindung zu der Verwendung von *observer viewpoint* Gesten innerhalb verschiedener kommunikativer Aufgaben stehen.

In der zweiten Untersuchung soll erforscht werden, inwieweit bei vierjährigen Kindern *character* und *observer viewpoint* Gesten mit bestimmten grammatikalischen Konstrukten in der gesprochenen Sprache auftreten. In Studien mit Erwachsenen wird gezeigt, dass die transitive Beschaffenheit eines Verbs im Zusammenhang mit einem bestimmten *viewpoint* in der Geste auftritt (Chan & Kelly, 2021; McNeill, 1992; Parrill, 2010). In der vorliegenden Arbeit soll dieser Zusammenhang für Kinder im Alter von vier Jahren untersucht und in Hinblick auf den Entwicklungsstand des Gesten-Sprachsystem diskutiert werden.

Im Anschluss daran soll untersucht werden, ob Kinder im Alter zwischen sechs und sieben Jahren unbekannte Wörter robuster erlernen, wenn die Kinder verschiedene Variationen von ikonischen Gesten beobachten, anstelle von ikonischen Gesten, die konstant unverändert präsentiert werden. Es wird vermutet, dass Erstklässler*innen durch Variationen in ikonischen Gesten eine höhere Vielfalt an semantischen Informationen erfahren und dass es kognitiv

fordernder ist, die semantischen Informationen aus verschiedenen Gestenvariationen mit der Wortbedeutung des Referenten in Verbindung zu bringen. Die erhöhte semantische Vielfalt und die intensive Auseinandersetzung mit der Wortbedeutung könnte in einem verbesserten Wortverständnis und einer robusteren Wortreproduktion resultieren (Capone Singleton, 2012; Son et al., 2012).

2. Einleitung

2.1. Mentale Bilder und ikonische Gesten

Das Erleben von mentalen Bildern ist für die meisten Menschen eine alltägliche Erfahrung (z.B. Giambra, 1995; Killingsworth & Gilbert, 2010). Durch Ausdrücke, wie „sehen mit dem inneren Auge“ oder „ein Bild im Kopf haben“, kann veranschaulicht werden, was generell unter mentalen Bildern verstanden wird: nämlich, eine Erfahrung, die auf die eigenen Vorstellungskräfte zurückzuführen ist (Kosslyn, 1999).

Wie genau mentale Bilder entstehen, wie diese abgespeichert werden und was deren Funktionen sind, wird verstärkt seit Beginn der 1970er-Jahre innerhalb der *Imagery*-Debatte im Bereich der Neuro- und Kognitionswissenschaften diskutiert (z.B. Block, 1983). Nach Elder and Krishna (2021) werden mentale Bilder folgendermaßen definiert: *“Mental imagery is a prospective, multi-modal sensory and cognitive representation formed from memory that is evoked automatically or deliberately”* (Elder & Krishna, 2021, S.2).

Die oben aufgeführte Definition stellt in den Vordergrund, dass mentale Bilder als kognitiver Simulationsprozess des sensorischen Systems verstanden werden, die auf in der Vergangenheit erfahrenen perzeptuellen Informationen beruhen und in Abwesenheit dieses sensorischen Inputs aktiv sind (Elder & Krishna, 2021; Munzert et al., 2009; Slotnick et al., 2005; Wilson, 2002). Dabei ist es wichtig zu erwähnen, dass mentale Bilder, anders als der Begriff vermuten lässt, nicht nur für das visuelle System (z.B. Mast 2002; Borst & Kosslyn 2008), sondern auch für das motorische System (z.B. Jeannerod, 1995; McAvinue & Robertson, 2008), das auditive System (z.B. Zatorre et al., 1996; Zhang et al., 2017), das olfaktorische System (z.B. Djordjevic et al., 2004; Stevenson & Case, 2005) und für das gustatorische System (Koubaa & Eleuch, 2021; Schifferstein, 1997) nachgewiesen wurden.

Dass mentale Bilder auf den in der Vergangenheit erfahrenen perzeptuellen Informationen beruhen, bedeutet allerdings nicht, dass durch mentale Bilder vergangene Erfahrungen einfach nur erneut erlebt werden (z.B. Wilson, 2002). Mentale Bilder sind vielmehr wirkungsstarke kognitive Mechanismen, die dazu beitragen, gegenwärtige Probleme zu lösen, und die es ermöglichen, Ausblicke einer potenziellen Zukunft zu erhalten (Binder et al., 1999; Mason et al., 2009). Einen Blick in eine mögliche Zukunft liefern mentale Bilder zum Beispiel, wenn eine Person den schnellsten Weg während des Berufsverkehrs nach Hause mental simuliert. Das Simulieren von mentalen Bildern stellt somit eine Kernkomponente dar, die Personen dabei unterstützt, Handlungen zu planen und Entscheidungen zu treffen (Schacter et al., 2007; Tulving, 2002).

In vielen Studien wird zudem vermutet, dass mentale Bilder durch Gesten externalisiert werden können (z.B. Hostetter & Alibali, 2008, 2019). Insbesondere können durch ikonische Gesten visuell-räumlich geprägte Aspekte akkurat dargestellt werden (Alibali et al., 2001; Alibali, 2005; Krauss, 1998; Lücking et al., 2010; McNeill, 1992; Rauscher et al., 1996). Dabei werden ikonischen Gesten sowohl kommunikative Aspekte als auch bedeutsame intra-kognitive Prozesse für die Zuhörer*in und Sprecher*in zugeschrieben (z.B. Kendon, 2004; McGregor et al., 2009). Mit Blick auf intra-kognitive Prozesse zeigen Studien, dass durch ikonische Gesten mentale Prozesse gefördert und sogar neue Prozesse generiert werden können (Chu & Kita, 2011; Clark, 2008; Cook et al., 2012; Goldin-Meadow et al., 2001; Kita et al., 2017; Rohlfing, 2019; So et al., 2015; Wagner et al., 2004). Chu and Kita (2011) zeigen zum Beispiel, dass Studierende beim Lösen von komplexen Aufgaben (mentaler Rotationstest sowie Papier-Falt-Aufgabe) mehr *co-thought* Gesten [denkbegleitende Gesten] produzieren als bei weniger komplexen Aufgaben. *Co-thought* Gesten haben einen ähnlichen Ursprung wie *co-speech* Gesten [redebegleitende Gesten] (Chu & Kita, 2016). Im Gegensatz zu *co-speech* Gesten erfüllen *co-thought* Gesten keine kommunikative Funktion, sondern werden von Personen zur eigenen Unterstützung während des Lösens von Problemstellungen verwendet (z.B. Chu & Kita, 2008; Logan et al., 2014). Chu and Kita (2011) fanden zudem heraus, dass Teilnehmer*innen ihre Leistungen beim Lösen einer Transformationsaufgabe verbessern, wenn diese zu der Verwendung von Gesten ermutigt wurden. Die Autor*innen schließen aus diesen Ergebnissen, dass Gesten funktionale Eigenschaften über das Kommunizieren von Informationen hinaus haben. Während die Studie von Chu and Kita (2011) exemplarisch aufzeigt, dass Gesten mentale Prozesse bei Erwachsenen fördern können, zeigen Ehrlich et al. (2006), dass Gesten auch im Kindesalter das Potenzial haben eine fördernde Rolle bei räumlichen Transformationsaufgaben zu spielen. Die Autoren baten Vorschulkinder, ihre Lösungsstrategie zu erklären, welche sie zum Lösen einer Rotationsaufgabe verwendeten. Dabei zeigte sich, dass die Anzahl der verwendeten Gesten, die von den Kindern während der Erklärung produziert wurden, mit dem erreichten Ergebnis in der Rotationsaufgabe korrelieren. Erwähnenswert ist, dass räumliche Aspekte meistens nicht verbal, sondern mithilfe von Gesten ausgedrückt wurden (Ehrlich et al., 2006).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass mentale Bilder für sich genommen wirkungsstarke kognitive Mechanismen sind, um mentale Prozesse, wie z.B. die Handlungsplanung, zu unterstützen. Wenn mentale Bilder durch ikonische Gesten externalisiert werden, können weitere kognitiv fördernde Mechanismen entstehen.

2.2. Wie ikonische Gesten entstehen

In diesem Kapitel wird auf Grundlage des *Gesture as Simulated Action (GSA) – Frameworks* (Hostetter & Alibali, 2008, 2019) dargestellt, wie mentale Bilder mit der Produktion ikonischer Gesten zusammenhängen.

Hostetter und Alibali (2008, 2019) präsentieren mit dem *GSA – Framework* eine theoretische Erklärung, wie Gesten im Zusammenhang mit einem *embodied cognitive* System stehen. Bei einem *embodied cognitive* System wird davon ausgegangen, dass Wechselwirkungen zwischen der Kognition, der Sensorik und der Motorik bestehen (z.B. Gallagher, 2011).

Im Zentrum des *GSA – Frameworks* steht die Idee, dass Gesten physisch ausgeführte sensomotorische Simulationen, ohne aktuellen externen Input, sind. Diese mentalen Simulationen treten automatisch auf, wenn Personen über ihre motorischen Handlung oder ihre Wahrnehmungszustände nachdenken und sprechen (Hostetter & Alibali, 2008, 2019). Die Autorinnen vermuten, dass eine Sprecher*in eine Geste produziert, wenn die nachfolgenden drei Aspekte erfüllt sind:

Erstens müssen mentale Prozesse stattfinden, in die visuell-räumliche oder motorisch-mentale Bilder involviert sind. Durch die Simulation der mentalen Bilder werden motorische Pläne aktiviert, die zur Gestenproduktion führen.

Zweitens ist es wahrscheinlicher, dass Gesten während des Sprechens produziert werden, da das motorische System der Sprachproduktion über neuronale Verknüpfungen mit dem motorischen System der Hände verbunden ist (Iverson & Thelen, 1999; Rizzolatti et al., 1988; Rizzolatti et al., 2001). Durch die Verbindungen der beiden Systeme können visuell-räumliche und motorische Simulationen nicht nur verbal geäußert, sondern auch durch Gesten externalisiert werden (detailliertere Beschreibung in Kap.: 3).

Drittens müssen Simulationen so stark aktiviert sein, dass die aktuelle Gestenschwelle der Sprecher*in überwunden wird (Alibali et al., 2001; Hostetter & Potthoff, 2012). Als Gestenschwelle wird der individuell aufgebaute Widerstand einer Sprecher*in gegen das Produzieren von Gesten bezeichnet. Damit eine Geste produziert wird, muss die Aktivierung einer mentalen Simulation desto stärker ausfallen, je höher die aktuelle Gestenschwelle ist (Hostetter & Alibali, 2008, 2019). Die Höhe der Gestenschwelle kann zum Beispiel von internalen Faktoren, wie der Persönlichkeit, abhängig sein. Ist eine Sprecher*in sehr extrovertiert, gestikuliert diese in der Regel mehr als jemand mit einer introvertierten Persönlichkeit (Hostetter & Potthoff, 2012; O'Carroll et al., 2015). Aber auch externe Faktoren, wie z.B. die Situation, in der ein Gespräch stattfindet, beeinflusst die aktuelle Gestenschwelle (z.B. Alibali et al., 2001). Alibali et al. (2001) zeigen, dass

Gesprächspartner*innen mehr Gesten bei gegenseitigem Sichtkontakt produzieren, als wenn sie sich nicht sehen. Das lässt darauf schließen, dass die individuelle Gestenschwelle niedriger ist, wenn sich Sprecher*innen darüber bewusst sind, dass ihre Handbewegungen vom Gegenüber wahrgenommen werden (Alibali et al., 2001).

Wenn bei einer Sprecher*in die oben genannten Aspekte zutreffen, wird nach Theorie des *GSA – Frameworks* eine Geste produziert, welche eine Spiegelung der mentalen Simulation darstellt (z.B. Beilock & Goldin-Meadow, 2010; Cook & Tanenhaus, 2009; Hilliard & Cook, 2017; Hostetter & Alibali, 2008, 2019; Pouw et al., 2020). Sprecher*innen scheinen dabei Aspekte in ihren ikonischen Gesten darzustellen, die auf motorischen und visuellen Erfahrungen beruhen. Pouw et al. (2020) zeigen diesbezüglich, dass Proband*innen entsprechend ihres sensomotorischen Wissens bestimmte Aspekte salient in ihren ikonischen Gesten darstellen. Proband*innen, die physische Erfahrungen mit großen, schweren Objekten machten, produzierten langsame und schwerfällige ikonische Gesten. Demgegenüber referierten Proband*innen mit schnellen und leichtfälligen ikonischen Gesten zu leichten, kleinen Objekten (Pouw et al., 2020). Während sich die Ergebnisse von Pouw et al. (2020) auf sensomotorische Erfahrungen beziehen, fanden Hilliard & Cook (2017) ähnliche Ergebnisse für das visuelle System. Die Autorinnen zeigen, dass Proband*innen die Geschwindigkeit von zuvor gesehen Objekten in ihren ikonischen Gesten widerspiegeln (Hilliard & Cook, 2017).

2.3. Motorische und visuelle mentale Bilder

In den letzten beiden Jahrzehnten konnte in einer Vielzahl von Studien dargelegt werden, dass Sprecher*innen motorische und visuelle Erfahrungen in ihren ikonischen Gesten widerspiegeln (siehe Kap.: 2.2). Das ist darauf zurückzuführen, dass ähnliche neuronale Aktivitäten während des Erlebens und dem mentalen Simulieren einer Situation stattfinden. Dass beim Erleben von Stimuli und deren mentaler Simulation ähnliche neuronale Aktivitäten zugrunde liegen, konnte erstmals in den 90er Jahren für motorische Handlungen gezeigt werden (Jeannerod, 1994; Jeannerod, 1997; Porro et al., 1996; Roth et al., 1996). Porro et al. (1996) zeigen zum Beispiel, dass beim Abrufen von motorischen mentalen Bildern ca. 30% der Aktivierungsstärke im primären Motorkortex erreicht wird, wie bei der Ausführung der konkreten Bewegung. Ähnliche Studien fanden Überschneidungen der Aktivitäten beim Simulieren mentaler motorischer Bilder und der tatsächlichen Ausführung von motorischen Bewegungen im Cerebellum (Ryding et al., 1993), den Basalganglien (Gerardin et al., 2000) und dem prämotorischen Kortex (Decety et al., 1997).

Zahlreiche Studien untersuchen nicht nur die Areale des Gehirns, die in die Generierung von mentalen Bildern involviert sind, sondern auch, wie mentale Bilder wahrgenommen werden (z.B. Christian et al., 2013; Jeannerod, 1994; White & Hardy, 1995). Jeannerod (1994) fand heraus, dass motorische Bilder zu einem großen Teil aus der Ego-Perspektive erlebt werden. Den Zusammenhang zwischen motorischen Bildern und der Ego-Perspektive begründet der Autor damit, dass motorische Bilder größtenteils von kinästhetischer Wahrnehmung geprägt sind. Jeannerod erklärt (1995), dass in den Phasen der Intention, der Planung und der Ausführung einer zielgerichteten motorischen Bewegung, motorische Repräsentationen generiert werden, die kontinuierlich mit der aktuellen Bewegung abgeglichen werden. Erst durch die Generierung dieser motorischen Repräsentationen können Individuen mentale Bilder aus der Ego-Perspektive generieren (Jeannerod, 1994, 1995; 1997). Allerdings hebt der Autor in seiner Forschung hervor, dass bei motorischen mentalen Bildern zwar der eigene Körper im Zentrum steht, aber dass sich dieser im visuell-räumlichen Kontext bewegt. Daher spielen neben kinästhetischer Wahrnehmung auch visuelle und räumliche mentale Simulationen eine wichtige Rolle (Jeannerod, 1994; White & Hardy, 1995). Olsson und Nyberg (2010) kommen in ihrem Review bezüglich mentaler motorischer Bilder zu einer ähnlichen Schlussfolgerung. Auf der Grundlage neurowissenschaftlicher Erkenntnisse schließen die beiden Autoren, dass es eine bedeutende Rolle für die Wahrnehmung von mentalen Bildern aus der Ego-Perspektive spielt, dass Handlungen selbst durchgeführt wurden (Olsson & Nyberg, 2010). Erst wenn Bewegungen selbst durchgeführt werden, können mentale Repräsentationen generiert werden, die zu mentalen Bildern aus der Ego-Perspektive führen (Olsson & Nyberg, 2010). Die Autor*innen untermauern diese Aussage, indem sie aufzeigen, dass motorische Bilder nur simuliert werden können, wenn eine deutliche Überlappung der aktiven Hirnareale besteht, die auch bei der eigentlichen Handlung aktiviert sind (Olsson & Nyberg, 2010). Im Kern betonen die Autor*innen, dass die eigenen motorischen Handlungen einen limitierenden Faktor dafür bilden, wie sich Personen Ereignisse vorstellen können [„*if you cannot perform an action physically, you will not be able to think it mentally*“] (Olsson & Nyberg, 2010, S. 714).

Wie bei motorischen Bildern werden bei visuellen mentalen Bildern ähnliche neuronale Netzwerke, wie beim Erfahren der eigentlichen Stimuli, aktiviert. Eine Vielzahl von Studien konnte Anfang des einundzwanzigsten Jahrhunderts Überschneidungen der Aktivierung im visuellen Kortex beim Simulieren mentaler visueller Bilder und dem Wahrnehmen visueller Stimuli feststellen (z.B. Ganis et al., 2004; Klein et al., 2000; O'Craven & Kanwisher, 2000). Allerdings wurden zu dieser Zeit auch Studien veröffentlicht, die mit ähnlichen Messverfahren keine Überschneidungen fanden (Knauff et al. 2000; Sack et al., 2002; Wheeler et al., 2000).

Eine Vermutung ist, dass die konträren Ergebnisse durch individuelle Stärken in der bildlichen Vorstellungskraft der Proband*innen zustande gekommen sind (Cui et al., 2007). Neuere Studien, bei denen moderne Untersuchungsmethoden zum Einsatz kamen, konnten mittlerweile eindeutig feststellen, dass der visuelle Kortex beim Simulieren von visuellen Bildern aktiv ist und dass visuelle mentale Bilder aus denselben visuellen Merkmalen bestehen wie die der afferenten Sinneswahrnehmung (Dijkstra et al., 2017; Naselaris et al., 2015). Es gibt zudem Hinweise darauf, dass neben dem visuellen Kortex auch der Hippocampus und die frontalen Bereiche des Gehirns beim Simulieren von visuellen mentalen Bildern aktiviert sind (Bird et al., 2010; Hassabis, Kumaran, & Maguire, 2007). Es wird allerdings vermutet, dass diese Bereiche weniger für die Repräsentation von visuellen mentalen Bildern verantwortlich sind, sondern für die Organisation der Ausgaben verschiedener kortikaler Regionen. Ein Kernmechanismus scheint dabei die einheitliche Darstellung von räumlichen Aspekten zu sein (Hassabis, Kumaran, Vann, & Maguire, 2007; Ishai et al., 2000; Yomogida et al., 2004). Diesbezüglich legen zum Beispiel Hassabis et al. (2007) dar, dass Personen mit Hippocampus-Schädigung raumbezogene Beeinträchtigungen bei der Konstruktion von imaginären Erfahrungen haben. Das zeigt sich unter anderem daran, dass es den Erzählungen dieser Probanden*innen an Komplexität und räumlicher Kohärenz mangelt (Hassabis et al., 2007). Bei Personen, bei denen kein Hirnschaden vorliegt, steht die räumliche Beziehung von Personen bzw. Objekten im visuell-räumlichen Kontext im Fokus, wenn visuelle mentale Bilder aus der Dritte-Person-Perspektive simuliert werden (Christian et al., 2013; Jeannerod, 2001; Pearson, 2019).

Zusammenfassend kann zwischen motorischen und visuellen Bildern sowohl auf neurologischer Ebene als auch auf der Wahrnehmungsebene differenziert werden. Motorische mentale Bilder werden Gehirnarealen zugeordnet, die mit physischen Handlungen assoziiert werden (Handlungsintention, -planung und -ausführung) und werden aus der Ego-Perspektive wahrgenommen. Visuelle mentale Bilder werden Gehirnregionen zugeordnet, die für die Verarbeitung von visuellen Stimuli und für die räumliche Organisation von Objekten verantwortlich sind. Visuell geprägte mentale Bilder werden aus der Dritte-Person-Perspektive erlebt. Allerdings ist es wichtig festzuhalten, dass beide Arten mentaler Bilder aus kinästhetischen, visuellen und räumlich mentalen Simulationen bestehen. Zwischen motorischen und visuellen mentalen Bildern unterscheidet sich allerdings die Stärke der Ausprägung der verschiedenen Komponenten.

3. Die Rolle von motorischen und visuellen mentalen Bildern in der Gestenproduktion

In den vorangegangenen Kapiteln wurde dargelegt, dass ikonische Gesten aus mentalen Bildern entstehen. Die Form und Funktion einer Geste spiegeln dabei die mentalen Bilder der Sprecher*in wider. Dies gilt sowohl für motorische als auch für visuelle mentale Bilder. Dass aus motorischen mentalen Bildern ikonische Gesten entspringen, die motorische Handlungen widerspiegeln, erscheint nachvollziehbar, da sowohl für die eigentliche Handlung als auch für das Ausführen der Geste ähnliche motorische Areale im Gehirn angesteuert werden.

Weniger nachvollziehbar erscheint dagegen, dass aus visuellen mentalen Bildern Gesten entspringen, da beim Erleben von visuellen mentalen Bildern kaum motorische Areale des Gehirns aktiviert werden, welche für die Ausführung von motorischen Bewegungen (Gesten) notwendig sind. Dass dennoch aus visuellen mentalen Bildern Gesten entspringen können, wird damit erklärt, dass sich die Aktivierungen des visuellen Systems auf motorische Areale des Gehirns ausbreiten. Dadurch werden motorische Areale aktiviert und es können Bewegungen ausgeführt werden (z. B. Prinz, 1997).

Wie im *GSA – Framework* beschrieben, fördert der Prozess des Sprechens die Aktivierung motorischer Areale, welche die Produktion ikonischer Gesten fördert. Dies geschieht wahrscheinlich dadurch, dass sich die Aktivierung der motorischen Areale für das Sprechen auf motorische Areale für die Gestikulation ausbreiten (Hostetter & Alibali, 2019; Kelly et al., 2002; Prinz, 1997). Das scheint möglich zu sein, da die Repräsentationen von Händen und Mund im prämotorischen und im motorischen Kortex nebeneinander liegen (z.B. Schünke et al., 2009). Zudem scheinen Augenbewegungen während des Simulierens von visuellen mentalen Bildern zu einer Aktivierung motorischer Areale zu führen, was zu einer Externalisierung dieser mentalen Bilder in Form von Gesten beitragen könnte (Hostetter & Alibali, 2019; Laeng, 2002, Prinz, 1997). Diese Vermutung besteht, da Augenbewegungen bei der Aufmerksamkeitslenkung innerhalb visueller mentaler Bilder involviert sind (Laeng, 2002; Vito et al., 2014) und motorische Areale des *Gyrus temporalis inferior* starke Überschneidungen für die Augen und die Hände aufweisen (Lacey et al., 2007; Pietrini et al., 2004).

Dass Handlungen von Händen und Mund aufeinander abgestimmt sind, zeigt sich schon kurz nach der Geburt bei Säuglingen, die eine gute Koordination zwischen manuellen und oralen Bewegungen aufweisen (Iverson & Thelen, 1999). Des Weiteren konnte beobachtet werden, dass kurz bevor Kinder Zweiwortsätze produzieren, das Gesten-Sprachsystem ein solides

integratives System auf temporaler und semantischer Ebene bildet (Butcher & Goldin-Meadow, 2010).

Die Form und Funktion einer Geste werden, wie schon zuvor erwähnt, stark davon beeinflusst, ob eine Geste aus motorischen oder visuellen mentalen Bildern resultieren. Im *GSA – Framework* wird vermutet, dass motorische Bilder in die Generierung von *character viewpoint* Gesten involviert sind und dass aus visuellen mentalen Bildern *observer viewpoint* Gesten resultieren (Hostetter & Alibali, 2008). Die Differenzierung ikonischer Gesten in unterschiedliche *viewpoints* wurde erstmals von McNeill (1992) vorgenommen. Dabei definiert McNeil (1992) Gesten aus der Ego-Perspektive als *character viewpoint* Gesten, da bei dieser Form ikonischer Gesten die Sprecher*in die Innenperspektive eines Charakters einnimmt und gestisch die Hände des Charakters dargestellt werden (z.B. Klavier spielen). Als *observer viewpoint* Gesten werden von McNeil (1992) Gesten definiert, bei denen die Sprecher*in selbst eine beobachtende Rolle einnimmt und gestisch die Bewegungsbahn eines Objektes bzw. eines Charakters dargestellt wird (z.B. das Herunterfallen eines Steins). Dass Gesten verschiedene Perspektiven mit unterschiedlichen funktionellen Eigenschaften darstellen können, wurde von Parrill (2010) bestätigt. Die Autorin liefert empirische Beweise, dass Sprecher*innen *character viewpoint* Gesten produzieren, wenn zu händisch manipulierten Objekten referiert wird, und dass *observer viewpoint* Gesten die Bewegungsbahnen von Objekten bzw. eines Charakters darstellen (Parrill, 2010). Wie zuvor erwähnt, wurde im *GSA – Framework* die Vermutung aufgestellt, dass motorische mentale Bilder in die Produktion von *character viewpoint* Gesten involviert sind und dass *observer viewpoint* Gesten aus visuellen mentalen Bildern entspringen. Hostetter & Alibali (2008) untermauern ihre Vermutung mit einigen Studien, die auf den Zusammenhang zwischen *character viewpoint* Gesten und motorischen mentalen Bildern hindeuten (z.B. Helmich et al., 2007; Parrill & Stec, 2018). In der Studie von Sassenberg et al. (2011) wird wiederum eine Verbindung zwischen visuellen mentalen Bildern und Gesten aus der Beobachter-Perspektive hergestellt. In dieser Studie konnte gezeigt werden, dass junge Erwachsene mit hoher fluider Intelligenz mehr *observer viewpoint* Gesten für die Erklärung ihrer Strategie zum Lösen einer Analogieaufgabe verwenden als junge Erwachsene mit mittlerer fluider Intelligenz. Die Autor*innen interpretierten diese Ergebnisse dahingehend, dass junge Erwachsene mit hoher fluider Intelligenz verstärkt visuelle mentale Bilder simulieren (Sassenberg et al., 2011).

In Boden et al. (*submitted*) wurde die Forschung weiter vorangebracht, indem untersucht wurde, ob bei Vorschulkindern Zusammenhänge zwischen *observer viewpoint* Gesten und fluider Intelligenz, sowie visuellen Verarbeitungsfähigkeiten bestehen (Boden et al., *submitted*).

Sowohl fluide Intelligenz als auch visuelle Verarbeitungsfähigkeiten stehen mit der Generierung von visuellen mentalen Bildern in Verbindung (Flanagan & Dixon, 2014; Sassenberg et al., 2011). Laut *GSA – Framework* werden visuelle mentale Bilder mit der Produktion von *observer viewpoint* Gesten assoziiert (Hostetter & Alibali, 2008). Allerdings bezieht sich das *GSA – Framework* nur auf Studien mit erwachsenen Proband*innen, während bei Kindern die Zusammenhänge zwischen mentalen Bildern und dem *viewpoint* in Gesten weitestgehend unerforscht sind. Die Untersuchung der kognitiven Fähigkeiten von vierjährigen Kindern und deren Verwendung von *observer viewpoint* Gesten soll Aufschluss darüber geben, ob in die Externalisierung von mentalen Bildern bei Vorschulkindern ähnliche kognitive Mechanismen wie bei Erwachsenen involviert sind. Diese Forschung könnte somit zum Forschungsfeld *embodied cognition* beitragen, da die neu gewonnen Erkenntnisse Hinweise über den Entwicklungsstand von Vierjährigen bezüglich der Wechselwirkung von mentalen Prozessen und motorischen Handlungen liefern könnten.

3.1 Beziehung zwischen Observer Viewpoint Gesten und visuellen Verarbeitungsfähigkeiten bei Vorschulkindern (Artikel 1)

Boden, U., Nemeth, A., Koutalidis, S., Abramov O., Kopp, S., Kern, F. & Rohlfing, K.J. (submitted). Relations Between Observer Viewpoint Gestures and Visual Processing Abilities in Preschoolers. (Language and Cognition).

3.2. Artikel 1 – Weiterführende Methodendiskussion

Formen und Funktionen von *viewpoints* in ikonischen Gesten wurden in den letzten 30 Jahren in einigen Studien erforscht und beschrieben (z.B. Cartmill et al., 2012; Demir et al., 2015; McNeill, 1992; Parrill, 2010). Allerdings gibt es noch keine allgemeingültige Definition, welche Funktionen und Formen spezifische *viewpoints* haben, um ikonische Gesten eindeutig und somit objektiv einem *viewpoint* zuzuweisen. Diesbezüglich werden in Studien unterschiedliche Kodierschemata zur Identifizierung von *viewpoints* verwendet, woraus eine mangelnde Vergleichbarkeit zwischen den Studien resultiert. Von Demir et al. (2015) wird zum Beispiel angegeben, dass als Grundlage für die Kodierung die Definition von McNeill (1992) dient. Diesbezüglich wurden in Demir et al. (2015) *character viewpoint* Gesten kodiert, wenn die Hand als Hand verwendet wird oder wenn der ganze Körper zu einem Entity referiert (z.B. Kind rollt über den Boden = *character viewpoint* Geste für rollenden Stein). *Observer viewpoint* Gesten wurden kodiert, wenn ein Körperteil zu einem kompletten Objekt bzw. Charakter referiert. Dabei wurde in Demir et al. (2015) eine Bewegung nur dann als *observer viewpoint* Geste identifiziert, wenn die Geste sich im Gestenraum vor dem Kopf oder dem Oberkörper befindet. Parrill (2010) orientiert sich ebenfalls an McNeil (1992), aber es finden sich keine detaillierten Angaben darüber, wie die *viewpoints* in Gesten kodiert wurden. Die Ergebnisse der Autorin lassen allerdings darauf schließen, dass *character viewpoint* Gesten auftreten, wenn ein Objekt mit den Händen manipuliert wird, wenn der Oberkörper in eine Aktion involviert ist oder wenn Emotionen zum Ausdruck gebracht werden. Demgegenüber stellen *observer viewpoint* Gesten die Bewegungslaufbahn eines Objektes oder Charakters dar (Parrill, 2010).

In Boden et al. (*submitted*) wird die qualitative Herangehensweise des Kodierens erweitert, indem die von Cartmill et al. (2012) beschriebenen Bezüge zwischen der Handform (*hand-is-hand* und *hand-is-object*) und dem *viewpoint* in ikonischen Gesten erstmals in einer empirischen Studie angewendet werden. Diese Vorgehensweise ermöglichte es, ikonische Gesten einem *viewpoint* zuzuordnen, welche in bisherigen Kodierschemata nicht berücksichtigt bzw. nicht hinreichend beschrieben wurden. Dies trifft auf Gesten zu, bei denen eine Sprecher*in ihren Körper wie bei einem *charakter viewpoint* positioniert, die Hand allerdings ein Objekt und nicht die Hand des Charakters darstellt (z.B. modellieren eines Löffels und diesen zum eigenen Mund führen). Durch die Vorgehensweise in Boden et al. (*submitted*) können alle ikonischen Gesten nachvollziehbar einem *viewpoint* zugeordnet werden. Des Weiteren ermöglicht diese Herangehensweise Schwachstellen des *GSA – Frameworks* darzustellen. Im *GSA – Framework* wird zum Beispiel impliziert, dass *character viewpoint* Gesten immer mit *hand-is-hand* Gesten durchgeführt werden. In Boden et al. (*submitted*) wird dargelegt, dass *character viewpoint* Gesten

sowohl mit *hand-is-hand* als auch mit *hand-is-object* Gesten ausgeführt werden können (Boden et al., *submitted*; Cartmill et al., 2012).

Die Anwendung der Merkmale, die von Cartmill et al. (2012) aufgezeigt werden, optimiert die Identifizierung spezifischer *viewpoints* in ikonischen Gesten. So können zum Beispiel auch ikonische Gesten, die mit der Handform *hand-is-object* ausgeführt werden, der Kategorie *character viewpoint* Geste zugeordnet werden. Allerdings gestaltet es sich weiterhin als herausfordernd, den *viewpoint* in einer Geste akkurat zu benennen. Das ist vor allem bei Gesten von Kindern der Fall. Um in zukünftigen Projekten die Identifizierung von spezifischen *viewpoints* in Gesten objektiver gestalten zu können, müssen weitere objektive Merkmale definiert bzw. angewendet werden. Eine Möglichkeit wäre es, *viewpoint* spezifische *semantic features* (*SF*) zu verwenden. *SF* sind Komponenten, die bestimmte semantische Informationen, wie zum Beispiel „Größe eines Objektes“ oder „Position eines Objektes“, umfassen (Abramov et al., 2021; Beattie & Shovelton, 2002). Beattie und Shovelton (2002) haben in ihrer Studie *SF* bestimmten *viewpoints* in ikonischen Gesten zuordnen können. Die Autor*innen zeigen unter anderem, dass die Geschwindigkeit und die Form eines Objektes vor allem durch *observer viewpoint* Gesten dargestellt werden (Beattie & Shovelton, 2002).

3.3. Artikel 1 – Weiterführende Diskussion

Die im *Gesture as Simulated Action (GSA) – Framework* vermuteten Zusammenhänge zwischen visuell simulierten mentalen Bildern und der Produktion von *observer viewpoint* Gesten konnte im Rahmen dieser Arbeit untermauert werden (Boden et al., *submitted*; Hostetter & Alibali, 2008). Es wird dargestellt, dass bei vierjährigen Kindern die visuellen Verarbeitungsfähigkeiten mit der Produktion von *observer viewpoint* Gesten zusammenhängen. Es wird vermutet, dass die kognitiven Fähigkeiten der Vorschulkinder in die Generierung von visuellen mentalen Bildern involviert sind und dass aus diesen mentalen Bildern *observer viewpoint* Gesten entspringen (Boden et al., *submitted*). Wie in Boden et al. (*submitted*) beschrieben, wird allerdings nicht erforscht, inwieweit das Verwenden eines *viewpoints* in der Geste mit dem erfolgreichen Erfüllen bestimmter kommunikativer Aufgaben (Erklären, Nacherzählen und Illustrieren) zusammenhängt.

In früheren Studien werden *character viewpoint* Gesten in einen positiven Zusammenhang mit Erzählfähigkeiten gebracht (Demir et al., 2015). Zudem werden im Kontext des Genres Erklären positive Zusammenhänge zwischen *observer viewpoint* Gesten und den Erklärfähigkeiten aufgezeigt (z.B. Sassenberg et al., 2011).

Es erscheint nachvollziehbar, dass *character viewpoint* Gesten in Verbindung mit dem erfolgreichen Nacherzählen einer Geschichte stehen. Debreslioska et al. (2013) zeigen, dass Erzähler*innen *character viewpoint* Gesten verwenden, wenn zu Charakteren wiederholt referiert wird. Auf sprachlicher Ebene wird in solchen Fällen die Form des Wortes reduziert, indem mit Pronomen und Null-Anaphern zu einem Charakter referiert wird (siehe Mertens & Rohlfing, 2021). Diesbezüglich wird der Charakter durch *character viewpoint* Gesten für den Zuhörer leichter zugänglich gemacht, während der Charakter auf sprachlicher Ebene unspezifischer wird (Debreslioska et al., 2013). Die Spezifizierung eines Charakters könnte vor allem für das Nacherzählen von Geschichten bedeutsam sein, da in Geschichten in der Regel viele verschiedene Charaktere auftauchen. Neben der erleichterten Zugänglichkeit für den Zuhörer vermuten Demir et al. (2015), dass die Erzähler*in selbst von der Verwendung von *character viewpoint* Gesten profitieren könnte. Die Autor*innen vermuten, dass *character viewpoint* Gesten die Erzähler*in dabei unterstützt, sich in die Perspektive des Charakters hineinzudenken. Dadurch können Erzähler*innen sich besser an die Ziele des Charakters erinnern, was dabei helfen könnte, die Geschichte strukturierter wiederzugeben (Demir et al., 2015). Die strukturierte Wiedergabe einer Geschichte ist bedeutsam, da Nacherzählungen durch etablierte Strukturen gekennzeichnet sind, die sich durch monologartiges Erzählen auszeichnen (z.B. Mandler & Johnson, 1977).

In Bezug auf das Genre Erklären werden mögliche positive Zusammenhänge zwischen *observer viewpoint* Gesten und Erklärfähigkeiten im Kontext des Genres aufgezeigt (Sassenberg et al., 2011). In Sassenberg et al. (2011) erreichten Proband*innen einen *Score* für das Lösen einer visuell-räumlichen Aufgabe zum analogen Denken. Der erreichte *Score* wurde mit der Anzahl an *observer viewpoint* Gesten in Verbindung gebracht, welche Proband*innen während der Erklärung ihrer Lösungsstrategie zum Lösen der Aufgabe produzierten (Sassenberg et al., 2011). Somit wurden keine direkten Verbindungen zwischen *observer viewpoint* Gesten und den Erklärfähigkeiten analysiert. Die Ergebnisse von Sassenberg et al. (2011) zeigen, dass ein Zusammenhang zwischen der Anzahl von *observer viewpoint* Gesten, während des Erklärens der Lösungsstrategie einer visuell-räumlichen Aufgabe, und dem erreichten *Score* für das Lösen dieser Aufgabe besteht. Es kann vermutet werden, dass diese Ergebnisse auf eine Kopplung von *observer viewpoint* Gesten und Erklärfähigkeiten hindeuten.

Dass sich die gefundenen Zusammenhänge aus dem Genre Nacherzählen (*character viewpoint*/Erzählfähigkeiten) auf das Genre Erklären übertragen lassen, kann allerdings nicht ohne Weiteres angenommen werden, da Erklärungen durch ihre interaktiven Strukturen anders aufgebaut sind als Nacherzählungen (Für detaillierte Gegenüberstellung der Genres siehe: Rohlfing et al. *submitted*). Aufgrund der genrespezifischen Anforderungen kann vermutet

werden, dass sich *character viewpoint* Gesten bei Erklärungen auf kognitiver Ebene von *character viewpoint* Gesten beim Nacherzählen einer Geschichte unterscheiden. Diese Vermutung wird dadurch unterstützt, dass sich Erklärungen und Nacherzählungen häufig darin unterscheiden, dass Probanden in Erklärungen gestisch häufig zu ihren eigenen Aktionen referieren (da kein anderer Charakter vorhanden ist). Demgegenüber wird in Nacherzählungen häufig zu anderen Charakteren gestisch referiert. Inwieweit sich zugrundeliegende kognitive Mechanismen voneinander unterscheiden, wenn eine Person mit einer *character viewpoint* Geste zu einer eigenen Aktion oder zu einer Aktion einer anderen Person referiert, muss in nachfolgenden Studien untersucht werden.

Für das Genre Erklären lässt sich somit nur feststellen, dass weitere Forschung erfolgen muss, in der die Erklärfähigkeit in direkten Zusammenhang mit den unterschiedlichen *viewpoints* ikonischer Gesten gebracht wird.

Bezüglich der kommunikativen Fähigkeiten und der Verwendung von Gesten im kommunikativen Genre Illustration wurden bisher noch keine Studien veröffentlicht. Aufgrund der Ereignisstruktur der Aufgaben im Genre Illustration (Handlungen, die mit den Händen durchgeführt werden) und der damit einhergehenden hohen Anzahl von *character viewpoint* Gesten kann vermutet werden, dass in dieser Aufgabe *character viewpoint* Gesten mit den kommunikativen Fähigkeiten der Kinder zusammenhängen (Demir et al. 2015). Ähnlich wie bei Nacherzählungen könnte es hier nützlich sein, sich in den Protagonisten hineinzuversetzen und die Handlungen aus dessen Perspektive zu durchdenken. Die Fähigkeit, sich in die Perspektive eines anderen Charakters hineinzuversetzen, steht in Verbindung mit *character viewpoint* Gesten, die aus motorischen mentalen Bildern entspringen sollen (Demir et al., 2015; Hostetter & Alibali, 2008, 2019).

4. Integration von Gestik und Sprache

In den vorangehenden Kapiteln wird beschrieben, wie sich verschiedene mentale Bilder auf den *viewpoint* ikonischer Gesten auswirken können. Während sich die meisten Studien aus diesem Forschungsfeld auf Erwachsene beziehen, können in Boden et al. (*submitted*) Zusammenhänge zwischen den visuellen Verarbeitungsfähigkeiten von Vorschulkindern und der Verwendung von *observer viewpoint* Gesten gezeigt werden (Boden et. al., *submitted*). In diesem Kapitel wird der Fokus auf Beziehungen zwischen ikonischen Gesten und gesprochener Sprache gelegt. Dabei soll erörtert werden, ob der *viewpoint* in ikonischen Gesten bei vierjährigen Kindern mit den linguistischen Strukturen der Sprache in Verbindung steht und ob diese Verbindung auf ein integratives Gesten-Sprachsystem hinweist.

Während viele Studien darauf hindeuten, dass Gesten und Sprache als ein integratives System fungieren (De Ruiter, 2000; Kita & Özyürek, 2003; Mayberry & Jaques, 2000; McNeill, 1992; Özyürek, 2002), wird in anderen Studien vermutet, dass zwischen Sprache und Gesten keine direkte Interaktion stattfindet (z.B. Butterworth & Hadar, 1989; Krauss et al., 2000). Ein Beispiel ist die *Lexical Retrieval Hypothese (LRH)*. Sie besagt, dass Gesten eine unterstützende Funktion für die Sprache haben, jedoch keine direkte Interaktion zwischen Gesten und Sprache erfolgt (Krauss et al., 2000). Bezüglich der *LRH* unterstützen Gesten die Findung von Wörtern mit räumlicher Semantik (Krauss et al., 2000). Krauss et al. (2000) vermuten, dass durch Gesten visuell-räumliche Bilder aufrechterhalten werden, wodurch räumliches Wissen leichter zugänglich ist und somit leichter verbal produziert werden kann. Die Autor*innen beziehen sich dabei auf Ergebnisse, die darauf hindeuten, dass Sprecher*innen flüssiger sprechen, wenn es ihnen erlaubt ist zu gestikulieren, als wenn sie nicht gestikulieren dürfen. Allerdings muss hier angemerkt werden, dass diese Ergebnisse in einer aktuellen Studie nicht repliziert werden konnten (Kısa et al., 2021). Das *GSA – Framework*, welches in vorherigen Kapiteln ausführlich dargestellt wird, zeigt auch keine direkte Verbindung zwischen der Gesten- und Sprachgenerierung (Hostetter & Alibali, 2008, 2019).

Nach dem *GSA – Framework* interagieren abstrakte Repräsentationen des Wissens in Form von Worten (propositionalen Repräsentationen) mit mentalen Bildern (Hostetter & Alibali, 2008, 2019). Es findet allerdings keine Interaktion zwischen propositionalen Repräsentationen und motorischen bzw. visuellen Simulationen, aus denen Gesten entspringen, statt. Auf Grundlage der beiden zuvor aufgezeigten Theorien dürfte die Form einer Geste nicht davon beeinflusst werden, wie ein Gedanke semantisch und grammatikalisch verbalisiert wird (Kita et al., 2017; Kita & Özyürek, 2003).

Dem Verständnis, dass sich Sprache und Gesten während des Produktionsprozesses nicht gegenseitig beeinflussen, widersprechen eine Vielzahl von Studien (z.B. Kita, 2000; Kita & Özyürek, 2003). Kita und Özyürek (2003) zeigen zum Beispiel in einer sprachübergreifenden Studie, dass japanische und türkische Sprechern*innen Bewegungsereignisse (z.B. Charakter schwingt an einem Seil) gestisch anders als englische Sprechern*innen darstellen. Die Sprachen Japanisch und Türkisch weisen andere typologische Eigenschaften als die englische Sprache auf. Das äußert sich zum Beispiel darin, dass englische Sprecher*innen verbal zu der bogenförmigen Bewegungsbahn vom Ereignis „mit dem Seil schwingen“ referieren, während japanische und türkische Sprecher*innen die Bewegungsrichtung (waagrecht) und nicht die Art und Weise der Bewegung (bogenförmig) verbal formulieren. Kita and Özyürek (2003) argumentieren, dass es keine Unterschiede zwischen den Gestenformen zu dem Bewegungsereignis geben dürfe, wenn propositionale Repräsentationen und visuelle bzw. motorische Simulationen sich nicht gegenseitig beeinflussen. Die Studie der Autor*innen zeigt allerdings, dass englische Sprecher*innen sprachlich und gestisch zu der bogenförmigen Bewegungsbahn referieren, während japanisch und türkische Sprecher*innen sprachlich und gestisch zu der geraden, waagerechten Bewegung referieren (Kita & Özyürek, 2003). Aus diesen Erkenntnissen schlussfolgern die Autor*innen, dass sich propositionale Repräsentationen und mentale Simulationen gegenseitig beeinflussen (Kita & Özyürek, 2003). Dass sich propositionale Repräsentationen und visuelle und motorische Simulationen im Zuge der Sprach- und Gestenproduktion gegenseitig beeinflussen, wird in der *Gesture-for-Conceptualization* Hypothese beschrieben (Kita et al., 2017). Kita et al. (2017) gehen davon aus, dass durch Gesten räumlich-motorische Informationen aktiviert, manipuliert, verpackt und erkundet werden. Diesbezüglich tragen Gesten zur konzeptionellen Planung von verbalen Informationen bei, indem Gesten Sprecher*innen dabei unterstützen, räumliche Informationen in Einheiten zu "verpacken“, die für die Verbalisierung geeignet sind (Kita et al., 2017).

Während sich die oben genannten Studien weitestgehend auf Erwachsene beziehen, wurde in einer Vielzahl von Sprachentwicklungsstudien gezeigt, dass es sich bei dem Gesten-Sprachsystem von Kindern schon im frühen Alter um ein integratives System handelt (z.B. Acredolo & Goodwyn, 1988; Lüke et al., 2020; Rowe & Goldin-Meadow, 2009; Stanfield et al., 2014). Lüke et al. (2020) zeigen zum Beispiel eindrucksvoll in ihrer Longitudinal-Studie, dass gestisches Verhalten eng mit sprachlichen Fähigkeiten gekoppelt ist. Die Autorinnen fanden heraus, dass sowohl Zeigefingergesten von Einjährigen als auch die Verwendung von ikonischen Gesten bei Dreijährigen als Prädiktor für die Sprachfähigkeit im fünften- und sechsten Lebensjahr dienen können. Lüke et al. (2020) sehen in ihren Ergebnissen nicht nur eine Bestätigung für ein integratives Gesten-Sprachsystem, sondern heben hervor, dass sich das

System auch auf integrative Weise entwickelt (Lüke et al., 2020). Ähnliche Beobachtungen machen Demir et al. (2015) in ihrer Longitudinal-Studie, mit Fokus auf den *viewpoint* in ikonischen Gesten und der Erzählfähigkeit von Kindern. Die Autor*innen zeigen, dass *character viewpoint* Gesten als Prädiktor für narrative Fähigkeiten fungieren können (Demir et al., 2015). In ihrer Studie fanden die Autor*innen heraus, dass Kinder, die mit fünf Jahren einen Cartoon nacherzählen und dabei *character viewpoint* Gesten verwenden, diesen Cartoon in den Folgejahren strukturierter nacherzählen als Kinder, die im Alter von fünf Jahren keinen *character viewpoint* in ihren ikonischen Gesten verwenden (Demir et al., 2015). Weitere Studien mit Kindern, die das Gesten-Sprachsystem als integratives System in Hinsicht auf den *viewpoint* in ikonischen Gesten untersuchen, sind aktuell nicht bekannt.

Bereits in den 90er Jahren vermutete McNeil eine Verbindung zwischen *viewpoints* in Gesten und gesprochener Sprache (McNeil, 1992). McNeil (1992) beschreibt, dass Verknüpfungen zwischen der linguistischen Struktur in der Sprache und *observer viewpoint* und *character viewpoint* Gesten bestehen. Der Autor stellt die Hypothese auf, dass *character viewpoint* Gesten vor allem im Verbund mit transitiven Sätzen und *observer viewpoint* Gesten mit intransitiven Sätzen vorkommen (McNeil, 1992). Parrill (2010) bestätigt diese Vermutung in ihrer Studie mit jungen Erwachsenen (Parrill, 2010). Allerdings sieht Parrill (2010) in diesen Ergebnissen keinen direkten Beleg für ein integratives Gesten-Sprachsystem, sondern vermutet, dass die Struktur eines Ereignisses selbst die Ursache für den *viewpoint* in der Geste und die linguistische Struktur in der Sprache ist. Demgegenüber vermuten Chan & Kelly (2021) in ihrer Studie, dass Proband*innen neue Sätze schlechter lernen, wenn der *viewpoint* in der Geste inkongruent zur Transitivität in der Sprache ist (z.B. *charakter viewpoint* Geste kombiniert mit intransitivem Verb), als wenn diese in Kongruenz zueinanderstehen (z.B. *charakter viewpoint* Geste kombiniert mit transitivem Verb). Die Autor*innen können ihre Vermutung allerdings nicht bestätigen, da sie ähnliche Lernerfolge finden, wenn Gestik und Transitivität kongruent oder inkongruent zueinander sind. Somit liefern auch Chan & Kelly (2021) keine Hinweise dafür, dass das Zusammenspiel von Transitivität und dem *viewpoint* in Gesten auf ein integratives Gesten-Sprachsystem hinweist. Demgegenüber zeigen Studien, in denen die semantische Kongruenz zwischen ikonischer Geste und dem zu lernenden Wort manipuliert wurde, dass Wörter robuster gelernt werden, wenn Gestik und Sprache auf semantischer Ebene kongruent zueinander sind (z.B. Wu & Coulson, 2005). Verbessertes Lernen durch semantische Kongruenz zwischen den Modalitäten Gestik und Sprache wird als Hinweis auf ein integrativ funktionierendes Gesten-Sprachsystem gedeutet (z.B. Wu & Coulson, 2005). Allerdings heben Chan & Kelly (2021) hervor, dass anders als in Studien, in denen die semantische Kongruenz

manipuliert wurde, Probanden in ihrer Studie nicht nur Wörter, sondern vollständige Sätze exakt reproduzieren mussten (Chan & Kelly, 2021).

Inwieweit Zusammenhänge zwischen der linguistischen Struktur (Transitivität) und dem *viewpoint* in ikonischen Gesten für ein integratives Gesten-Sprachsystem stehen, lässt sich aufgrund der geringen Studienanzahl mit Erwachsenen nicht eindeutig sagen. Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit durchgeführte Untersuchung erweitert die Studienlage, indem der Zusammenhang zwischen der linguistischen Struktur und dem *viewpoint* in ikonischen Gesten bei vierjährigen Kindern untersucht wird (Mertens et al., 2019). Die Ergebnisse sollen Aufschluss darüber geben, ob anhand der linguistischen Struktur und dem *viewpoint* in der Geste Rückschlüsse auf den Entwicklungsstand des Gesten-Sprachsystems geschlossen werden können. Anders als bei Parrill (2010), die das Genre Nacherzählung untersuchte, werden nachfolgend die kommunikativen Genres Erklärung und Illustration (bzw. Report) analysiert.

4.1. Der Viewpoint bei Kindern: Redebegleitende ikonische Gesten und deren Beziehung zur linguistischen Struktur in zwei unterschiedlichen kommunikativen Genres (Artikel 2)

Mertens, U., Abramov, O., Kern, F., Kopp, S., Nemeth, A., & Rohlfing, K. J. (2019). Children's Viewpoint: Iconic Co-Speech Gestures and Their Relation to Linguistic Structure Across Two Communicative Genres. Advance online publication. <https://doi.org/10.17619/UNIPB/1-813> (Proceedings of the 6th Gesture and Speech in Interaction Conference).

4.2. Artikel 2 – Weiterführende Methodendiskussion

In Mertens et al. (2019) werden *viewpoints* in ikonischen Gesten in Beziehung zu der linguistischen Struktur der Sprache gesetzt. Die Analyse ergibt, dass Zusammenhänge zwischen der linguistischen Struktur und dem *viewpoint* in der Geste bei Kindern nicht so ausgeprägt sind wie bei Erwachsenen (Mertens et al., 2019; Parrill, 2010). Mertens et al. (2019) vermuten, dass dies damit zusammenhängen könnte, dass Kinder zu einem Ereignis nicht mit einem spezifischen *viewpoint* referieren. Diese Annahme beruht auf dem Argument, dass bei Erwachsenen der Zusammenhang zwischen der Transitivität der Sprache und dem *viewpoint* in Gesten, maßgeblich auf die Ereignisstruktur zurückzuführen ist (Parrill, 2010). Diese Möglichkeit besteht, da viele Ereignisse exklusiv einen spezifischen *viewpoint* in Gesten hervorrufen (Parrill, 2010). Die Interpretation von Mertens et al. (2019), dass Kinder nicht mit einem spezifischen *viewpoint* zu einem Ereignis referieren, muss kritisch betrachtet werden, da weitere qualitative Analysen diese Vermutung nicht bestätigt haben. Dieser Aspekt wird nachfolgend an dem Beispiel „Salz streuen“ veranschaulicht.

Bei dem Ereignis „Salz streuen“ in der Aufgabe Illustration (bzw. Report) wurde in Mertens et al. (2019) die Aktion „Salzstreuer benutzen“ und die Aktion „herunter fallen des Salzes“ als ein Ereignis betrachtet. Dadurch ist es möglich zum Ereignis „Salz streuen“ sowohl mit einer *character viewpoint* Geste [Salzstreuer benutzen] als auch mit einer *observer viewpoint* Geste [herunterfallen des Salzes] zu referieren (detaillierte Beschreibung in der nachfolgenden Diskussion).

Um herauszufinden, weshalb andere Konstellationen zwischen dem *viewpoint* in der Geste und der linguistischen Struktur auftauchen, wurden qualitative Beobachtungen durchgeführt. Die qualitativen Betrachtungen ergaben, dass Kinder häufig komplementäre Gesten verwenden, wenn unerwartete Konstellationen zwischen dem *viewpoint* in der Geste und der transitiven Beschaffenheit auftreten. Komplementäre Gesten sind Gesten, bei denen gestisch und sprachlich zu unterschiedlichen Teilereignissen referiert wird (übergeordnetes Ereignis: Salz streuen; Teilereignis 1: Salzstreuer verwenden; Teilereignis 2: Salz landet auf dem Tisch). Dieser Aspekt wird in der nachfolgenden Diskussion weiter behandelt.

4.3. Artikel 2 – Weiterführende Diskussion

Dass transitive Sätze von *character viewpoint* Gesten und intransitive Sätze von *observer viewpoint* Gesten begleitet werden, wurde erstmals von McNeil (1992) aufgezeigt und später von Parrill (2010) empirisch nachgewiesen. In Mertens et al (2019) wurden, vergleichbar zu Parrill (2010), Zusammenhänge zwischen der linguistischen Struktur und dem *viewpoint* in ikonischen Gesten analysiert. Anders als bei Parrill (2010) wurden nicht Erwachsene, sondern vierjährige Kinder untersucht. Mertens et al. (2019) zeigen, dass zum Beispiel im Genre Erklärung ein Trend zu der häufigeren Verwendung von *character viewpoint* Gesten mit transitiven Sätzen gefunden wurde. Es wird allerdings kein signifikanter Zusammenhang festgestellt. Des Weiteren traten im Genre Illustration *observer viewpoint* Gesten nicht vermehrt mit intransitiven Sätzen auf. Die Erkenntnisse von Parrill (2010) können somit nicht für vierjährige Kinder bestätigt werden.

Um zu verstehen, warum bei vierjährigen Kindern anderen Konstellationen zwischen der linguistischen Struktur und dem *viewpoint* in der Geste auftreten, wurden qualitative Beobachtungen durchgeführt. Die qualitative Betrachtung von Situationen in denen unerwartete Konstellationen auftreten, hilft den Entwicklungsstand des Gesten-Sprachsystems von 4-Jährigen zu bewerten. Dies wird im Folgenden exemplarisch an einem Beispiel gezeigt.

Im Genre Illustration (bzw. Report) sagt eine Probandin, „es [das Tier] hat so gestreut“, und führt dabei eine *observer viewpoint* Geste aus, die darstellt, wie das gestreute Salz auf dem Tisch landet. Wenn man „Salz streuen“ als ein Ereignis definiert, zu dem das Streuen und das Landen des Salzes gehört, beschreibt das Kind das Ereignis verbal mit einem transitiven Satz und stellt es nonverbal mit einer *observer viewpoint* Geste dar (Salz fällt auf den Tisch). Nach den Ergebnissen von Parrill (2010) wäre zu erwarten, dass ein transitiver Satz von einer *character viewpoint* Geste begleitet wird. Das erscheint nachvollziehbar, denn Erwachsene würden wahrscheinlich den Satz, „es [das Tier] hat so gestreut“, mit einer *character viewpoint* Geste begleiten, in der dargestellt wird, wie der Salzstreuer benutzt wird. Die Probandin in unserer Studie stellt jedoch nicht die Art und Weise dar, wie der Salzstreuer verwendet wird (obwohl sie dazu verbal referiert), sondern zeigt mit einer *observer viewpoint* Geste, wie das Salz auf dem Tisch landet. Eine erwachsene Person wird eine vergleichbare *observer viewpoint* Geste vermutlich zu einem Satz wie „das Salz ist so auf dem Tisch gelandet“ [intransitiver Satz] produzieren. Dass Mertens et al. (2019) die Ergebnisse von Parrill (2010) mit Kindern nicht replizieren können, liegt wahrscheinlich daran, dass Kinder gestisch und verbal öfters zu unterschiedlichen Ereignisteilen referieren (verbal = Salz streuen; nonverbal = Salz landet auf

Tisch). Demgegenüber referieren Erwachsene gestisch und verbal in der Regel zu demselben Ereignisteil (Chan & Kelly, 2021).

Interessanterweise haben Kelly et al. (2004) herausgefunden, dass Gesten und Sprache, die zu unterschiedlichen Aspekten eines Ereignisses referieren (komplementäre Gesten), integrativ auf kognitiver Ebene verarbeitet werden (siehe Kap. 5). Während diese Erkenntnisse sich auf die Rezeption von Sprache und Gesten beziehen, zeigen Mertens et al. (2019), dass Kinder im Vorschulalter komplementäre Gesten produzieren. In Hinblick auf die Forschung von Kelly et al. (2004) kann vermutet werden, dass komplementäre Gesten durch integrative kognitive Prozesse entstehen. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass Vierjährige bereits ein weit entwickeltes integrativ funktionierendes Gesten-Sprachsystem besitzen.

Für Kinder in diesem Alter ist es noch sehr fordernd, komplexe Sachverhalte akkurat zu verbalisieren. Das Gesten-Sprachsystem scheint allerdings schon so weit entwickelt zu sein, dass durch das Zusammenwirken der beiden Modalitäten (Sprache und Gestik) komplexe Ereignisse vollständig dargestellt werden können .

Die Verwendung von komplementären Gesten könnte erklären, weshalb bei Kindern andere Konstellationen zwischen *viewpoints* in Gesten und der linguistischen Struktur auftreten. Weitere Studien, die den hier aufgeführten Erkenntnissen folgen, müssen verifizieren, dass Vorschulkinder im Unterschied zu Erwachsenen vermehrt komplementäre Gesten zur Sprache bilden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bei Kindern nur bedingt ein kongruentes Auftreten der Transitivität in Sprache und dem *viewpoint* in Gesten festgestellt werden kann. In der qualitativen Betrachtung zeigt sich, dass dies durch die Verwendung komplementärer Gesten bedingt sein könnte. Die Verwendung komplementärer Gesten deutet daraufhin, dass Vorschulkinder über ein gut funktionierendes integratives Gesten-Sprachsystem verfügen. Des Weiteren scheint es bei Kindern nicht möglich zu sein, allein aufgrund der Transitivität in der Sprache und dem *viewpoint* in der Geste, Rückschlüsse auf den Entwicklungsstand des Gesten-Sprachsystem zu ziehen.

5. Der Zusammenhang von mentalen Bildern, ikonischen Gesten und Lernen im Kindesalter

In diesem Kapitel wird die Rolle von Gesten beim Erlernen unbekannter Wörter herausgearbeitet. Im Speziellen wird dargelegt, inwieweit durch das Beobachten von sukzessiv reduzierten ikonischen Gesten die Bildung einer robusten Wortrepräsentation bei Erstklässler*innen unterstützt wird.

In einer Vielzahl von Studien konnte gezeigt werden, dass sprachbegleitende ikonische Gesten das Lernen fördern, wenn ikonische Gesten selbst durchgeführt oder beobachtet werden (Capone Singleton, 2012; Cook et al., 2012; Goldin-Meadow et al., 2001; Rohlfing, 2019; So et al., 2012; Vogt & Kauschke, 2017). Das lernfördernde Potenzial von ikonischen Gesten wurde in den 80er Jahren entdeckt und wird seither als „*enactment effect*“ bezeichnet (Engelkamp, 1980). Ein wesentlicher Grund, weshalb dem Beobachten ikonischer Gesten eine lernfördernde Funktion zugeschrieben wird, ist, dass ikonische Gesten die Semantik in der Sprache untermauern und ergänzen (Capone Singleton, 2012; Feyereisen, 2006; Wu & Coulson, 2005). Dass ikonische Gesten Lernprozesse fördern, wird zum Beispiel in Studien gezeigt, in denen die semantische Kongruenz zwischen der Sprache und Gestik manipuliert wird (z.B. Wu & Coulson, 2005). Wu & Coulson (2005) zeigen, dass Probanden*innen unbekannte Wörter erfolgreicher lernen, wenn Gestik und Sprache semantisch kongruent sind, als wenn eine semantische Diskrepanz zwischen den beiden Modalitäten besteht (Wu & Coulson, 2005). Dass die semantische Kongruenz zwischen Gestik und Sprache Auswirkung auf kognitive Verarbeitungsprozesse hat, kann unter anderem durch Messung der elektrischen Aktivitäten des Gehirns mittels Elektroenzephalographie (EEG) gezeigt werden (z.B. Holle & Gunter, 2007; Kelly et al., 2004; Wu & Coulson, 2005).

Kelly et al. (2004) maßen mittels EEG *event-related potentials* (ERPs) bei Probanden*innen, die sich Videos von einer Person anschauten, die unter vier verschiedenen Bedingungen verbal und gestisch kommunizierte. In der ersten Bedingung kommunizierte die Person nur verbal, in der zweiten Bedingung wurden *mismatches* zwischen Sprache und Gestik produziert (Semantik stimmt zwischen den Modalitäten nicht überein). In der dritten Bedingung wurden *matches* zwischen Sprache und Gestik gezeigt (Semantik stimmt zwischen den beiden Modalitäten überein) und in der vierten Bedingung wurden komplementäre Gesten zur Sprache verwendet. Komplementäre Gesten sind Gesten, die zum selben Ereignis wie die Sprache referieren, aber ein anderes semantisches Merkmal salient darstellen. Die Ergebnisse der EEG-Messungen der Proband*innen zeigen, dass Sprache, die von Gestik begleitet wird, anders verarbeitet wird als Sprache ohne Gesten. Interessanterweise wird zudem gezeigt, dass in der *mismatch* Bedingung

deutliche Ausschläge der N400 Komponente auftreten, während die N400 Komponente in der komplementären und der *matches* Bedingung nur gering ausschlägt (Kelly et al., 2004). Die N400 Komponente gibt Aufschluss darüber, wie viel Aufwand betrieben wird, um verschiedene Modalitäten miteinander zu integrieren (Holcomb, 1993). Dass sowohl in der *matches* Bedingung als auch in der komplementären Bedingung geringe Ausschläge bei der N400 Komponente auftreten, zeigt, dass Sprache und Gestik in beiden Bedingungen integral verarbeitet werden (Kelly et al., 2004). Kelly et al. (2004) interpretieren die Ergebnisse so, dass Gesten und Sprache, die zum selben Ereignis referieren, semantisch konsistent verarbeitet werden (Kelly et al., 2004). Diese tief zugrundeliegende Vernetzung von Sprache und Gestik auf der Ebene der Semantik scheint, wie weiter oben schon erwähnt, eine Begründung dafür zu sein, dass ikonische Gesten Lernprozesse unterstützen können (z.B. Capone Singleton, 2012; Kelly et al., 2004).

Dass die Semantik in ikonischen Gesten Lernen unterstützt, kann Capone Singleton (2012) für Vorschulkinder nachweisen. Das zeigt die Autorin in einer Lernstudie, in der die semantische Reichhaltigkeit von Gesten manipuliert wurde. Die Vorschulkinder in der Studie reproduzierten neue Wörter robuster, wenn sie semantisch reichhaltigere Gesten erlebten (Capone Singleton, 2012). Capone Singleton (2012) argumentiert, dass eine starke und klare semantische Repräsentation eines Wortes zu einer ausgeprägten mentalen Repräsentation führt, die starke Vernetzungen zu der Bedeutung des Referenten aufweist. Unter semantischer Repräsentation versteht man in diesem Kontext die semantischen Merkmale, wie die Form und Funktion, durch die ein Objekt definiert ist (Barsalou et al., 2003; Capone Singleton, 2012; Rohlfing, 2018). Eine reiche semantische Repräsentation führt wiederum zu einem robusten Wortverständnis und einer robusten Wortproduktion (z.B. Bloom, 2000).

Neben der semantischen Anreicherung durch ikonische Gesten ist ein bedeutender kognitiver Mechanismus für das Lernen, dass durch neu gelernte semantische Merkmale schon bekannte semantische Merkmale beim Lernenden hervorgerufen werden können (Capone & McGregor, 2005; Namy & Gentner, 2002). Dabei ist es wichtig hervorzuheben, dass Lernprozesse nicht nur durch die höhere Vielfalt an semantischem Wissen unterstützt werden, sondern dass die Art und Weise von Bedeutung ist, wie Lernende zu weiterem Wissen über die Wortbedeutung gelangen (z.B. Son et al., 2012). Studien aus dem Bereich des Wortlernens zeigen, dass Wörter robuster reproduziert werden, wenn die Lernenden zusätzliche Informationen zur Wortbedeutung während des Lernens aus dem Gedächtnis abrufen. Weniger robust werden neu gelernte Wörter reproduziert, wenn den Lernenden die zusätzlichen Informationen im Kontext des Wortlernens präsentiert werden (Hu & Nassaji, 2012; Son et al., 2012; van den Broek et al., 2018). Damit ein neues Wort robuster gelernt wird, scheint es von Bedeutung zu sein, dass

Lernende durch eigene Anstrengung wortspezifisches Wissen abrufen (z.B. Son et al., 2012). Durch die Bemühung, wortspezifisches Wissen aus dem Gedächtnis abzurufen und dieses mit neuen Informationen zu verbinden, könnten mentale Prozesse in Gang gesetzt werden, die mit einer intensiven Auseinandersetzung der Wortbedeutung einhergehen. Aus diesen tiefen, kognitiv fordernden Prozessen resultiert ein robusteres Wortwissen, als wenn Lernenden die Informationen ohne ihr eigenes Zutun zugänglich gemacht werden (Son et al., 2012; van den Broek et al., 2018).

In dem dritten Artikel dieser Arbeit wird untersucht, ob Erstklässler*innen robuster unbekannte Wörter lernen, wenn ikonische Gesten sukzessive reduziert werden, als wenn ikonische Gesten konstant präsentiert werden. Durch diese Form der Kontextualisierung (Assoziierung unterschiedlicher semantischer Inhalte) wird erwartet, dass Kinder kognitiv stärker gefordert sind, da bedeutungstragende Verbindungen zwischen den unterschiedlichen semantischen Informationen der Gestenvariationen und dem Referenten gebildet werden müssen (Mertens & Rohlfing, 2021). Durch die höhere Vielfalt an semantischen Informationen und die intensivere Auseinandersetzung mit der Wortbedeutung wird vermutet, dass Erstklässler*innen unbekannte Wörter robuster lernen.

5.1. Progressive Reduktion von ikonischen Gesten trägt zur gesteigerten Wortproduktion von Vorschulkindern bei (Artikel 3)

Mertens, U. J., & Rohlfing, K. J. (2021). Progressive Reduction of Iconic Gestures Contributes to School-Aged Children's Increased Word Production. *Frontiers in Psychology*, 12, 651725. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.651725>

5.2. Artikel 3 – Weiterführende Methodendiskussion

In Mertens & Rohlfing (2021) wurden für ein Lernszenario je zwei reduzierte Variationen von acht verschiedenen ikonischen Gesten gebildet, die in ihrer Ursprungsform von Vogt & Kauschke (2017) übernommen wurden. Es wird gezeigt, dass verschiedene Gestenvariationen einen positiven Lerneffekt auf die Wortreproduktion von Erklässler*innen haben (Mertens & Rohlfing, 2021). Allerdings wird nur ein sehr geringer *Score* in der Produktionsaufgabe erreicht, was daran liegt, dass jeder Referent nur dreimal in der Geschichte vorkommt. Dies ergab sich daraus, dass zwischen der Ursprungsgeste und den reduzierten Variationen ein sichtbarer Unterschied bestehen soll. Diesbezüglich war die Anzahl der Reduzierungen auf zwei limitiert. Eine Möglichkeit, um die Wiederholungen eines Referenten zu erhöhen wäre, nur Referenten zu verwenden, bei denen die Ursprungsgeste mit zwei Händen durchgeführt wird. Hoetjes et al. (2015) beschreibt, dass eine gängige Strategie beim Reduzieren von Gesten das Verwenden von nur einer Hand ist, wenn zuvor zwei Hände verwendet wurden (Hoetjes et al., 2015). Durch das Verwenden von Referenten, zu denen in der Ursprungsgeste mit zwei Händen referiert wird, wäre es möglich, mehrere Gestenvariationen zu bilden, die sich sichtbar voneinander unterscheiden. Somit könnten nicht nur zwei, sondern drei bis vier reduzierte Gestenvariationen verwendet werden. Dadurch könnten die zu lernenden Wörter häufiger in einem Lernsetting implementiert werden, was wahrscheinlich zu einem höheren *Score* bei der Reproduktionsaufgabe führen würde. Dies könnte wiederum zu einem deutlich prononcierteren Lerneffekt zwischen der reduzierten Gestenbedingung und der konstant vollen Gestenbedingung führen. Durch höhere Lerneffekte könnten die in der Studie deskriptiven Lernunterschiede zwischen Nomen und Verben statistisch signifikant werden.

Des Weiteren muss kritisch erwähnt werden, dass die reduzierten Gestenvariationen künstlich erstellt wurden. Für die Reduzierung wurden empirische Erkenntnisse angewendet, um möglichst natürliche reduzierte Gestenvariationen zu kreieren. Akkuratere Reduzierungen hätten wahrscheinlich erzielt werden können, wenn die Gestenreduzierungen in einer zuvor durchgeführten Studie durch Beobachtungen ermittelt worden wären.

5.3. Artikel 3 – Weiterführende Diskussion

Die durchgeführte Studie zeigt, dass das Beobachten von sukzessiv reduzierten Gesten positive Auswirkungen auf das Wortlernen hat. Insbesondere zeigt sich, dass Erstklässler*innen robuster Wörter reproduzieren, wenn unbekannte Wörter von sukzessiv reduzierten Gesten begleitet werden, als wenn unbekannte Wörter von konstant unveränderten ikonischen Gesten begleitet werden (Mertens & Rohlfing, 2021). Das Beobachten ikonischer Gesten lässt vermutlich beim Zuhörer mentale Bilder entstehen (z.B. Wu et al. 2022). Verschiedene Variationen einer ikonischen Geste könnten beim Beobachter zur Generierung von ähnlichen mentalen Bildern führen, die sowohl im Bezug zueinander als auch im Bezug zum Referenten stehen. Das Zusammenführen dieser mentalen Bilder und deren Verknüpfung mit dem Referenten könnte zu einer tiefen kognitiven Auseinandersetzung mit der Wortbedeutung führen und in einem semantisch reichhaltigeren und robusten Wortwissen resultieren.

Wie in Mertens & Rohlfing (2021) beschreiben, könnte diese Assoziierung unterschiedlicher semantischer Inhalte zu der verbesserten Wortreproduktion führen, wenn sich Gestenvariationen in ihrer Komplexität, Präzision und ihrem Bewegungsausmaße unterscheiden. Diese Form der Reduktionen zielt darauf ab, ähnliche mentale Bilder beim Zuhörer wiederholt zu evozieren. Interessant wäre es herauszufinden, ob es Auswirkungen auf das Lernen hat, wenn unterschiedliche Typen von mentalen Bildern evoziert werden, so dass semantisches Wissen aus motorischen und visuellen mentalen Bildern zusammengebracht werden müsste.

Durch ein Lernszenario in dem mit unterschiedlichen *viewpoints* in ikonische Gesten derselbe Referenten beschrieben wird, könnte bei Lernenden sowohl motorische als auch visuelle mentale Bilder eines Referenten evoziert werden. Die Assoziierung semantischen Wissens aus motorischen und visuellen mentalen Bildern, könnte andere kognitive Prozesse bewirken, als wenn semantisches Wissen nur aus mentalen Bildern eines Typs resultiert.

Wie schon in Kap. 3.3. beschrieben, zeigen Debreslioska et al. (2013) auf, inwieweit verschiedene *viewpoints* für denselben Referenten verwendet werden: Der *observer viewpoint* wird verwendet, wenn Referenten neu in die Geschichte eingeführt werden; der *charakter viewpoint* wird verwendet, wenn der Referent über einen Zeitraum im Fokus der Geschichte bleibt. Auf Grundlage von Debreslioska et al. (2013) kann ein Lernszenario entwickelt werden, in dem je nach verwendetem *viewpoint* in der Geste, motorische oder visuelle mentale Bilder beim Lernenden evoziert werden. Die semantischen Informationen aus unterschiedlichen Typen von mentalen Bildern zusammenzubringen, könnte kognitive Prozesse bewirken, die eine bedeutende Auseinandersetzung mit der Wortbedeutung mit sich bringen und in einem robusten Wortwissen resultieren.

6. Allgemeine Diskussion und Ausblick

In der vorliegenden Arbeit werden zugrundeliegende kognitive Mechanismen des Gesten-Sprachsystems bei Kindern untersucht. Dabei wird gezeigt, dass Wahrnehmungs- und Denkprozesse eng miteinander verbunden sind und dass diese Verbindung sich maßgeblich auf das Gesten-Sprachsystem von Kindern auswirkt. Im Speziellen wird dargelegt, dass mentale Bilder wirkungsstarke kognitive Mechanismen sind, die sowohl in der Kommunikation mittels ikonischer Gesten als auch beim Wortlernen eine bedeutende Rolle spielen. Die in dieser Schrift dargestellten Studien tragen somit zu einem tieferen Verständnis bei, wie kognitive Mechanismen mit dem Gesten-Sprachsystem von Kindern zusammenhängen. Im speziellen wird in den hier aufgeführten Studien dargestellt, dass bei vierjährigen Kindern kognitive Fähigkeiten mit der Gestenproduktion in Zusammenhang stehen und dass es sich bei dem Gesten-Sprachsystem von Kindern zwischen vier und sieben Jahren um ein weit entwickeltes und integrativ arbeitendes System handelt.

Die Ergebnisse von Boden et al. (*submitted*) untermauern den im *Gesture as Simulated Action (GSA) – Framework* vermuteten Zusammenhang zwischen visuellen mentalen Bildern und *observer viewpoint* Gesten (Hostetter & Alibali, 2008). Boden et al. (*submitted*) vermuten aufgrund ihrer Analysen, dass visuelle Verarbeitungsfähigkeiten mit der Generierung visueller mentaler Bilder zusammenhängen und dass aus diesen mentalen Bildern *observer viewpoint* Gesten generiert werden (Boden et al., *submitted*). Die hier aufgeführte Studie reiht sich somit in eine Vielzahl von Studien ein, die Argumentieren, dass ikonische Gesten ihren Ursprung in mentalen Bildern haben (z.B. Hostetter & Skirving, 2011; Smithson & Nicoladis, 2014). In der zweiten hier ausgeführten Studie werden enge Verknüpfungen zwischen Gesten und der gesprochenen Sprache bei vierjährigen Kindern aufgezeigt (Mertens et al. 2019). Es wird dargestellt, dass bei Vorschulkindern andere Konstellationen bezüglich der *viewpoints* in Gesten und der Transitivität der Sprache auftreten als bei Erwachsenen. Qualitative Beobachtungen legen nahe, dass dies mit der Verwendung von komplementären Gesten bei Kindern zusammenhängt. Die Verwendung von komplementären Gesten deutet darauf hin, dass Gestik und Sprache bei Kindern sehr eng aufeinander abgestimmt sind (siehe Kap. 4.3). Die dritte hier aufgeführte Studie lässt vermuten, dass Erstklässler*innen in der Lage sind, Variationen von ikonischen Gesten kognitiv so zu verarbeiten, dass unbekannte Wörter robuster gelernt werden, als wenn ikonische Gesten ohne Variationen präsentiert werden (Mertens & Rohlfig, 2021). Dass ikonische Gesten sich positiv auf das Lernen von unbekanntem Wörtern auswirken, konnte schon in einer Vielzahl von Studien festgestellt werden (z.B. McGregor et al., 2009; Vogt & Kauschke, 2017). Allerdings können Mertens und Rohlfig (2021) darstellen,

dass Erstklässler*innen sensibel für Veränderungen in ikonischen Gesten sind. Dass Erstklässler*innen Variationen in ikonischen Gesten wahrnehmen und diese für das Lernen unbekannter Wörter verarbeiten, spricht für ein System, in dem Gestik und Sprache eng miteinander vernetzt sind.

Neben den neu gewonnenen Erkenntnissen über den Entwicklungsstand des Gesten-Sprachsystems bei Kindern zwischen vier und sieben Jahren, sind die hier aufgeführten Studien im Einklang mit Studien aus dem Forschungsbereich „*embodied cognition*“ (z.B. Hostetter & Alibali, 2008; Wilson, 2002). Im Bereich der *embodied cognition* wird argumentiert, dass enge Verknüpfungen des Körpers mit mentalen Prozessen bestehen, da kognitive Aktivitäten mit der unmittelbaren Interaktion der Umwelt einhergehen. Daher sei die menschliche Kognition tief mit der sensomotorischen Verarbeitung verwurzelt (z.B. Glenberg, 1997; Wilson, 2002). In diesem Sinne deuten die in dieser Arbeit dargestellten Ergebnisse auf die Interaktion von Kognition und sensomotorischen Prozessen hin. In dem Aufsatz von Boden et al. (*submitted*) wird zum Beispiel vermutet, dass Kinder visuell geprägte mentale Simulationen von zuvor erlebten Ereignissen generieren. Es scheint, dass diese mentalen Simulationen in Abhängigkeit der kognitiven visuellen Verarbeitungsfähigkeiten in Form von *observer viewpoint* Gesten im Kontext des Sprachgebrauchs externalisiert werden (Boden et al., *submitted*). Diese Schlussfolgerungen legen nahe, dass perzeptiv visuelle Erfahrungen Einfluss auf visuelle mentale Bilder haben und dass visuelle mentale Bilder sich in Abhängigkeit der visuellen Verarbeitungsfähigkeiten auf motorische Handlungen auswirken. Darüber hinaus kann vermutet werden, dass bei Vorschulkindern aufgrund der Verwendung von *observer viewpoint* Gesten, Rückschlüsse auf semantische Merkmale der zugrundeliegenden mentalen Simulation gezogen werden können.

Dass beim Produzieren von *observer viewpoint* Gesten visuelle mentale Bilder durch motorische Prozesse verarbeitet und geäußert werden, scheint eine grundlegende Prämisse für ein integratives Gesten-Sprachsystem zu sein (siehe Kap. 3). Dies gilt auch für visuell wahrgenommene Gesten, die von motorischen Arealen des Gehirns verarbeitet werden (z.B. Kelly et al., 2009; Rizzolatti et al., 1988; Skipper et al., 2007). Inwieweit allerdings semantisches Wissen von motorischen und visuellen geprägten mentalen Bildern desselben Referenten vernetzt werden, wird in der aktuellen Literatur bislang nicht diskutiert. Hinsichtlich der in dieser Arbeit aufgeführten Erkenntnisse lässt sich die weiterführende Hypothese aufstellen, dass Interaktionen zwischen motorischen und visuellen mentalen Bildern lernfördernde kognitive Mechanismen in Gang setzen könnten, die in einem robusten Wortwissen resultieren könnten (siehe Kap. 5.3). Inwieweit die Interaktion zwischen

motorischen und visuellen mentalen Bildern stattfindet und inwieweit diesbezüglich Lernprozesse gefördert werden können, ist bisher weitestgehend unbekannt. Weitere Erkenntnisse über das Zusammenwirken von motorischen und visuellen mentalen Bildern werden dabei helfen, das integrative Gesten-Sprachsystem in seiner tiefen Komplexität besser zu verstehen.

Literatur

- Abramov, O., Kern, F., Koutalidis, S., Mertens, U., Rohlfing, K., & Kopp, S. (2021). The Relation Between Cognitive Abilities and the Distribution of Semantic Features Across Speech and Gesture in 4-year-olds. *Cognitive Science*, 45(7), e13012. <https://doi.org/10.1111/cogs.13012>
- Acredolo, L., & Goodwyn, S. (1988). Symbolic Gesturing in Normal Infants. *Child Development*, 59(2), 450. <https://doi.org/10.2307/1130324>
- Alibali, M. W. (2005). Gesture in Spatial Cognition: Expressing, Communicating, and Thinking About Spatial Information. *Spatial Cognition & Computation*, 5(4), 307–331. https://doi.org/10.1207/s15427633scc0504_2
- Alibali, M. W., Heath, D. C., & Myers, H. J. (2001). Effects of Visibility Between Speaker and Listener on Gesture Production: Some Gestures Are Meant to Be Seen. *Journal of Memory and Language*, 44(2), 169–188. <https://doi.org/10.1006/jmla.2000.2752>
- Beattie, G., & Shovelton, H. (2002). An Experimental Investigation of The Role of Different Types of Iconic Gesture in Communication. *Gesture*, 1(2), 129–149. <https://doi.org/10.1075/gest.1.2.03bea>
- Beilock, S. L., & Goldin-Meadow, S. (2010). Gesture Changes Thought by Grounding it in Action. *Psychological Science*, 21(11), 1605–1610. <https://doi.org/10.1177/0956797610385353>
- Binder, J. R., Frost, J. A., Hammeke, T. A., Bellgowan, P. S., Rao, S. M., & Cox, R. W. (1999). Conceptual Processing During the Conscious Resting State. A functional MRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11(1), 80–95. <https://doi.org/10.1162/089892999563265>
- Bird, C. M., Capponi, C., King, J. A., Doeller, C. F., & Burgess, N. (2010). Establishing the Boundaries: The Hippocampal Contribution to Imagining Scenes. *The Journal of Neuroscience*, 30(35), 11688–11695. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0723-10.2010>
- Block, N. (1983). The Photographic Fallacy in the Debate about Mental Imagery. *Noûs*, 17(4), 651. <https://doi.org/10.2307/2215087>
- Bloom, P. (2000). *How Children Learn the Meanings of Words* (1. MIT Press paperback ed.). A Bradford Book. MIT Press.
- Boden, U., Nemeth, A., Koutalidis, S., Abramov O., Kopp, S., Kern, F. & Rohlfing, K.J. (submitted). Relations Between Observer Viewpoint Gestures and Visual Processing Abilities in Preschoolers. (Language and Cognition)
- Borst, G., & Kosslyn, S. M. (2008). Visual Mental Imagery and Visual Perception: Structural Equivalence Revealed by Scanning Processes. *Memory & Cognition*, 36(4), 849–862. <https://doi.org/10.3758/MC.36.4.849>
- Butterworth, B., & Hadar, U. (1989). Gesture, Speech, and Computational Stages: A Reply to McNeill. *Psychological Review*, 96(1), 168–174. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.96.1.168>
- Butcher, C., & Goldin-Meadow, S. (2010). Gesture and the Transition From One- to Two-Word Speech: When Hand and Mouth Come Together. In D. McNeill (Ed.), *Language and Gesture* (pp. 235–258). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511620850.015>
- Capone Singleton, N. (2012). Can Semantic Enrichment Lead to Naming in a Word Extension Task? *American Journal of Speech-Language Pathology*, 21(4), 279–292. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2012/11-0019](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2012/11-0019)
- Cartmill, E. A., Beilock, S., & Goldin-Meadow, S. (2012). A Word in the Hand: Action, Gesture and Mental Representation in Humans and Non-Human Primates. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 367(1585), 129–143. <https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0162>
- Chan, D. M., & Kelly, S. (2021). Construing Events First-Hand: Gesture Viewpoints Interact with Speech to Shape the Attribution and Memory of Agency. *Memory & Cognition*, 49(5), 884–894. <https://doi.org/10.3758/s13421-020-01135-0>
- Christian, B. M., Miles, L. K., Parkinson, C., & Macrae, C. N. (2013). Visual perspective and the Characteristics of Mind Wandering. *Frontiers in Psychology*, 4, 699.

- Chu, M., & Kita, S. (2008). Spontaneous Gestures During Mental Rotation Tasks: Insights Into the Microdevelopment of the Motor Strategy. *Journal of Experimental Psychology: General*, *137*(4), 706–723. <https://doi.org/10.1037/a0013157>
- Chu, M., & Kita, S. (2011). The Nature of Gestures' Beneficial Role in Spatial Problem Solving. *Journal of Experimental Psychology: General*, *140*(1), 102–116. <https://doi.org/10.1037/a0021790>
- Chu, M., & Kita, S. (2016). Co-Thought and Co-Speech Gestures are Generated by the Same Action Generation Process. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *42*(2), 257–270. <https://doi.org/10.1037/xlm0000168>
- Clark, A. (2008). *Supersizing the Mind: Embodiment, Action, and Cognitive Extension* Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195333213.001.0001>
- Cook, S. W., & Tanenhaus, M. K. (2009). Embodied Communication: Speakers' Gestures Affect Listeners' Actions. *Cognition*, *113*(1), 98–104. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2009.06.006>
- Cook, S. W., Yip, T. K. Y., & Goldin-Meadow, S. (2012). Gestures, but not Meaningless Movements, Lighten Working Memory Load when Explaining Math *Language and Cognitive Processes*, *27*(4), 594–610. <https://doi.org/10.1080/01690965.2011.567074>
- Cui, X., Jeter, C. B., Yang, D., Montague, P. R., & Eagleman, D. M. (2007). Vividness of Mental Imagery: Individual Variability can be Measured Objectively. *Vision Research*, *47*(4), 474–478. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2006.11.013>
- De Ruiter (2000). The Production of Gesture and Speech. In D. McNeill (Ed.), *Language and Gesture* (pp. 284–311). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Debreslioska, S., Özyürek, A., Gullberg, M., & Perniss, P. (2013). Gestural Viewpoint Signals Referent Accessibility. *Discourse Processes*, *50*(7), 431–456. <https://doi.org/10.1080/0163853X.2013.824286>
- Decety, J., Grèzes, J., Costes, N., Perani, D., Jeannerod, M., Procyk, E., Grassi, F., & Fazio, F. (1997). Brain Activity During Observation of Actions. Influence of Action Content and Subject's Strategy. *Brain*, *120* (Pt 10)(10), 1763–1777. <https://doi.org/10.1093/brain/120.10.1763>
- Demir, Ö. E., Levine, S. C., & Goldin-Meadow, S. (2015). A Tale of Two Hands: Children's early Gesture use in Narrative Production Predicts Later Narrative Structure in Speech. *Journal of Child Language*, *42*(3), 662–681. <https://doi.org/10.1017/S0305000914000415>
- Dijkstra, N., Bosch, S. E., & van Gerven, M. A. J. (2017). Vividness of Visual Imagery Depends on the Neural Overlap with Perception in Visual Areas. *The Journal of Neuroscience*, *37*(5), 1367–1373. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3022-16.2016>
- Djordjevic, J., Zatorre, R. J., Petrides, M., & Jones-Gotman, M. (2004). The Mind's Nose: Effects of Odor and Visual Imagery on Odor Detection. *Psychological Science*, *15*(3), 143–148. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.01503001.x>
- Ehrlich, S. B., Levine, S. C., & Goldin-Meadow, S. (2006). The Importance of Gesture in Children's Spatial Reasoning. *Developmental Psychology*, *42*(6), 1259–1268. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.42.6.1259>
- Elder, R. S., & Krishna, A. (2021). A Review of Sensory Imagery for Consumer Psychology. *Journal of Consumer Psychology*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1002/jcpy.1242>
- Feyereisen, P. (2006). Further Investigation on the Mnemonic Effect of Gestures: Their Meaning Matters. *European Journal of Cognitive Psychology*, *18*(2), 185–205. <https://doi.org/10.1080/09541440540000158>
- Flanagan, D. P., & Dixon, S. G. (2014). The Cattell-Horn-Carroll Theory of Cognitive Abilities. In C. R. Reynolds, K. J. Vannest, & E. Fletcher-Janzen (Eds.), *Encyclopedia of Special Education: A Reference for the Education of Children, Adolescents, and Adults with Disabilities and Other Exceptional Individuals*. Hoboken, New Jersey: Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118660584.ese0431>
- Ganis, G., Thompson, W. L., & Kosslyn, S. M. (2004). Brain Areas Underlying Visual Mental Imagery and Visual Perception: An fMRI study. *Cognitive Brain Research*, *20*(2), 226–241. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2004.02.012>

- Gerardin, E., Sirigu, A., Lehericy, S., Poline, J. B., Gaymard, B., Marsault, C., Agid, Y., & Le Bihan, D. (2000). Partially Overlapping Neural Networks for Real and Imagined Hand Movements. *Cerebral Cortex*, *10*(11), 1093–1104. <https://doi.org/10.1093/cercor/10.11.1093>
- Giambra, L. M. (1995). A Laboratory Method for Investigating Influences on Switching Attention to Task-Unrelated Imagery and Thought. *Consciousness and Cognition*, *4*(1), 1–21. <https://doi.org/10.1006/ccog.1995.1001>
- Glenberg, A. M. (1997). What Memory is For. *The Behavioral and Brain Sciences*, *20*(1), 1-19; discussion 19-55. <https://doi.org/10.1017/s0140525x97000010>
- Goldin-Meadow, S., Nusbaum, H., Kelly, S. D., & Wagner, S. (2001). Explaining Math: Gesturing Lightens the Load. *Psychological Science*, *12*(6), 516–522. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00395>
- Hassabis, D., Kumaran, D., & Maguire, E. A. (2007). Using Imagination to Understand the Neural Basis of Episodic Memory. *The Journal of Neuroscience*, *27*(52), 14365–14374. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4549-07.2007>
- Hassabis, D., Kumaran, D., Vann, S. D., & Maguire, E. A. (2007). Patients with Hippocampal Amnesia cannot Imagine New Experiences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *104*(5), 1726–1731. <https://doi.org/10.1073/pnas.0610561104>
- Helmich, R. C., Lange, F. P. de, Bloem, B. R., & Toni, I. (2007). Cerebral Compensation During Motor Imagery in Parkinson's Disease. *Neuropsychologia*, *45*(10), 2201–2215. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.02.024>
- Hilliard, C., & Cook, S. W. (2017). A Technique for Continuous Measurement of Body Movement from Video. *Behavior Research Methods*, *49*(1), 1–12. <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0685-x>
- Hoetjes, M., Koolen, R., Goudbeek, M., Krahmer, E., & Swerts, M. (2015). Reduction in Gesture During the Production of Repeated References. *Journal of Memory and Language*, *79-80*, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2014.10.004>
- Holle, H., Gunter, T. C., Rüschemeyer, S.-A., Hennenlotter, A., & Iacoboni, M. (2008). Neural Correlates of the Processing of Co-Speech Gestures. *NeuroImage*, *39*(4), 2010–2024. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.10.055>
- Hostetter, A. B., & Alibali, M. W. (2008). Visible Embodiment: Gestures as Simulated Action. *Psychonomic Bulletin & Review*, *15*(3), 495–514. <https://doi.org/10.3758/PBR.15.3.495>
- Hostetter, A. B., & Alibali, M. W. (2019). Gesture as Simulated Action: Revisiting the Framework. *Psychonomic Bulletin & Review*, *26*(3), 721–752. <https://doi.org/10.3758/s13423-018-1548-0>
- Hostetter, A. B., & Potthoff, A. L. (2012). Effects of Personality and Social Situation on Representational Gesture Production. *Gesture*, *12*(1), 62–83. <https://doi.org/10.1075/gest.12.1.04hos>
- Hostetter, A. B., & Skirving, C. J. (2011). The Effect of Visual vs. Verbal Stimuli on Gesture Production. *Journal of Nonverbal Behavior*, *35*(3), 205–223. <https://doi.org/10.1007/s10919-011-0109-2>
- Hu, H. & Nassaji, H. (2012). Ease of Inferencing, Learner Inferential Strategies, and Their Relationship with the Retention of Word Meanings Inferred from Context. *The Canadian Modern Language Review*, *68*(1), 54–77. <https://doi.org/10.3138/cmlr.68.1.054>
- Ishai, A., Ungerleider, L. G., & Haxby, J. V. (2000). Distributed Neural Systems for the Generation of Visual Images. *Neuron*, *28*(3), 979–990. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(00\)00168-9](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(00)00168-9)
- Iverson & Thelen (1999). Hand, Mouth, and Brain: The Dynamic Emergence of Speech and Gesture. *Journal of Consciousness Studies*, *6*, 19–40.
- Jeannerod, M. (1994). The Representing Brain: Neural Correlates of Motor Intention and Imagery. *Behavioral and Brain Sciences*, *17*(2), 187–202. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00034026>
- Jeannerod, M. (1995). Mental Imagery in the Motor Context. *Neuropsychologia*, *33*(11), 1419–1432. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(95\)00073-C](https://doi.org/10.1016/0028-3932(95)00073-C)
- Jeannerod, M. (1997). *The Cognitive Neuroscience of Action. Fundamentals of Cognitive neuroscience: Vol. 2.* Blackwell.

- Jeannerod, M. (2001). Neural Simulation of Action: A Unifying Mechanism for Motor Cognition. *NeuroImage*, 14(1), S103-S109. <https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0832>
- Kelly, S. D., McDevitt, T., & Esch, M. (2009). Brief Training With Co-Speech Gesture Lends a Hand to Word Learning in a Foreign Language. *Language and Cognitive Processes*, 24(2), 313–334. <https://doi.org/10.1080/01690960802365567>
- Kelly, S. D., Iverson, J. M., Terranova, J., Niego, J., Hopkins, M., & Goldsmith, L. (2002). Putting Language Back in the Body: Speech and Gesture on Three Time Frames. *Developmental Neuropsychology*, 22(1), 323–349. https://doi.org/10.1207/S15326942dn2201_1
- Kendon, A. (2004). *Gesture: Visible Action as Utterance*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511807572>
- Killingsworth, M. A., & Gilbert, D. T. (2010). A Wandering Mind is an Unhappy Mind. *Science*, 330(6006), 932. <https://doi.org/10.1126/science.1192439>
- Kısa, Y. D., Goldin-Meadow, S., & Casasanto, D. (2021). Do Gestures Really Facilitate Speech Production? *Journal of Experimental Psychology: General*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1037/xge0001135>
- Kita, S. (2000). How Representational Gestures Help Speaking. In D. McNeill (Ed.), *Language, culture and cognition: Vol. 2. Language and gesture* (1st ed., pp. 162–185). Cambridge Univ. Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511620850.011>
- Kita, S., Alibali, M. W., & Chu, M. (2017). How do Gestures Influence Thinking and Speaking? The Gesture-for-Conceptualization Hypothesis. *Psychological Review*, 124(3), 245–266. <https://doi.org/10.1037/rev0000059>
- Kita, S., & Özyürek, A. (2003). What does Cross-Linguistic Variation in Semantic Coordination of Speech and Gesture Reveal? Evidence for an Interface Representation of Spatial Thinking and Speaking. *Journal of Memory and Language*, 48(1), 16–32. [https://doi.org/10.1016/S0749-596X\(02\)00505-3](https://doi.org/10.1016/S0749-596X(02)00505-3)
- Klein, I., Paradis, A. L., Poline, J. B., Kosslyn, S. M., & Le Bihan, D. (2000). Transient Activity in the Human Calcarine Cortex During Visual-Mental Imagery: An Event-Related fMRI Study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12 Suppl 2(Supplement 2), 15–23. <https://doi.org/10.1162/089892900564037>
- Knauff, M., Kassubek, J., Mulack, T., & Greenlee, M. W. (2000). Cortical Activation Evoked by Visual Mental Imagery as Measured by fMRI. *NeuroReport*, 11(18), 3957–3962. <https://doi.org/10.1097/00001756-200012180-00011>
- Kosslyn, S. M. (1999). *Image and Brain: The Resolution of the Imagery Debate* (4. print). A Bradford book. MIT Press.
- Koubaa, Y., & Eleuch, A. (2021). Multimodal Perceptual Processing of Cues In Food Ads: Do You Smell What You See? *Journal of Advertising Research*, 61(1), 78–94. <https://doi.org/10.2501/JAR-2020-006>
- Krauss, R. M. (1998). Why Do We Gesture When We Speak? *Current Directions in Psychological Science*, 7(2), 54. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep13175642>
- Krauss, R. M., Chen, Y., & Gottesman, R. F. (2000). Lexical Gestures and Lexical Access: A Process Model. In D. McNeill (Ed.), *Language, culture and cognition: Vol. 2. Language and gesture* (1st ed., pp. 261–283). Cambridge Univ. Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511620850.017>
- Lacey, S., Campbell, C., & Sathian, K. (2007). Vision and Touch: Multiple or Multisensory Representations of Objects? *Perception*, 36(10), 1513–1521. <https://doi.org/10.1068/p5850>
- Laeng, B. (2002). Eye Scanpaths During Visual Imagery Reenact Those of Perception of the Same Visual Scene. *Cognitive Science*, 26(2), 207–231. [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(01\)00065-9](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(01)00065-9)
- Logan, T., Lowrie, T., & Diezmann, C. M. (2014). Co-Thought Gestures: Supporting Students to Successfully Navigate Map Tasks. *Educational Studies in Mathematics*, 87(1), 87–102. <https://doi.org/10.1007/s10649-014-9546-2>

- Lücking, Bergmann, Hahn, Kopp, & Rieser. (2010). *The Bielefeld Speech and Gesture Alignment Corpus (SaGA)*. <https://doi.org/10.13140/2.1.4216.1922>
- Lüke, C., Ritterfeld, U., Grimminger, A., Rohlfing, K. J., & Liszkowski, U. (2020). Integrated Communication System: Gesture and Language Acquisition in Typically Developing Children and Children With LD and DLD. *Frontiers in Psychology, 11*, 118. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00118>
- Mandler, J. M., & Johnson, N. S. (1977). Remembrance of Things Parsed: Story Structure and Recall. *Cognitive Psychology, 9*(1), 111–151. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(77\)90006-8](https://doi.org/10.1016/0010-0285(77)90006-8)
- Mason, Bar, & Macrae (2009). Exploring the Past and Impending Future in the Here and Now: Mind-Wandering in the Default State. *Cogn. Sci.*, 143–162.
- Mast, F. (2002). Eye Movements During Visual Mental Imagery. *Trends in Cognitive Sciences, 6*(7), 271–272. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(02\)01931-9](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(02)01931-9)
- Mayberry, R. I., & Jaques, J. (2000). Gesture Production During Stuttered Speech: Insights Into the Nature of Gesture–Speech Integration. In D. McNeill (Ed.), *Language, culture and cognition: Vol. 2. Language and gesture* (1st ed., pp. 199–214). Cambridge Univ. Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511620850.013>
- McAvinue, L. P., & Robertson, I. H. (2008). Measuring Motor Imagery Ability: A review. *European Journal of Cognitive Psychology, 20*(2), 232–251. <https://doi.org/10.1080/09541440701394624>
- McGregor, K. K., Rohlfing, K. J., Bean, A., & Marschner, E. (2009). Gesture as a Support for Word Learning: The Case of Under. *Journal of Child Language, 36*(4), 807–828. <https://doi.org/10.1017/S0305000908009173>
- McNeill, D. (1992). *Hand and Mind: What Gestures Reveal About Thought*. The University of Chicago Press.
- Mertens, U., Abramov, O., Kern, F., Kopp, S., Nemeth, A., & Rohlfing, K. J. (2019). Children's Viewpoint: Iconic Co-Speech Gestures and Their Relation to Linguistic Structure Across Two Communicative Genres. Advance online publication. <https://doi.org/10.17619/UNIPB/1-813> (Proceedings of the 6th Gesture and Speech in Interaction Conference).
- Mertens, U. J., & Rohlfing, K. J. (2021). Progressive Reduction of Iconic Gestures Contributes to School-Aged Children's Increased Word Production. *Frontiers in Psychology, 12*, 651725. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.651725>
- Munzert, J., Lorey, B., & Zentgraf, K. (2009). Cognitive Motor Processes: The Role of Motor Imagery in the Study of Motor Representations. *Brain Research Reviews, 60*(2), 306–326. <https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2008.12.024>
- Namy, L. L., & Gentner, D. (2002). Making a Silk Purse Out of Two Sow's Ears: Young Children's Use of Comparison in Category Learning. *Journal of Experimental Psychology: General, 131*(1), 5–15. <https://doi.org/10.1037//0096-3445.131.1.5>
- Naselaris, T., Olman, C. A., Stansbury, D. E., Ugurbil, K., & Gallant, J. L. (2015). A Voxel-Wise Encoding Model for Early Visual Areas Decodes Mental Images of Remembered Scenes. *NeuroImage, 105*, 215–228. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.10.018>
- O'Carroll, S., Nicoladis, E., & Smithson, L. (2015). The Effect of Extroversion on Communication: Evidence from an Interlocutor Visibility Manipulation. *Speech Communication, 69*, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.specom.2015.01.005>
- O'Craven, K. M., & Kanwisher, N. (2000). Mental Imagery of Faces and Places Activates Corresponding Stimulus-Specific Brain Regions. *Journal of Cognitive Neuroscience, 12*(6), 1013–1023. <https://doi.org/10.1162/08989290051137549>
- Olsson, C.-J., & Nyberg, L. (2010). Motor Imagery: If You Can't Do It, You Won't Think It. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 20*(5), 711–715. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01101.x>
- Özyürek, A. (2002). Do Speakers Design Their Cospeech Gestures for Their Addressees? The Effects of Addressee Location on Representational Gestures. *Journal of Memory and Language, 46*(4), 688–704. <https://doi.org/10.1006/jmla.2001.2826>

- Parrill, F. (2010). Viewpoint in Speech–Gesture Integration: Linguistic Structure, Discourse Structure, and Event Structure. *Language and Cognitive Processes*, 25(5), 650–668. <https://doi.org/10.1080/01690960903424248>
- Parrill, F., & Stec, K. (2018). Seeing First Person Changes Gesture but Saying First Person Does Not. *Gesture*, 17(1), 158–175. <https://doi.org/10.1075/gest.00014.par>
- Pearson, J. (2019). The Human Imagination: The Cognitive Neuroscience of Visual Mental Imagery. *Nature Reviews Neuroscience*, 20(10), 624–634. <https://doi.org/10.1038/s41583-019-0202-9>
- Pietrini, P., Furey, M. L., Ricciardi, E., Gobbini, M. I., Wu, W.-H. C., Cohen, L., Guazzelli, M., & Haxby, J. V. (2004). Beyond Sensory Images: Object-Based Representation in the Human Ventral Pathway. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(15), 5658–5663. <https://doi.org/10.1073/pnas.0400707101>
- Porro, C. A., Francescato, M. P., Cettolo, V., Diamond, M. E., Baraldi, P., Zuiani, C., Bazzocchi, M., & Di Prampero, P. E. (1996). Primary Motor and Sensory Cortex Activation During Motor Performance and Motor Imagery: A Functional Magnetic Resonance Imaging Study. *The Journal of Neuroscience*, 16(23), 7688–7698. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.16-23-07688.1996>
- Pouw, W., Wassenburg, S. I., Hostetter, A. B., Koning, B. B. de, & Paas, F. (2020). Does Gesture Strengthen Sensorimotor Knowledge of Objects? The Case of the Size-Weight Illusion. *Psychological Research*, 84(4), 966–980. <https://doi.org/10.1007/s00426-018-1128-y>
- Prinz, W. (1997). Perception and Action Planning. *European Journal of Cognitive Psychology*, 9(2), 129–154. <https://doi.org/10.1080/713752551>
- Rauscher, F. H., Krauss, R. M., & Chen, Y. (1996). Gesture, Speech, and Lexical Access: The Role of Lexical Movements in Speech Production. *Psychological Science*, 7(4), 226–231. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1996.tb00364.x>
- Rizzolatti, G., Camarda, R., Fogassi, L., Gentilucci, M., Luppino, G., & Matelli, M. (1988). Functional Organization of Inferior Area 6 in the Macaque Monkey. II. Area F5 and the Control of Distal Movements. *Experimental Brain Research*, 71(3), 491–507. <https://doi.org/10.1007/BF00248742>
- Rizzolatti, G., Fogassi, L., & Gallese, V. (2001). Neurophysiological Mechanisms Underlying the Understanding and Imitation of Action. *Nature Reviews Neuroscience*, 2(9), 661–670. <https://doi.org/10.1038/35090060>
- Rohlfing, K. J. (2019). Learning Language from the Use of Gestures. In J. S. Horst & J. von Koss Torkildsen (Eds.), *International Handbook of Language Acquisition* (pp. 213–233). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315110622-12>
- Rohlfing, J.K., Mertens, U., Koutalidis, S., Abramov, O., Kopp, S. & Kern, F. (submitted). Through the Lens of a Communicative Genre: Differences in Use of Iconic Co-Speech Gestures by 4-Years-Old Children (Gesture)
- Roth, M., Decety, J., Raybaudi, M., Massarelli, R., Delon-Martin, C., Segebarth, C., Morand, S., Gemignani, A., Décorps, M., & Jeannerod, M. (1996). Possible Involvement of Primary Motor Cortex in Mentally Simulated Movement: A functional Magnetic Resonance Imaging Study. *NeuroReport*, 7(7), 1280–1284. <https://doi.org/10.1097/00001756-199605170-00012>
- Rowe, M. L., & Goldin-Meadow, S. (2009). Differences in Early Gesture Explain SES Disparities in Child Vocabulary Size at School Entry. *Science (New York, N.Y.)*, 323(5916), 951–953. <https://doi.org/10.1126/science.1167025>
- Ryding, E., Decety, J., Sjöholm, H., Stenberg, G., & Ingvar, D. H. (1993). Motor Imagery Activates the Cerebellum Regionally. A SPECT rCBF study with 99mTc-HMPAO. *Cognitive Brain Research*, 1(2), 94–99. [https://doi.org/10.1016/0926-6410\(93\)90015-W](https://doi.org/10.1016/0926-6410(93)90015-W)
- Sack, A. T., Sperling, J. M., Prvulovic, D., Formisano, E., Goebel, R., Di Salle, F., Dierks, T., & Linden, D. E.J. (2002). Tracking the Mind's Image in the Brain II. *Neuron*, 35(1), 195–204. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(02\)00745-6](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(02)00745-6)

- Sassenberg, U., Foth, M., Wartenburger, I., & van der Meer, E. (2011). Show your Hands — Are you Really Clever? Reasoning, Gesture Production, and Intelligence. *Linguistics*, 49(1), 841. <https://doi.org/10.1515/ling.2011.003>
- Schacter, D. L., Addis, D. R., & Buckner, R. L. (2007). Remembering the Past to Imagine the Future: The Prospective Brain. *Nature Reviews. Neuroscience*, 8(9), 657–661. <https://doi.org/10.1038/nrn2213>
- Schiffman, H. N. (1997). Perceptual and Imaginary Mixtures in Chemosensation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23(1), 278–288. <https://doi.org/10.1037//0096-1523.23.1.278>
- Schünke, M., Schulte, E., & Schumacher, U. (Eds.). (2009). Prometheus LernAtlas der Anatomie - Kopf, Hals und Neuroanatomie (2., überarbeitete und erweiterte Auflage). Georg Thieme Verlag. <https://eref.thieme.de/ebooks/868855> <https://doi.org/10.1055/b-004-134447>
- Skipper, J. I., Goldin-Meadow, S., Nusbaum, H. C., & Small, S. L. (2007). Speech-Associated Gestures, Broca's Area, and The Human Mirror System. *Brain and Language*, 101(3), 260–277. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2007.02.008>
- Slotnick, S. D., Thompson, W. L., & Kosslyn, S. M. (2005). Visual Mental imagery Induces Retinotopically Organized Activation of Early Visual Areas. *Cerebral Cortex*, 15(10), 1570–1583. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhi035>
- Smithson, L., & Nicoladis, E. (2014). Lending a Hand to Imagery? The Impact of Visuospatial Working Memory Interference Upon Iconic Gesture Production in a Narrative Task. *Journal of Nonverbal Behavior*, 38(2), 247–258. <https://doi.org/10.1007/s10919-014-0176-2>
- So, W.-C., Shum, P. L.-C., & Wong, M. K.-Y. (2015). Gesture is More Effective than Spatial Language in Encoding Spatial Information. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* (2006), 68(12), 2384–2401. <https://doi.org/10.1080/17470218.2015.1015431>
- Son, J. Y., Smith, L. B., Goldstone, R. L., and Leslie, M. (2012). The importance of being interpreted: grounded words and children's relational reasoning. *Front. Psychol.* 3:45. doi: 10.3389/fpsyg.2012.00045
- Stanfield, C., Williamson, R., & Özçalışkan, S. (2014). How Early Do Children Understand Gesture-Speech Combinations with Iconic Gestures? *Journal of Child Language*, 41(2), 462–471. <https://doi.org/10.1017/S0305000913000019>
- Stevenson, R. J., & Case, T. I. (2005). Olfactory Imagery: A review. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12(2), 244–264. <https://doi.org/10.3758/BF03196369>
- Tausen, B., Miles, L. K., Parkinson, C., & Macrae, C. Neil, M. (2013). Visual Perspective and the Characteristics of Mind Wandering. *Frontiers in Psychology*, 4, 699. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00699>
- Tulving, E. (2002). Episodic Memory: From Mind to Brain. *Annual Review of Psychology*, 53, 1–25. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135114>
- Vito, S. de, Buonocore, A., Bonnefon, J.-F., & Della Sala, S. (2014). Eye Movements Disrupt Spatial but not Visual Mental Imagery. *Cognitive Processing*, 15(4), 543–549. <https://doi.org/10.1007/s10339-014-0617-1>
- van den Broek, G. S. E., Takashima, A., Segers, E., & Verhoeven, L. (2018). Contextual Richness and Word Learning: Context Enhances Comprehension but Retrieval Enhances Retention. *Language Learning*, 68(2), 546–585. <https://doi.org/10.1111/lang.12285>
- Vogt, S., & Kauschke, C. (2017). Observing Iconic Gestures Enhances Word Learning in Typically Developing Children and Children with Specific Language Impairment. *Journal of Child Language*, 44(6), 1458–1484. <https://doi.org/10.1017/S0305000916000647>
- Wagner, S. M., Nusbaum, H., & Goldin-Meadow, S. (2004). Probing the Mental Representation of Gesture: Is Handwaving Spatial? *Journal of Memory and Language*, 50(4), 395–407. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2004.01.002>
- Wheeler, M. E., Petersen, S. E., & Buckner, R. L. (2000). Memory's Echo: Vivid Remembering Reactivates Sensory-Specific Cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(20), 11125–11129. <https://doi.org/10.1073/pnas.97.20.11125>




- White, A., & Hardy, L. (1995). Use of Different Imagery Perspectives on the Learning and Performance of Different Motor Skills. *British Journal of Psychology*, 86 (Pt 2)(2), 169–180. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1995.tb02554.x>
- Wilson, M. (2002). Six Views of Embodied Cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(4), 625–636. <https://doi.org/10.3758/bf03196322>
- Wu, Y. C., & Coulson, S. (2005). Meaningful Gestures: Electrophysiological Indices of Iconic Gesture Comprehension. *Psychophysiology*, 42(6), 654–667. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2005.00356x>
- Wu, Ying Choon; Müller, Horst M.; Coulson, Seana (2022): Visuospatial Working Memory and Understanding Co-Speech Iconic Gestures: Do Gestures Help to Paint a Mental Picture? Discourse Processes pp.1-23
- Yomogida, Y., Sugiura, M., Watanabe, J., Akitsuki, Y., Sassa, Y., Sato, T., Matsue, Y., & Kawashima, R. (2004). Mental Visual Synthesis is Originated in the Fronto-Temporal Network of the Left Hemisphere. *Cerebral Cortex*, 14(12), 1376–1383. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhh098>
- Zatorre, R. J., Halpern, A. R., Perry, D. W., Meyer, E., & Evans, A. C. (1996). Hearing in the Mind's Ear: A PET Investigation of Musical Imagery and Perception. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8(1), 29–46. <https://doi.org/10.1162/jocn.1996.8.1.29>
- Zhang, Y., Chen, G., Wen, H., Lu, K.-H., & Liu, Z. (2017). Musical Imagery Involves Wernicke's Area in Bilateral and Anti-Correlated Network Interactions in Musicians. *Scientific Reports*, 7(1), 17066. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-17178-4>

Anhang

Anhang Artikel 1: The Relations of Observer Viewpoint Gestures and Visual Processing Abilities in Preschool Children

853

Table 2: The Board Game (in The Communicative Task *Explanation*)

Stimuli used	
<p>1</p>	<p>Self-made jigsaw-puzzle (20 cm x 35 cm) included jigsaw pieces:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Triangle (as a part of the tower) - Moon - Star - Circle (as a part of the house) - Rectangle (as a part of the house) 
<p>2</p>	<p>Figure (1,5 cm x 4 cm) from Playmobil®: This was the protagonist of the game, who could “fly” through the shapes.</p> 
<p>3</p>	<p>Wooden dice with yellow shapes on it. The shapes accorded with the shapes available in the jigsaw-puzzle:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Triangle - Moon - Star - Circle - Rectangle - Blank 

854






855

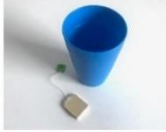
Table 3: The Five Events That Were Performed by The Hand Puppet

856

in The Communicative Task *Illustration With Examples*

857

	Stimuli	Performed event
	Hand puppet 	The dog performed all the following events:
1	Plastic plate and a plastic spoon (both children's kitchenware) 	<i>Verbal behavior:</i> "Ja, ich habe gesehen, wie die Menschen Löffel halten, nämlich so!" [I have seen how the people hold a spoon, like this!] <i>Nonverbal behavior:</i> Dog holds the spoon on the wrong side and ladles something with the handle
2	Plastic bottle (small size, usual type) 	<i>Verbal behavior:</i> "Und ich weiß, wie man aus einer Flasche trinkt, nämlich so!" [And I know how to drink from a bottle, like this!] <i>Nonverbal behavior:</i> Dog turns the bottle visibly upside down and drinks from the bottom
3	Slice of cheese and a piece of bread (children's playware) 	<i>Verbal behavior:</i> "Und ich weiß, wie ich Käse auf mein Brot tue, nämlich so!" [And I know how to put a slice of cheese on my bread, like this!] <i>Nonverbal behavior:</i> Dog puts the slice on the bread, so it barely touches it (almost beside the bread)
4	Pot from children's kitchenware and a saltshaker (regular size) 	<i>Verbal behavior:</i> "Und ich weiß, wie ich Salz in meine Suppe tun kann, nämlich so!" [And I know how to put salt in my soup, like this!] <i>Nonverbal behavior:</i> Dog put the salt on the table first and tries to take a corn of salt and to put it then in the pot.

5	Cup (regular size) and a tea bag with a string 	<p><i>Verbal behavior:</i> "Und ich weiß, wie man einen Tee macht, nämlich so!" [And I know how prepare a tea, like this!]</p> <p><i>Nonverbal behavior:</i> Dog takes a tea bag and throws it entirely in the cup (for a tea bag with a string, a piece of the string has to be left out of the cup)</p>
---	---	---

Anhang Artikel 3: Progressive Reduction of Iconic Gestures Contributes to School-Aged Children's Increased Word Production

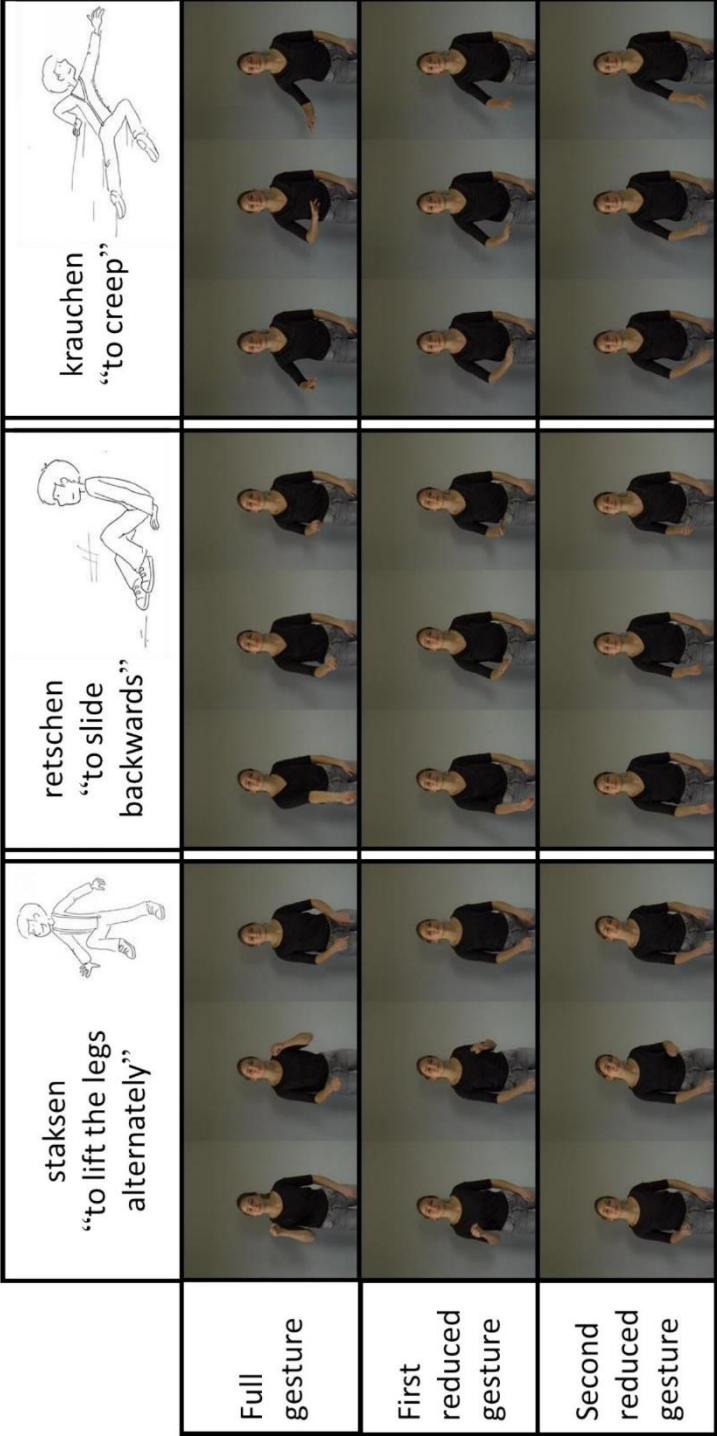


Figure 1. The Figure shows the gesture versions and pictures of the target words “staksen”, “retschen”, “krauchen” (Copyright © 2013 Joy Katzmarzik leap4joy graphics; reprinted with permission).




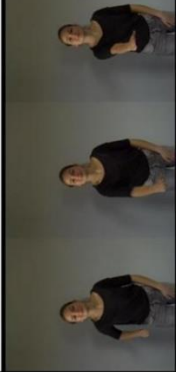
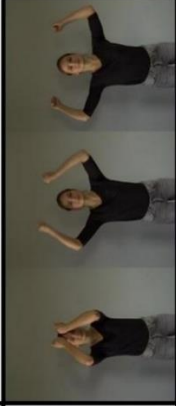
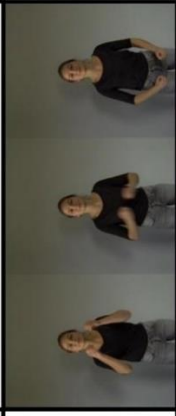


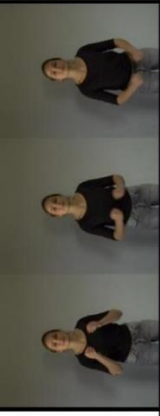



	 <p>gliddern "to slide"</p>	 <p>Beisa "beisa"</p>	 <p>Ralle "rail"</p>
Full gesture			
First reduced gesture			
Second reduced gesture			

Figure 2. The Figure shows the gesture versions and pictures of the target words "gliddern", "Beisa" and "Ralle" (Copyright © 2013 Joy Katzmarzik leap4joy graphics; reprinted with permission).

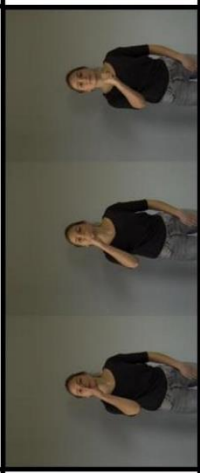
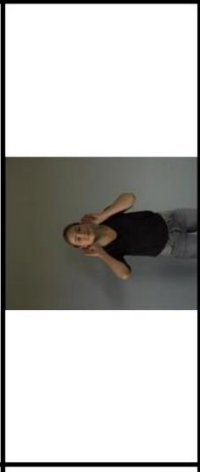




	Alk “auk”	Fennek “fennec”
Full gesture		
First reduced gesture		
Second reduced gesture		

Figure 3. The Figure shows the gesture versions and pictures of the target words “Alk” and “Fennek” (Copyright © 2013 Joy Katzmarzik leap4joy graphics; reprinted with permission).

Angaben über die Namen, akademischen Grade und Anschriften der anderen beteiligten Wissenschaftler*innen

Prof. Dr. Katharina J. Rohlfing, Technologiepark 21, 33100 Paderborn

Prof. Dr. Friederike Kern, Universitätsstraße 25, 33615 Bielefeld

Prof. Dr. Stefan Kopp, Inspiration 1, 33619 Bielefeld

Dr. Olga Abramov, Inspiration 1, 33619 Bielefeld

Anne Nemeth, Universitätsstraße 25, 33615 Bielefeld

Sofia Koutalidis, Universitätsstraße 25, 33615 Bielefeld

Darstellung des Verlaufs der Zusammenarbeit zwischen den Autor*innen

Artikel 1: The Relations of Observer Viewpoint Gestures and Visual Processing Abilities in Preschool Children

Boden, U., Németh, A., Abramov, O., Koutalidis, S., Kern, F., Kopp, S. &., Rohlfing, K.J. (*submitted*). The Relations of Observer Viewpoint Gestures and Visual Processing Abilities in Preschool Children. (*Language and Cognition*).

KR, SKopp und FK konzipierten die Fragestellung, die Studie und beantragten die finanzielle Förderung. KR leitete die Datenerhebung, und UB war an der Probandenrekrutierung und Durchführung der Studie beteiligt. UB, OA, AN und SK entwickelten ein Kodierschema und waren verantwortlich für das Datenmanagement und die Kodierung der Videodaten. UB führte die Datenanalyse durch. UB und KR verfassten das Manuskript. UB, KR, FKop, SK, OA, SKou und AN kommentierten das Manuskript. UB und KR überarbeiteten das Manuskript vor der Einreichung und nach den Kommentaren der Gutachter*innen. UB, KR, FK, SKop, OA, SKou und AN trugen zu dem Artikel bei und genehmigten die eingereichte Version.

Textpassagen, die nicht von Ulrich Boden stammen:

Introduction:

KR: Overall, the literature reviewed above supports the multicomponential processes involved in generating mental images that seem to rely on situational constraints on the one hand and the individual's cognitive abilities on the other. However, the multiple components in this process also concern the kind of mental images that are generated within the production of specific iconic gestures. In the next section, we shall follow up on this component.

KR: Whereas the studies reported so far provide evidence for a relation between mental images and the viewpoint in gesture, another function of viewpoints in gestures that has been discussed recently relates to discourse structure (Debreslioska & Gullberg, 2019; Demir, Levine, & Goldin-Meadow, 2015; McNeill D., 1992; Parrill, 2010). For example, Debreslioska and Gullberg (2019) suggest that the viewpoint in gesture functions as a cohesive device in narrative discourse. More specifically, in a narration, it is necessary to identify "who did what to whom" (Stites & Özçalışkan, 2017, p. 1029). Within this identification of crucial story elements during storytelling, people tend to use character viewpoint gestures if a referent is maintained, whereas they typically perform observer viewpoint gestures to reintroduce a referent. Hence, the gesture's viewpoint is considered to be an indicator of the accessibility of a character (Debreslioska & Gullberg, 2019). The intriguing point here is that a

perspective expressed in the use of gestures might be linked to a specific communicative task: the narration.

KR: Each genre imposes its own demands, and children need to organize their talk appropriately (Labov & Waletzky, 1973; Mandler, 1984, Quasthoff et al., 2017). In this article, we use task synonymously for genre.

Method:

KR: During the communicative tasks, children interacted with a caregiver, because an extensive pilot study in which we explored the conditions under which children gesture the most revealed that interaction with a caregiver allowed children to communicate in a familiar way. This elicited a more natural gesture behavior that we expected would reflect the children's ability more accurately. Indeed, at this age, when communicating, children are often scaffolded in their verbal productions. Caregivers do this in a fine-tuned way. In all communicative tasks, we followed a method of providing input first and eliciting communication afterward. More specifically, children first experienced an event with the experimenter while caregivers waited outside the room where they were given some instructions to read. Afterwards, the children could then communicate the event to their caregivers. The experimenter's role was thus to provide the child with experiences worth telling or to initiate the conversation between child and caregiver. The experimenter used a script for this to achieve better comparability across participants. We should highlight that we controlled the caregiver's behavior only very slightly by providing some written explanations and prompts. These suggestions were applied immediately before the interaction commenced. In total, three communicative tasks were designed to assess children's gestural behavior: explanation, retelling, and illustration.

Discussion:

KR: We have to highlight the fact that— despite crucially different tasks with respect to children's speech production, the requirements to involve mental imagery, and the scaffolding that is possible by caregivers—the relation persisted across the different communicative tasks, yielding a quite general mechanism that is applied in all of them. To the best of our knowledge, our study is among the first to investigate possible differences in different forms of discourse systematically as a basis with which to account for specific or more general cognitive task requirements.

Artikel 2: Children's viewpoint: Iconic co-speech gestures and their relation to linguistic structure across two communicative genres

Mertens, U., Abramov, O., Kern, F., Kopp, S., Nemeth, A., & Rohlfing, K. J. (2019). Children's viewpoint: Iconic co-speech gestures and their relation to linguistic structure across two communicative genres. Advance online publication. <https://doi.org/10.17619/UNIPB/1-813> (Proceedings of the 6th Gesture and Speech in Interaction Conference).

KR, SKop und FK konzipierten die Fragestellung, die Studie und beantragten die finanzielle Förderung. UB, KR, FR und SKopp entwickelten einen Analysefokus. KR leitete die Datenerhebung, und UB war an der Probandenrekrutierung und der Durchführung der Studie beteiligt. UB, OA, AN und SK entwickelten ein Kodierschema und waren verantwortlich für das Datenmanagement und die Kodierung der Videodaten. UB leitete die Kodierung der Verbtransitivität und führte die Datenanalyse durch. UB und KR verfassten das Manuskript UB und KR verfassten das Manuskript. UB, KR, FK, SKop, OA und AN kommentierten das Manuskript. UB und KR überarbeiteten das Manuskript vor der

Einreichung und nach den Kommentaren der Gutachter*innen. UB, KR, FK, SKop, OA und AN trugen zu dem Artikel bei und genehmigten die veröffentlichte Version.

Textpassagen, die nicht von Ulrich Boden stammen:

Method:

KR: The main idea behind the study was to offer the children the opportunity to gesture freely. In our pilot studies, we noticed that children felt less comfortable with an experimenter, resulting in the children speaking in short utterances with fewer gestures. We therefore decided to facilitate the caregiver playing an active role as an interaction partner, and thus to elicit communicative behavior from children which is more natural and more directly reflects their abilities. In both tasks discussed here, the caregiver was not present during a phase in which the child engaged in an activity with an experimenter. After this activity, the caregiver who had been waiting outside came back into the room and initiated a conversation with the child. Note that we did not control for the caregiver's behavior. This is because we are convinced that children at this age are scaffolded within dialogue and more complex communicative genres, which serves as a first step on their way to being able to provide a complex monologic explanation on their own. During the communicative genre 'explanation', the experimenter and a child played a jigsaw game designed by the authors. It consisted of dice and a 20 cm x 35 cm x 0.2 cm Plexiglas board that was painted to depict a landscape. This landscape reflected a city at night: a church, a house, a moon and a star (see: Figure 1). The shapes on the dice included a: triangle, quadrangle, circle, star, and moon. One side of the dice lacked a shape. Some pieces of the board were cut out, leaving a hole that could be covered by a fitting piece. During the game, the child was allowed to throw the dice six times. If they rolled a particular shape for the first time, the child 'flew' with a small figurine through the corresponding shape on the board. First, the experimenter explained the game to the child, and then they played it together. Afterwards, the caregiver who re-entered the room asked the child what he or she had been doing. After hearing that the child had played a game, the caregiver asked the child to explain the game in order to play it with him or her later. Our analyses only refer to the situation in which the child explains the game. During the communicative genre report, the experimenter acted out a puppet character (a dog) performing some incorrect actions. The puppet dog told the child it was excited to show them how it had learned some everyday actions from humans. For example, the dog showed the child how to eat with a spoon (but held the spoon on the wrong side) or how to drink from a bottle (but drank from the bottom of the bottle) (see: Figure 1). After performing an action, the child was allowed to correct the puppet. After the activity, and after re-entering the room, the caregiver asked the child about what he or she experienced in order to elicit a report by the child. Our analyses refer only to the situation in which the child reported the event to the caregiver.

Artikel 3: Progressive Reduction of Iconic Gestures Contributes to School-Aged Children's Increased Word Production

Mertens, U. J., & Rohlfing, K. J. (2021). Progressive Reduction of Iconic Gestures Contributes to School-Aged Children's Increased Word Production. *Frontiers in Psychology*, 12, 651725. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.651725>

UB und KR konzipierten die Studie. UB leitete die Studie, rekrutierte Teilnehmer, führte die Studie durch und analysierte die Daten. UB und KR verfassten das Manuskript. Beide Autoren kommentierten und überarbeiteten das Manuskript vor der Einreichung und nach den Kommentaren der Gutachter*innen. Beide Autoren genehmigten die veröffentlichte Version.

Textpassagen, die nicht von Ulrich Boden stammen:

Introduction:

KR: To our knowledge, variation in iconic gestures has not been considered in word learning studies to date. Although the phenomenon of reduced gestures seems natural, it has not been studied systematically during learning situations. When gestures were used to support word learning in previous studies, they remained unchanged even when presented several times. In these studies, when the gesture consistency was an issue, it was achieved by presenting participants with gestures of video-recorded persons (e.g., Vogt and Kauschke, 2017a) or programmed social robots (e.g., Vogt et al., 2017). In contrast to gesture consistency, few studies tackled the issue of gesture reduction. Variation in gestures can be achieved in manifold ways and can occur in all gesture phases: preparation of the gesture, in which the hand starts to move from a resting position, the stroke, when a peak in movement is performed, and the retraction phase, in which the hand(s) switch to a rest position or to another gesture (Kendon, 1972, 1980; see for overview: Wagner et al., 2014)

KR: It has been observed that such a reduction occurs naturally when speakers repeatedly refer to the same referent. They usually reduce some properties of the gesture without changing or losing the core meaning of the gesture (Gerwing and Bavelas, 2004; Holler and Wilkin, 2009, 2011; Galati and Brennan, 2014; Hoetjes et al., 2015; Bohn et al., 2019). As already stated above, the reduction of gestural presentation is not only a byproduct of emerging common knowledge: When the form properties change, the semantic information of the gesture changes as well. In the following paragraphs, we present arguments for why progressively reduced gestures, rather than gestures that are presented in the same manner, might improve learning. First, learners aggregate information across different experiences with a novel referent and its labeling to discover the relevant properties and features (Yu and Smith, 2007). Following evidence provided above suggesting that gestures contribute to the semantic encoding (McGregor et al., 2009; Capone Singleton, 2012; Vogt and Kauschke, 2017b), we assume that gestures are part of semantic knowledge that is generated during exposure and will be used for learning. We further reason that children's semantic knowledge is even more enhanced when learners experience different versions of a gesture because different semantic features of the referent are embodied in each version. In addition, these semantic features become contextualized in the process of unfolding knowledge and might become conceptually more complex with each version (Gerwing and Bavelas, 2004). This contextualization process might require more cognitive effort from the learner to bind the different features in the sum as relevant for the referent. To put it in other words, each time the gesture is performed to supplement an unknown word, it will provide additional, relevant information that needs to be related to the word. This is because the gesture becomes more and more abstracted from the referent. We argue that this contextualization, namely, to relate the abstracted (or reduced) content to the referent, is an effort that fosters a deeper memory trace. In a similar vein, Son et al. (2012) studied under what situational circumstances children generate relational information that leads to generalization across trials. They concluded that for a word to become generalized, there should not be too much concrete information involved in the labeling experience (Son et al., 2012, p. 9). When learning instances are too specific, this experience might activate only an immediate memory system and not generate any relational information. This work led us to hypothesize that the interpretation of several reduced features accumulated in gesture results in meaningful relationships between the depicted features and the concrete referent and, furthermore, contributes to children's robust word learning.

KR: In sum, our assumption that progressively reduced iconic gestures might foster a memory trace of an unknown word is based on the following: Their reduced movements (i) require a contextualization that let a relational structure between the word and the reduced features of the gestures emerge through aggregation of semantic features and

KR: The first premise pertains to cognitive learning mechanisms that appear to be activated during the observation of iconic gestures. For the second premise, we have argued that learning becomes enhanced due to more balanced distributed cognitive resources when observing progressively reduced iconic

gestures. Together with the above-mentioned fact that reduction occurs in natural communication, these premises provide a basis for our study

Discussion:

KR: The referent's picture might have been a beneficial (nonverbal) resource for formulating the correct answer. Thus, it seems reasonable that older children are experienced enough to recall a word meaning with the presentation of a picture's referent—even if it is displayed from a different perspective. In contrast to our results, strong long-term effects on word reception were reported for younger children at the age of two, when the learning process was supported by iconic gestures (Horst and Samuelson, 2008; McGregor et al., 2009; Munro et al., 2012). It seems likely that the word reception test in our study was too easy for the children, which is a limitation of our design. In future studies, it would be more appropriate to design a testing procedure that requires the reception to be embedded in more demanding tasks, such as the understanding of text that contains the target words.

KR: This selected and contextualized exposure to various semantic features fosters the process of elaborating an existing representation and leads to a broader relational knowledge of the referent event. In support of this explanation, much research has emphasized that semantic knowledge drives the successful retrieval of a word's label for production (e.g., McGregor et al., 2002; Capone and McGregor, 2005; Capone Singleton, 2012).

KR: Experiencing RPG can clearly be viewed as contextualization that is taking place with regard to the ongoing gain of knowledge that the child is experiencing. However, it is important to note that following this explanation, it might also be possible that children's learning would benefit from presenting words with gestures that are not reduced but are instead presented each time differently. Further studies need to account for this alternative explanation. In line with our argumentation highlighting the relevance of semantic features in the facilitation process, we hypothesize that three unrelated gestures will not have the same beneficial effect on the production of unknown words.

Auskunft darüber, ob Teile dieser Arbeit von anderen Wissenschaftler*innen für ein bereits beantragtes Promotionsverfahren gebenutzt haben

In dieser Arbeit befinden sich keine Teile, die für eine anderes Promotionsverfahren verwendet wurden.