

Eine Untersuchung des Zusammenhangs zwischen  
Augenbewegungen von Säuglingen und Kleinkindern  
und der späteren Sprachentwicklung

**Bachelorarbeit**

**Vorgelegt von**

Sarah Boden

Studiengang Angewandte Sprachwissenschaften

**Erstprüferin:** Prof. Dr. Barbara Mertins

**Zweitprüferin:** Dr. Kerstin Leimbrink

*Abgabedatum: 24.09.2019*

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	II
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	III
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	IV
<b>1. Einleitung</b> .....	1
<b>2. Theoretischer Teil</b> .....	3
2.1. Anwendungsbereiche von Eye-Tracking .....	3
2.2. Eye-Tracking in der Psycholinguistik.....	5
2.3. Arten von Augenbewegungen.....	6
2.4. Die kindliche Sprachentwicklung .....	8
2.5. Der Zusammenhang zwischen Augenbewegungen und dem Sprachverstehen von Kindern.....	12
2.6. Herausforderungen.....	15
2.6.1. <i>Vorsprachlichkeit</i> .....	15
2.6.2. <i>Begrenzte Aufmerksamkeitsspanne</i> .....	16
2.6.3. <i>Kopfbewegungen</i> .....	17
2.6.4. <i>Kalibrierung</i> .....	17
2.6.5. <i>Entwicklungsbedingte Veränderungen der Augenbewegungen, Aufmerksamkeitskontrolle und kognitiven Steuerung</i> .....	19
2.6.6. <i>Eye-Tracker: Hard- und Software</i> .....	21
2.7. ... und Möglichkeiten .....	21
<b>3. Forschung</b> .....	23
3.1. Forschungsfrage und Vorgehen .....	23
3.2. Ausgewählte Studien.....	24
3.3. Ergebnisse der Studien.....	30
3.4. Vergleich und Diskussion der Ergebnisse.....	31
3.4.1. <i>Zusammensetzung der Teilnehmer</i> .....	32
3.4.2. <i>Forschungsdesigns</i> .....	34
3.4.3. <i>Personen in den Stimuli</i> .....	35
3.4.4. <i>Ablauf der Kalibrierung</i> .....	36
3.4.5. <i>Eye-Tracker: Hard- und Software</i> .....	37
3.4.6. <i>Der MB-CDI</i> .....	38
3.4.7. <i>Zusammenfassung</i> .....	44
3.5. Ansätze zur Optimierung .....	49
3.6. Ausblick für zukünftige Studien .....	52
<b>4. Fazit</b> .....	53
<b>5. Literaturverzeichnis</b> .....	56

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AOI	<i>area of interest</i>
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
d.h.	das heißt
EKP	ereigniskorrelierte Potenziale
engl.	englisch
et al.	<i>et alii</i> bzw. <i>et aliae</i>
ggf.	gegebenenfalls
Kap.	Kapitel
KGS	kindgerichtete Sprache
MB-CDI	<i>MacArthur-Bates Communicative Development Inventory</i>
ms	Millisekunde(n)
MSEL	<i>Mullen Scales of Early Learning</i>
o.ä.	oder ähnliches
PLS-4	<i>PreSchool Language Scale-4</i>
Sek.	Sekunden
SES	<i>socio-economic status</i> (sozioökonomischer Status)
SSES	Spezifische Sprachentwicklungsstörung
Tab.	Tabelle
u.a.	unter anderem
vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abb. 1:</b> Exemplarische Versuchsanordnung der <i>Put-task</i> .....	14
<b>Abb. 2:</b> Erklärung zum richtigen Ausfüllen des <i>MB-CDI Words and Gestures</i> : Kind versteht das Wort nicht .....	39
<b>Abb. 3:</b> Erklärung zum richtigen Ausfüllen des <i>MB-CDI Words and Gestures</i> : Kind versteht das Wort .....	40
<b>Abb. 4:</b> Erklärung zum richtigen Ausfüllen des <i>MB-CDI Words and Gestures</i> : Kind spricht das Wort nach .....	42
<b>Abb. 5:</b> Erklärung zum richtigen Ausfüllen des <i>MB-CDI: Words and Gestures</i> : Kind verwendet das Wort selbständig .....	42

## **Tabellenverzeichnis**

<b>Tab. 1:</b> Ausgewählte Studien zur Untersuchung der Forschungsfrage .....	25
<b>Tab. 2:</b> Ergebnisse der Studien im Vergleich .....	31
<b>Tab. 3:</b> Wichtige Eckdaten der Studien im Vergleich .....	47

# 1. Einleitung

*»Looking is one of the very first behaviors to develop in the young infant. Even newborns direct gaze selectively at certain objects and events. They are attracted by moving objects and other people, especially their faces. Before language develops, looking is thus a major gateway to the infant's mind.«*

*(Gredebäck, Johnson & von Hofsten 2010: 1)*

Säuglinge können noch nicht sprechen – sie können nicht artikulieren, wie sie sich fühlen, was sie möchten, was sie interessiert oder wie sie die Welt um sich herum wahrnehmen. Viele Fragen zur kindlichen Wahrnehmung und Entwicklung lassen sich aber untersuchen, indem man ihre Augenbewegungen analysiert – diese eröffnen somit eine Möglichkeit, schon vor den ersten sprachlichen Äußerungen von Kindern nachzuvollziehen, wie sie ihre Umgebung betrachten, auf wen oder was sie ihre Aufmerksamkeit richten, welche Annahmen sie über ihre Umwelt und die Menschen, die darin leben, machen, wie sie lernen.

Augenbewegungen mithilfe von Eye-Tracking sehr präzise aufzeichnen zu können ist ein bedeutendes Werkzeug, um Einblick in diese visuellen Verarbeitungsprozesse von Säuglingen und Kleinkindern während des Betrachtens ihrer Umgebung zu erhalten. Die Methode bietet große Chancen für die kindliche Entwicklungsforschung, da sie es aufgrund ihrer Präzision erlaubt, kognitive Vorgänge zu verstehen, die Wissenschaftler/-innen zuvor verborgen blieben. Aber Eye-Tracking ermöglicht es nicht nur, Einblick in Prozesse zu nehmen, die direkt während des Betrachtens einer bestimmten Situation stattfinden, sondern die Methode hat möglicherweise auch das Potenzial, spätere Entwicklungen vorherzusagen. In diesem Zusammenhang wurden in jüngerer Zeit Eye-Tracking-Studien durchgeführt, die eine Korrelation zwischen der Art, wie Kinder Gesichter betrachten, und ihrer späteren Sprachentwicklung untersucht haben. Die Forscher/-innen wollten wissen: Lernen Kinder, die ihre Aufmerksamkeit auf bestimmte Gesichtsregionen ihres Gegenübers beim Sprechen richten, Sprache schneller als Kinder, die diesen Bereichen weniger Aufmerksamkeit schenken? Die vorliegende Bachelorarbeit setzt sich eingehend mit diesem Thema auseinander, indem sie die Forschungsfrage untersucht, ob es einen Zusammenhang zwischen den Augenbewegungen von Säuglingen und Kleinkindern und

ihren späteren Sprachfähigkeiten gibt – und wenn ja, wie dieser Zusammenhang genau aussieht.

Sollte ein solcher Zusammenhang gefunden werden, hätte die Methode darüber hinaus das Potenzial, auch Sprachentwicklungsstörungen zu prognostizieren, die mit schlechteren Sprachfähigkeiten in einem bestimmten Alter einhergehen. Die Möglichkeit, solche Entwicklungsstörungen zu erkennen, *bevor* die Kinder zu sprechen beginnen, könnte wiederum Möglichkeiten schaffen, sehr zeitig Fördermaßnahmen einzuleiten, um die betroffenen Kinder in ihrer Entwicklung besonders effektiv unterstützen zu können. Aufgrund dieser vielversprechenden Perspektiven sind weitere Erkenntnisse im Bereich des prognostischen Potenzials von Eye-Tracking, zu dem es bisher nur wenig Forschung gibt, ungemein wichtig und auch der Antriebsgrund, weshalb sich diese Bachelorarbeit differenziert mit dem Thema auseinandersetzt.

Die Arbeit gliedert sich dabei in zwei Teile. Im *Theorieteil* sollen zunächst verschiedene Anwendungsbereiche von Eye-Tracking vorgestellt werden, um im Anschluss auf die Methode im Bereich der psycholinguistischen Forschung – auch bei Säuglingen und Kleinkindern – näher einzugehen, bevor verschiedene Arten von Augenbewegungen, die im Rahmen von Eye-Tracking-Studien relevant sein können, vorgestellt werden. Im nächsten Schritt werden der Erwerb kindlicher Sprachfähigkeiten sowie der Zusammenhang zwischen Augenbewegungen und kindlichem Sprachverstehen genauer erläutert. Weil Eye-Tracking in der Forschung mit Säuglingen und Kleinkindern gewisse Herausforderungen mit sich bringt, wird auf diese genauer eingegangen; es werden aber genauso die vielversprechenden Möglichkeiten, die die Methode auf der anderen Seite eröffnet, beleuchtet. Im *Forschungsteil* soll dann anhand einer Gegenüberstellung der Ergebnisse der fünf ausgewählten Eye-Tracking-Studien der Zusammenhang zwischen den Augenbewegungen von Säuglingen und Kleinkindern und ihrer späteren Sprachentwicklung untersucht werden. Nach einer kurzen Vorstellung der Studien und ihrer Ergebnisse sollen diese verglichen und dabei auch in einem kritischen Licht beleuchtet werden. Auf dem Vergleich der Studienergebnisse aufbauend wird zum Schluss festgehalten, ob von einem Zusammenhang zwischen den Augenbewegungen von Säuglingen und Kleinkindern und ihren späteren Sprachfähigkeiten gesprochen werden kann oder ob es eventuell noch Optimierungsmöglichkeiten zur weiteren Klärung der Forschungsfrage gibt – und darüber hinaus auch skizziert, wie diese aussehen

könnten. Am Ende steht ein Fazit, das die wichtigsten Ergebnisse aus dieser Arbeit zusammenfasst.

*Anmerkung: Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im weiteren Verlauf auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichwohl für beiderlei Geschlecht.*

## **2. Theoretischer Teil**

### **2.1. Anwendungsbereiche von Eye-Tracking**

Der Begriff Eye-Tracking bedeutet wörtlich übersetzt „Augenverfolgung“ und bezeichnet eine Methode, bei der die Blickbewegungen einer Person mithilfe computerbasierter Technik und spezieller Kameras sehr präzise aufgezeichnet werden können. Von dieser Methode kann in unterschiedlichen Zusammenhängen Gebrauch gemacht werden: Ein Einsatzbereich ist die wissenschaftliche Forschung, aber auch in vielen anderen, nicht-wissenschaftlichen Zusammenhängen findet Eye-Tracking heutzutage Anwendung, die Technik hat (in größerem oder kleinerem Umfang) längst Einzug in den Alltag vieler Menschen gehalten. Mithilfe von Eye-Tracking lässt sich beispielsweise nachvollziehen, wie Bilder im zeitlichen Verlauf betrachtet werden, was nicht nur in der Wissenschaft zur Erforschung bestimmter Fragestellungen, sondern auch in der Entwicklung passgenauer Werbung genutzt wird. Ebenso kann Eye-Tracking zur Steuerung von Geräten eingesetzt werden: In modernen PC- und Konsolen-Spielen lässt sich die Technik z.B. als interaktives Steuerungselement integrieren, das es dem Spieler ermöglicht, nur durch einen kurzen Blick ein Ziel anzuvisieren oder sich in der Spielumgebung umzusehen. In Virtual und Augmented Reality-Kontexten eröffnet Eye-Tracking neue Möglichkeiten in der Weiterentwicklung von Hard- und Software: So kann der Computer mithilfe des Trackers beispielsweise erkennen, wo der Nutzer hinsieht und Energie sparen, indem er – wie das menschliche Auge bei der fovealen Fixation – nur die Stelle hochauflösend abbildet, die auch fokussiert wird; andererseits kann durch Scannen der Augen eines Spielers ein realistischer Avatar in Multiplayer-Umgebungen erstellt werden, für den die echten menschlichen Augenbewegungen repliziert und so seine Emotionen an andere Spieler übermittelt werden (vgl. Tobii VR: Eye Tracking Technology in Virtual Reality, o.D.). Eine besondere Unterstützung im Alltag kann Eye-

Tracking für körperlich eingeschränkte Personen bedeuten. Ihnen bietet ein spezieller Eye-Tracker die Möglichkeit, das Leben selbstbestimmter zu gestalten, indem er es erlaubt, allein durch Augenbewegungen einen Computer zu steuern, mit dem sie beispielsweise Dokumente unterzeichnen oder auf ihr Konto zugreifen können (vgl. Tobii Dynavox PCEye Plus, o.D.). Menschen mit sprachlichen Einschränkungen können mithilfe der Eye-Tracking-Technik einen Sprachcomputer bedienen, durch den sie mit anderen kommunizieren können (vgl. Tobii Dynavox I-Series+, o.D.). Weiterhin findet Eye-Tracking auch in der medizinischen Forschung und klinischen Praxis „von ophthalmologischen bis hin zu neurologischen, psychiatrischen und neuropsychologischen Fragestellungen“ Anwendung – z.B. bei der Erforschung visueller Beeinträchtigungen von Patienten mit Augenkrankheiten, für Kontrolluntersuchungen nach Augenoperationen oder Untersuchungen zu Besonderheiten der Augenbewegungen bei degenerativen neuronalen Erkrankungen wie Morbus Parkinson oder Multipler Sklerose (Bartl-Pokorny, Pokorny, Bölte, Langmann, Falck-Ytter, Wolin, Einspieler, Sigafos & Marschik 2013: 193f.).

Diese Relevanz von Eye-Tracking für das alltägliche Leben trifft auch auf die Anwendung der Methode im Rahmen vieler weiterer wissenschaftlicher und in diesem Zusammenhang auch psycholinguistischer Fragestellungen zu. Es geht also nicht nur um „graue Theorie“, sondern um Erkenntnisse, die den Alltag von Menschen direkt betreffen und erleichtern können. Um an dieser Stelle nur ein Beispiel zu nennen, da im zweiten Teil der Arbeit noch ausführlich auf ausgewählte Eye-Tracking-Studien eingegangen wird, soll auf eine Untersuchung von Gary Feng und Jia Guo aus dem Jahre 2013 hingewiesen werden. Die beiden Wissenschaftler haben mithilfe von Eye-Tracking herausgefunden, dass es Kindern, die noch nicht lesen können, oft schwerfällt einzuschätzen, wo ihre Eltern während des Vorlesens genau hinsehen; auf der anderen Seite haben Eltern oft Schwierigkeiten nachzuvollziehen, wo ihre Kinder während des Vorlesens hinsehen, wodurch es ihnen wiederum schwerfällt, die geteilte Aufmerksamkeit (*joint attention*) zu regulieren. Als den Eltern und Kindern im Rahmen der Studie mithilfe eines beweglichen Cursors gezeigt wurde, worauf der jeweils andere seinen Blick während des Vorlesens richtete, zeigten die Kinder Fortschritte in ihrem Verständnis von geschriebener Schrift, Aufmerksamkeit auf die Schrift und dem Lernen von Wörtern; die Eltern zeigten signifikante Verbesserungen in der Steuerung der *joint attention* (vgl. Guo & Feng, 2013). Dieses Beispiel zeigt, dass Erkenntnisse aus

wissenschaftlichen Studien Relevanz für den Alltag haben und, wie in diesem Fall, Eltern Wissen an die Hand geben können, ihre Kinder in der (Sprach-)Entwicklung noch gezielter zu unterstützen. Die Erkenntnisse der Studie können aber auch auf andere Bereiche – wie etwa den Mathematikunterricht – ausgeweitet werden, in denen ein „Sichtbarmachen“ der Blickbewegungen des Gegenübers, so die Vermutung der Autoren, für Kinder ebenso eine große (Lern-)Hilfe darstellen kann.

## **2.2. Eye-Tracking in der Psycholinguistik**

Die Psycholinguistik ist ein Teilbereich der Linguistik, der sich mit dem Spracherwerb, der Sprachrezeption, der Sprachproduktion, Sprachstörungen und den Zusammenhängen zwischen Sprache und Kognition beschäftigt und Fragestellungen dieser Bereiche mit experimentellen Methoden erforscht (Höhle 2012: 11f.). Mit diesen wird – sehr vereinfacht ausgedrückt – versucht, anhand von äußerlich beobachtbaren oder messbaren Vorgängen Rückschlüsse auf die Verarbeitung von Sprache im Gehirn zu ziehen. Dies ist nötig, da die mentalen Prozesse, welche die Psycholinguistik erforscht, sich der Beobachtung des Sprechers bzw. Hörers entziehen (Höhle 2012: 11) – Sprecher sind z.B. nicht in der Lage, selbst zu beschreiben, wie sie ihre Muttersprache gelernt haben oder wie sie als bilinguale Sprecher den Zugriff auf die richtige Sprache steuern. Je nach Fragestellung kommen in der psycholinguistischen Forschung unterschiedliche (linguistische sowie nicht-linguistische) Methoden zum Einsatz. Eine dieser Methoden ist das Eye-Tracking. Eye-Tracking ermöglicht es in der Psycholinguistik, Hypothesen zu überprüfen, die sich auf die Verteilung visueller Aufmerksamkeit beziehen (Mertins 2016: 20). Es kann dabei als alleinige Forschungsmethode eingesetzt, aber auch mit anderen Methoden kombiniert werden. Eine Kombination (z.B. Eye-Tracking mit Elizitation) ist vor allem dann sinnvoll, wenn nachgewiesen werden soll, dass Sprache einen Einfluss auf Kognition hat, sodass die Hypothese und die gewonnenen Daten auch durch nicht-linguistische Daten (wie z.B. Augenbewegungen) untermauert werden können (Mertins 2016: 27).

Eye-Tracking gehört zu den Online-Methoden, da mit ihr automatisierte und unbewusste mentale Vorgänge untersucht werden, die – durch die Bewegung der Augen, welche zunächst vom Körper ausgeführt werden muss – erst mit einer kurzen Zeitverzögerung sichtbar werden (Mertins 2016: 17f.). Wie andere Online-Methoden

auch, bedeutet Eye-Tracking einen verhältnismäßig hohen personellen und zeitlichen Aufwand, da nicht gleichzeitig die Daten vieler Teilnehmer erhoben werden können, sondern jeder Proband einzeln untersucht werden muss; dadurch bietet diese Form der Datenerhebung aber auch den Vorteil, dass die Wissenschaftler den Ablauf und die Durchführung des Experiments besser kontrollieren können (Mertins 2016: 18). Dies ist bei Studien mit kleinen Kindern ohnehin von großer Bedeutung, da es hier besonders darauf ankommt, das Experiment für das jeweilige Kind so zu gestalten, dass es sich wohlfühlt und nicht vorzeitig das Interesse verliert (vgl. Kap. 2.6.2.).

Für Säuglinge und Kleinkinder eignen sich nicht-linguistische Online-Methoden (und True Online-Methoden) auch deshalb gut, da sich mit diesen ein Zugang zur kindlichen Wahrnehmung und Verarbeitung der Welt und ihrer Art zu lernen finden lässt, obwohl die Kinder selbst noch keine Anweisungen befolgen oder Aufgaben bearbeiten können, für die sie bewusste Entscheidungen treffen müssten. In Studien, die Kinder im Säuglings- und Kleinkindalter untersuchen, werden dennoch auch Offline-Methoden, wie etwa Fragebögen, eingesetzt – dann allerdings ausgefüllt von Erwachsenen und basierend auf deren Beobachtungen des jeweiligen Kindes. Ein Beispiel für Fragebögen, die sich auf die sprachlichen Fähigkeiten von Kindern beziehen, sind etwa die *MacArthur-Bates Communicative Development Inventories* (MB-CDIs), auf die im Forschungsteil dieser Arbeit noch genauer eingegangen wird.

Da sich diese Arbeit mit der Eye-Tracking-Methode bei einer speziellen Altersgruppe beschäftigt, soll nachfolgend noch geklärt werden, wie die Begriffe „Säugling“ und „Kleinkind“ genau definiert werden können. Als Säuglinge werden Kinder „ab Beginn des 29. Lebenstages bis zum vollendeten 12. Lebensmonat“ bezeichnet, während Kleinkinder Kinder „ab Beginn des 2. bis zum vollendeten 3. Lebensjahr“ sind (vgl. Kassenärztliche Bundesvereinigung: Altersgruppen, 2019). In den hauptsächlich in englischer Sprache erschienenen Veröffentlichungen und wissenschaftlichen Studien, auf die sich diese Arbeit zu einem großen Teil bezieht, wird von dieser Altersgruppe zusammenfassend als *infants* gesprochen.

### **2.3. Arten von Augenbewegungen**

Eye-Tracker können sehr präzise abbilden, wo Menschen zu einem bestimmten Zeitpunkt hinsehen, die Aufzeichnung dieser Augenpositionen alleine reicht jedoch für die meisten

Studien nicht aus, denn das Gerät muss auch zuordnen können, zu welcher Art von Augenbewegung die Blickpositionen gehören. In diesem Kapitel sollen deswegen die Arten von Augenbewegungen, die beim Menschen vorkommen und die im Rahmen von Eye-Tracking-Studien von Bedeutung sein können, kurz vorgestellt werden.

Um visuelle Informationen scharf wahrnehmen zu können, müssen Menschen ihre Augen ständig bewegen, da nur ein kleiner Bereich der Netzhaut, die Fovea (auch Sehgrube genannt) – bedingt durch eine besonders hohe Dichte an Zapfenzellen, einer Art Fotorezeptoren – die volle Sehschärfe ermöglicht (Holmqvist, Nyström, Andersson, Dewhurst, Jarodzka & van de Weijer 2015: 21). Diese schnellen, sprunghaften Augenbewegungen zur Positionierung visueller Informationen auf der Fovea werden *Sakkaden* genannt, sie dauern im Schnitt zwischen 30 und 80 ms und können extrem hohe Geschwindigkeiten erreichen – so hoch, dass sie die schnellste Bewegung sind, die der menschliche Körper ausführen kann (Holmqvist *et al.* 2015: 23). Zwischen den Sakkaden treten *Fixationen* auf, in denen das Auge relativ still verweilt, um die visuellen Informationen wahrzunehmen (Feng 2011: 2). Man spricht davon, dass das Auge „relativ“ still steht, da auch während einer Fixation noch weitere minimale Augenbewegungen – sogenannte *Mikrosakkaden*, *Drifts* und ein *Tremor* – auftreten, die vor allem in der Neurologie untersucht werden (Holmqvist *et al.* 2015: 22f.). Fixationen haben typischerweise eine Dauer von 200 bis 300 ms, können aber auch nur wenige Zehntel Millisekunden oder sogar mehrere Sekunden dauern (Holmqvist *et al.* 2015: 21ff.).

Weitere Augenbewegungen, die neben Sakkaden auftreten, sind *glatte Augenfolgebewegungen* bzw. *Smooth Pursuits*, mit denen Objekte, die sich langsam bewegen, mit den Augen verfolgt werden können (Karnath & Thier 2006: 297). Sakkaden und Smooth Pursuits sind zielgerichtete Augenbewegungen, d.h. mit ihnen können Menschen willentlich ihren Blick verlagern (Karnath & Thier 2006: 296f.). Neben den zielgerichteten Augenbewegungen gibt es außerdem eigenbewegungskompensierende Augenbewegungen, welche Bildverschmierungen – die automatisch durch Bewegungen der Augen zusammen mit dem Kopf entstehen – durch gegenläufige Augenbewegungen ausgleichen, um das Bild auf der Fovea zu stabilisieren (Karnath & Thier 2006: 296). Dazu gehören der *vestibulookuläre Reflex* sowie der *optokinetische Reflex*, um Kopf- und Körperbewegungen bzw. Eigenbewegungen zu kompensieren (Karnath & Thier 2006: 296f.). Darüber hinaus treten *Vergenzbewegungen* auf, bei denen beide Augen sich in

entgegengesetzte Richtungen bewegen, um Doppelsehen zu vermeiden, wenn ein fokussiertes Objekt sich in einem dreidimensionalen Raum bewegt (Holmqvist *et al.* 2015: 24). Während die meisten gängigen Eye-Tracking-Systeme dafür konzipiert sind, Sakkaden und Fixationen zu erkennen, können die anderen Arten von Augenbewegungen jedoch nicht von allen Systemen korrekt identifiziert werden, weswegen sie in Eye-Tracking-Experimenten besonders gewissenhaft überwacht werden müssen, wie Feng (2011) anmerkt (Feng 2011: 2).

Bezogen auf Eye-Tracking-Studien mit Säuglingen und Kleinkindern ist es wichtig zu wissen, dass die meisten anatomischen Merkmale der Netzhaut bereits bei der Geburt ausgebildet sind bzw. sich noch innerhalb der ersten Lebensmonate entwickeln (Trueswell 2008: 82). Auch die grundlegenden blickmotorischen Fähigkeiten – Fixationen, Sakkaden und sogar Smooth Pursuits – sind bis zur Beendigung des ersten Lebensjahres vorhanden (Trueswell 2008: 82). Darüber hinaus finden allerdings weitere körperliche sowie kognitive Entwicklungen über das erste Lebensjahr hinaus statt, die bei Eye-Tracking-Studien mit Kindern diesen Alters berücksichtigt werden müssen, da sie für die Planung des Experiments und die Interpretation der Ergebnisse eine besondere Herausforderung bedeuten können. In Kapitel 2.6., das sich genauer mit den Herausforderungen beschäftigt, denen Wissenschaftler sich gegenübersehen, wenn sie Eye-Tracking-Studien mit Säuglingen und Kleinkindern durchführen möchten, wird dieser Punkt noch im Detail erläutert.

## **2.4. Die kindliche Sprachentwicklung**

Babys besitzen bereits von Geburt an bestimmte Fähigkeiten, die ihre Sprachwahrnehmung betreffen. So können schon Säuglinge sprachliche von nicht-sprachlichen Lauten unterscheiden und innerhalb der ersten sechs Lebensmonate sehr feine Lautunterscheidungen machen; zwischen dem sechsten und zwölften Lebensmonat findet dann eine Sensibilisierung auf die Lautunterscheidungen der Sprache statt, die um sie herum gesprochen wird (Szagun 2013: 36). Ab sechs Monaten können Babys ähnlich klingende Sprachreize (wie etwa die Silben *ba* und *ga*) voneinander unterscheiden, außerdem lernen sie in diesem Alter Wortgrenzen zu erkennen, indem sie darauf achten, welche Silben betont werden (Wendlandt, Niebuhr-Siebert & Sandrieser 2017: 60). Ab etwa neun Monaten sind sie in der Lage, sprachliche Äußerungen im Kontext zu

verstehen, bis sie dann mit zehn bis zwölf Monaten einzelne Wörter auch kontextunabhängig verstehen können (Wendlandt *et al.* 2017: 60f.). All diese Schritte laufen ab, bevor das Kind selber aktiv sprachliche Äußerungen produziert, sind aber ein grundlegender Teil der Entwicklung des Sprachverstehens und spielen auch eine bedeutsame Rolle bei der Vorbereitung der Sprachproduktion.

Die Fähigkeit, Sprache zu verstehen, wird von Kindern über sogenannte Verstehensstrategien erworben (Wendlandt *et al.* 2017: 63). Dabei nutzen sie ihr zu einem bestimmten Zeitpunkt vorhandenes Wissen, um Annahmen über sprachliche Äußerungen zu machen. Verstehen Kinder mit einem Jahr bis zu 50 einzelne Wörter, sind es mit zwei Jahren schon bis zu 400, mit zweieinhalb Jahren 2.000 und mit sechs Jahren bis zu 14.000 Wörter – wobei Kinder zu jedem Zeitpunkt der Sprachentwicklung deutlich mehr Wörter verstehen, als sie selber bereits äußern können (Wendlandt *et al.* 2017: 63f.). Mit zweieinhalb Jahren ist das innere Lexikon hinsichtlich der Wortarten weitgehend komplett; mit fünf Jahren nutzen Kinder dann auch grammatische Hinweise – wie etwa den Kasus – um sprachliche Äußerungen zu interpretieren, außerdem sind sie in diesem Alter in der Lage, Neben- und Passivsätze zu verstehen (Wendlandt *et al.* 2017: 63).

Während Säuglinge ihr Befinden in den ersten sechs Lebenswochen nur durch Schreien zum Ausdruck bringen können, bilden sie ab der siebten Woche schon erste Gurrlaute (Wendlandt *et al.* 2017: 60). Ab dem vierten Monat beginnen Kinder zu lallen, dabei wandelt sich das Lallen von marginalem über reduplizierendes hin zu variierendem Lallen, also von Lauten, die das Kind ausprobiert (und die es in der Muttersprache nicht gibt) bis hin zu verschieden klingenden Silben und Lauten, die auch in der Muttersprache vorkommen (Wendlandt *et al.* 2017: 60ff.). Bis zu einem Alter von zwölf Monaten werden die Lalläußerungen immer länger; ab neun Monaten produzieren Kinder erste Protowörter und mit einem Jahr dann zielgerichtet erste Wörter ihrer Muttersprache (Wendlandt *et al.* 2017: 62). Personal-soziale Wörter (z.B. *hallo, ja*), relationale Wörter (z.B. *da, auch*) und Lautmalereien dominieren den darauf aufbauenden frühen Spracherwerb bis zu eineinhalb Jahren, während bis zu einem Alter von zweieinhalb Jahren Nomen, ab zweieinhalb Jahren auch Funktionswörter und Verben deutlich zunehmen (Wendlandt *et al.* 2017: 64). Ab ca. 18 Monaten findet auch die Phase der sogenannten „Wortschatzexplosion“ bzw. des „Vokabelspurts“ statt, die ihren Namen deshalb trägt, da Kinder in dieser Entwicklungsphase neue Wörter besonders schnell zuordnen können (*Fast Mapping*) (Wendlandt *et al.* 2017: 64). Der Begriff

„Wortschatzexplosion“ wird jedoch auch kritisch gesehen, da er einen „explosionsartigen“ Anwuchs des Vokabulars suggeriert, der aufgrund der großen individuellen Unterschiede in der Sprachentwicklung so nicht für jedes Kind zutrifft. Szagun (2013) hält den Begriff daher für nicht gerechtfertigt und „übertrieben“ (Szagun 2013: 132).

Ab einem Alter von etwa eineinhalb Jahren beginnt auch der Erwerb der Grammatik. Verwenden einjährige Kinder zunächst noch Äußerungen, die nur aus einem einzigen Wort bestehen, produzieren sie ab 18 Monaten schon Zweiwortäußerungen und mit zwei Jahren Mehrwortäußerungen, deren Länge kontinuierlich zunimmt (Wendlandt *et al.* 2017: 65). Ab etwa zweieinhalb Jahren beginnen sie kurze, grammatikalisch korrekte Sätze zu produzieren; so verwenden Kinder mit Deutsch als Muttersprache z.B. die Verbzweitstellung in Hauptsätzen, können neben dem Genitiv auch den Nominativ (im geforderten Kontext) richtig verwenden, Fragen mit Fragepronomina korrekt bilden und sie erwerben die Subjekt-Verb-Kongruenz, können also Sätze bilden, in denen Numerus und Person bei Subjekt und Verb übereinstimmen (Wendlandt *et al.* 2017: 65ff.). Im Laufe des dritten und vierten Lebensjahres produzieren Kinder dann komplexe Satzstrukturen, auch mit Satzgefügen, Nebensätzen und Passivkonstruktionen (Szagun 2013: 84). Ganz grundsätzlich lässt sich sagen, dass die meisten Kinder – unabhängig davon, mit welcher Sprache sie aufwachsen – im Alter zwischen eineinhalb und vier Jahren die grundlegenden Regeln der Grammatik ihrer Muttersprache erwerben (Szagun 2013: 63).

Eine wichtige Rolle im Rahmen der kindlichen Sprachentwicklung spielt darüber hinaus der Erwerb kommunikativer Fähigkeiten. (Vorsprachliche) Kommunikation findet von Geburt an statt, denn Babys kommunizieren durch Bewegungen und Schreien, später auch durch Gurren und Lallen, während Eltern mit ihren Kindern ebenfalls durch Bewegungen und Gesten, aber auch durch Sprechen (oft in der kindgerichteten Sprache (KGS), die die Aufmerksamkeit von Säuglingen besonders effektiv regulieren kann) kommunizieren (Szagun 2013: 36ff.). Wenn Kinder ab etwa vier Monaten zu lallen beginnen, entstehen so bereits erste dialogähnliche Strukturen; mit ca. acht bis zehn Monaten setzen Säuglinge bereits gezielt und selbständig Blickkontakt, Gesten und Laute ein, um eine Reaktion bei ihrem Gegenüber hervorzurufen (Wendlandt *et al.* 2017: 67). Im Laufe der Zeit lernen sie, dass in Gesprächen abwechselnd gesprochen wird und erwerben das Wissen, welche Möglichkeiten ihnen Gespräche eröffnen – so können sie

z.B. Fragen stellen, um Hilfe bitten, ihre Meinung äußern oder widersprechen (Wendlandt *et al.* 2017: 67ff.). Im Alter von etwa vier Jahren erwerben Kinder die Erzählfähigkeit, können jetzt also auch Ereignisse schildern, die in der Vergangenheit liegen (Wendlandt *et al.* 2017: 67). Der direkten Interaktion mit anderen Menschen kommt beim Erwerb kommunikativer und sprachlicher Fähigkeiten eine besondere Bedeutung zu, weil Kinder ohne sie keine Sprache lernen würden. Am besten lernen Kinder – wie in verschiedenen Studien nachgewiesen werden konnte – Sprache im direkten Kontakt (und hier im Zustand der geteilten Aufmerksamkeit) mit Erwachsenen; das Schauen von „Sprachlern-DVDs“ oder Sendungen wie den Teletubbies, die extra für Säuglinge und Kleinkinder konzipiert wurden, konnte dagegen auch bei regelmäßigem Konsum kaum zur Vergrößerung des kindlichen Wortschatzes beitragen (vgl. DeLoache, Chiong, Sherman, Islam, Vanderborght, Troseth, Strouse & O’Doherty, 2010; Krcmar, Grela & Lin, 2007).

Wichtig zu betonen ist, dass es in Hinblick auf die Sprachentwicklung von Kindern große individuelle Unterschiede geben kann. Sowohl der Zeitpunkt des Erreichens einzelner Meilensteine als auch der Entwicklungsverlauf und der Erwerbsstil können sich dabei von Kind zu Kind unterscheiden (von Suchodoletz 2013: 4). Aus diesem Grund handelt es sich bei den hier vorgestellten Angaben auch lediglich um grobe Richtwerte. Am treffendsten spricht man bei Kindern von *Altersspannen*, innerhalb derer die Sprachentwicklung unterschiedlich schnell voranschreitet und an deren Ende erst eine *Altersangabe* steht, an der die meisten sich normal entwickelnden Kinder bestimmte Fähigkeiten erreicht haben. Unterschiede in der Sprachentwicklung von Kind zu Kind sind also ganz normal – auch Szagun (2013) betont in diesem Zusammenhang, „dass Variabilität Normalität ist“ (Szagun 2013: 157).

Was die psycholinguistische Forschung mit Säuglingen betrifft, so können Babys zwar noch nicht sprechen, doch finden innerhalb der ersten Lebensmonate im Bereich der Sprachwahrnehmung – wie in diesem Kapitel beschrieben – bereits viele wichtige Entwicklungsschritte statt, sodass spezielle Messmethoden eingesetzt werden müssen, wenn man diese nachvollziehen möchte. Die Sprachwahrnehmung bei Babys mithilfe von Eye-Tracking zu untersuchen, ist dabei eine relativ neue Methode; zuvor wurden entsprechende Studien z.B. über die Messung der Saugrate oder der Zuwendungspräferenz durchgeführt, wobei „eine Veränderung der Saugrate und längeres Hinhören [...] Indikator für die Unterscheidung und Präferenz eines auditiven Stimulus“ sind (Szagun 2013: 52). Dank dieser Methoden konnten bereits aufschlussreiche

Erkenntnisse gewonnen werden: So weiß man etwa, dass „ein Monate alte Babys [...] über kategoriale Wahrnehmung“ verfügen, sie „in der ersten Hälfte des ersten Lebensjahres [...] Konsonanten unterscheiden [können], wenn diese hinsichtlich des Ortes und der Art der Artikulation variieren“ und sie ebenfalls „in diesem Alter Vokale unterscheiden“ können (Szagun 2013: 52). Diese Erkenntnisse über das Sprachverstehen und die Sprachentwicklung von Säuglingen wären ohne die psycholinguistische Forschung nicht möglich gewesen; und die hochpräzise Methode des Eye-Tracking eröffnet in diesem Zusammenhang – schon jetzt und auch für die Zukunft – neue Möglichkeiten für ein noch tiefgreifenderes Verständnis der kindlichen Sprachentwicklung (siehe auch Kap. 2.7.).

## **2.5. Der Zusammenhang zwischen Augenbewegungen und dem Sprachverstehen von Kindern**

In psycholinguistischen Eye-Tracking-Studien mit Säuglingen und Kleinkindern werden nun die Augenbewegungen der Kinder aufgezeichnet und analysiert, um anhand dieser Daten Rückschlüsse auf die Sprachverarbeitung und das Sprachverstehen zu ziehen. (Bei den folgenden Beispielen handelt es sich zwar zum Teil um Studien mit etwas älteren Kindern, sie sollen aber trotzdem zur Veranschaulichung genutzt werden, um darzulegen, inwiefern Augenbewegungen als Maßstab für die Erforschung kognitiver Verarbeitungsprozesse und die Entwicklung kindlicher Fähigkeiten in der Psycholinguistik herangezogen werden können.) Inwiefern spiegeln die aufgezeichneten Augenbewegungen von Kindern also tatsächlich kognitive Prozesse wider und wie begründen Wissenschaftler ihre linguistischen Schlussfolgerungen, die lediglich auf Bewegungen der Augen beruhen? Um diese Fragen zu beantworten, wurden drei verbindende Annahmen (*linking assumptions*) formuliert, die verdeutlichen, wieso Augenbewegungen die Aufmerksamkeit spiegeln und somit Rückschlüsse auf die kognitiven Prozesse der Sprachverarbeitung zulassen. Diese drei verbindenden Annahmen besagen, ...

- 1.) dass die Position der Augen die aktuelle *Aufmerksamkeit* des Kindes wiedergibt, welche einerseits durch seine Ziele (= endogene Faktoren) und andererseits durch Merkmale der Welt um es herum (= exogene Faktoren) gesteuert wird;

- 2.) dass die Aufmerksamkeit des Kindes (in Aufgaben, in denen Sprache mit sichtbaren Referenten verbunden wird) als Indikator für *referentielle Entscheidungen* genutzt werden kann und diese Entscheidungen ...
- 3.) ... wiederum genutzt werden können, um Schlussfolgerungen über die *syntaktischen Entscheidungen* des Kindes zu ziehen (sofern diese Entscheidungen nötig sind, um den Referenten zu bestimmen) (Trueswell 2008: 81).

Basierend auf behavioralen und neurophysiologischen Studien kann davon ausgegangen werden, dass ein Zusammenhang zwischen Fixationen und der räumlichen Aufmerksamkeit besteht (Trueswell 2008: 82). Die Frage, was genau in einer bestimmten Situation fixiert wird, wird dabei sowohl von *endogenen* (aus den eigenen Plänen und Erwartungen heraus entstehenden) als auch von *exogenen* (aus äußeren Ursachen heraus entstehenden) Faktoren gesteuert. Das heißt, dass auf der einen Seite Erwartungen und Pläne bestimmen, worauf wir unseren Blick richten, auf der anderen Seite aber auch Dinge, die unsere Aufmerksamkeit erregen – sei es aufgrund von Bewegung, plötzlichem Erscheinen oder besonders hervorstechenden Farben oder Formen – unseren Blick sehr schnell und nahezu automatisch anziehen (Trueswell 2008: 83). In vielen (auch alltäglichen) Situationen müssen endogene Faktoren die exogenen Faktoren überlagern, sodass wir nicht den Aspekten Aufmerksamkeit schenken, die am auffälligsten sind, sondern jenen, die im Zusammenhang mit einer bestimmten Aufgabe oder Situation relevant sind (Trueswell 2008: 83). Säuglinge und Kleinkinder besitzen diese Fähigkeit jedoch noch nicht in vollem Umfang, was bei Eye-Tracking-Studien mit dieser Altersgruppe unbedingt berücksichtigt werden muss – auf diesen Punkt wird auch in Kapitel 2.6.5. noch genauer eingegangen.

Die Annahme, dass die Verteilung der visuellen Aufmerksamkeit von Kindern auch als Indikator für referentielle und syntaktische Entscheidung genutzt werden kann, lässt sich mithilfe von psycholinguistischen Experimenten untermauern. Eines dieser Experimente ist von Trueswell, Sekerina, Hill & Logrip aus dem Jahre 1999, in welchem die Wissenschaftler mit Eye-Tracking untersucht haben, wo fünfjährige Kinder hinsehen, während sie (unterschiedlich formulierte) gesprochene Anweisungen hören. Dazu wurden Versuchsanordnungen genutzt, die ähnlich aufgebaut waren wie in Abbildung 1 dargestellt:

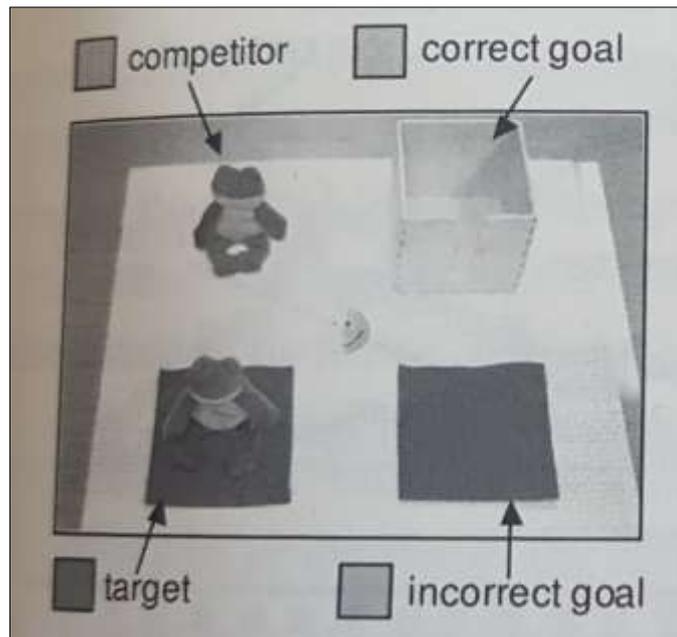


Abb. 1: Exemplarische Versuchsanordnung der Put-task  
(Quelle: Trueswell 2008: 79)

Im Rahmen des Experiments haben die Kinder beim Hören des Satzes *Put the frog that's on the napkin into the box* andere Bereiche der Versuchsanordnung angesehen als zu dem Zeitpunkt, als ihnen der Satz *Put the frog on the napkin into the box* vorgespielt wurde. Dies liegt daran, dass in zweiterem der Satzabschnitt *on the napkin* sowohl ein Ziel für die Aufforderung „put“ als auch ein Attribut der Nominalphrase *the frog* sein kann; d.h. es kann – bis das Kind das Ende des Satzes hört – sowohl gemeint sein, dass es den einzelnen Frosch (*competitor*, oben links) auf der leeren Serviette platzieren soll als auch, dass es den anderen Frosch (*target*, unten links) bewegen soll, der sich bereits auf einer Serviette befindet. In dem ersten Satz ist diese Zweideutigkeit nicht gegeben, weil es sich durch das Relativpronomen *that* eindeutig nur um den Frosch handeln kann, der bereits auf einer Serviette sitzt. Da die teilnehmenden Kinder in der Studie von Trueswell *et al.* (1999) unterschiedliche Augenbewegungen zu den Referenzobjekten zeigten – je nachdem, welche Satzformulierung sie hörten – kann davon ausgegangen werden, dass ihren Blickbewegungen tatsächlich referentielle und syntaktische Entscheidungsprozesse zugrunde liegen und diese durch das Aufzeichnen der Augenbewegungen „sichtbar“ gemacht werden können.

Diese *visual world*-Methode hat zahlreiche andere Eye-Tracking-Studien zum kindlichen Sprachverstehen beeinflusst und so weitere interessante Erkenntnisse ermöglicht – z.B. darüber, wie Kinder mit anderen Muttersprachen diese Sprache

verarbeiten (etwa im Koreanischen, was eine andere Syntax als das Englische aufweist; vgl. Choi & Trueswell, 2010) oder wie sie die visuelle Perspektive ihres Gegenübers in Gesprächen bestimmen (vgl. z.B. Epley, Morewedge & Keysar, 2004). Trueswell (2008) betont die Anwendbarkeit dieser Methode im Rahmen psycholinguistischer Experimente besonders, da sie es ermöglicht, sowohl die Entwicklung sprachlicher Repräsentationen auf verschiedenen linguistischen Ebenen als auch den Sprachgebrauch von der Kindheit bis ins Erwachsenenalter hinein sehr detailliert zu verfolgen (und so auch besser zu verstehen, wie diese Fähigkeiten bei Kindern wachsen und reifen) (Trueswell 2008: 92).

## **2.6. Herausforderungen**

Kann also davon ausgegangen werden, dass Augenbewegungen Rückschlüsse auf die Verteilung der Aufmerksamkeit und die Sprachverarbeitung von Kindern zulassen, eröffnen sich zahlreiche Möglichkeiten, mit Eye-Tracking spannende Fragestellungen der kindlichen (Sprach-)Entwicklung zu erforschen. Gleichzeitig gibt es bei Eye-Tracking-Studien mit Säuglingen und Kleinkindern aber auch einige Besonderheiten zu beachten, die dem Alter der jungen Versuchsteilnehmer geschuldet sind und die bei der Planung und Durchführung von Experimenten mit dieser Altersgruppe berücksichtigt werden sollten, um am Ende aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten.

### **2.6.1. Vorsprachlichkeit**

Eine der offensichtlichsten Herausforderungen, die bei wissenschaftlichen Studien mit Säuglingen und Kleinkindern zum Tragen kommt (und mit der die folgenden drei Herausforderungen zusammenhängen), ist die, dass es sich bei diesen Kindern zum Teil noch um präverbale (oder vorsprachliche) Versuchsteilnehmer handelt. Das bedeutet für die Forscher, dass sie ihnen nicht einfach – wie bei Experimenten mit Erwachsenen – erklären können, wie das Experiment ablaufen wird oder welche Erwartungen an ihr Verhalten gestellt werden. Es ist also nicht einmal möglich, den Kindern ganz grundsätzliche Anweisungen, die für ein Gelingen der Studie essentiell sind, zu geben – wie etwa, dass sie auf eine bestimmte Stelle auf dem Bildschirm schauen oder während der Messungen ruhig sitzen bleiben sollen. Um trotzdem angemessene Rahmenbedingungen für Eye-Tracking-Studien mit dieser jungen Altersgruppe zu

schaffen, werden von Wissenschaftlern verschiedene Maßnahmen ergriffen, die diese Einschränkungen soweit wie möglich ausgleichen sollen, um möglichst von allen Kindern genügend Daten sammeln zu können.

### **2.6.2. Begrenzte Aufmerksamkeitsspanne**

Wichtig ist in diesem Zusammenhang zunächst, dass der Versuch so aufgebaut ist, dass das Kind ohne längere Erklärungen automatisch das tut, was für die Durchführung des Experiments nötig ist – nämlich aufmerksam hinzusehen. Dies wird z.B. erreicht, indem ihm ein interessantes Video auf einem Bildschirm gezeigt wird, während das Eye-Tracking-Gerät die Augenbewegungen aufzeichnet. Es wird also versucht, durch eine möglichst natürliche und altersgerechte Ansprache des Kindes eine Situation herzustellen, in der es aus eigener Motivation heraus Interesse zeigt und freudig „mitmacht“. Da Säuglinge und Kleinkinder nur über eine begrenzte Aufmerksamkeitsspanne verfügen (Gredebäck *et al.* 2010: 3), dürfen diese Darbietungen allerdings nicht zu lange dauern und müssen für die jungen Probanden so interessant sein, dass sie nicht frühzeitig das Interesse verlieren. Im *Child and Baby Lab* der Universität Uppsala in Schweden, an dem Studien zu kindlicher Wahrnehmung und sozialer, mentaler und kognitiver Entwicklung durchgeführt werden, dauern die Darbietungen im Rahmen von Eye-Tracking-Studien z.B. typischerweise nur ein paar Minuten und sind so konzipiert, dass das Anschauen den Kindern Spaß macht (vgl. Uppsala Child and Baby Lab: Research Methods – Eye Tracking and Pupillometry, o.D.). Das ist wichtig, damit möglichst wenige Teilnehmer im Nachhinein aufgrund von Lücken in den Aufzeichnungen der Augenbewegungen vom Experiment ausgeschlossen werden müssen. Nichtsdestotrotz sollte, trotz kindgerechten Aufbaus, bereits bei der Planung der Studie an eine ausreichend große Teilnehmerzahl gedacht werden, sodass auch trotz möglichen Datenverlustes (sei es durch Desinteresse, Kopfbewegungen, Probleme mit der Technik o.ä.) noch Daten von ausreichend Probanden für eine korrekte statistische Analyse erhoben werden können (mindestens 20 Teilnehmer plus 30 % mehr, vgl. Mertins 2016: 18f.).

### **2.6.3. Kopfbewegungen**

Im Zusammenhang mit der Vorsprachlichkeit ist es – wie bereits kurz angemerkt – nicht möglich, den Kindern mitzuteilen, dass sie während des gesamten Experiments still sitzen bleiben sollen. Selbst wenn manche Kleinkinder einfache Anweisungen schon verstehen können, besitzen sie trotzdem nur eine kurze Aufmerksamkeitsspanne und können sich nicht lange auf eine Aufgabe konzentrieren, sodass ruhiges Sitzenbleiben auch für sie eine Herausforderung darstellt. Bewegungen des Kopfes oder Körpers sind aber problematisch, weil dadurch die Augen für längere Zeit aus dem Aufnahmebereich geraten und so über bestimmte Zeiträume – in denen das Kind vielleicht sogar gerade hinschaut – keine Blickdaten gesammelt werden können, was die Messgenauigkeit und somit auch die Aussagekraft der Ergebnisse enorm beeinflusst (Oakes 2012: 3). Eine mögliche Herangehensweise an dieses Problem ist es, die Kinder auf eine bestimmte Art und Weise an einem vorher festgelegten Ort zu positionieren. Um ein Vornüberbeugen oder Wegkrabbeln während der Messungen zu verhindern, können sie z.B. in einen Autositz gesetzt werden, der größere Kopfbewegungen und ein Entfernen aus dem Messbereich der Kameras verhindert (Gredebäck *et al.* 2010: 4). Diese Methode erlaubt es in vielen Fällen auch, dass die Eltern während des Experiments ihre Kinder mit dem Sitz auf dem Schoß halten und so den Ablauf beobachten können (Gredebäck *et al.* 2010: 4). Darüber hinaus werden auch vonseiten der Hersteller von Eye-Trackern verschiedene Maßnahmen entwickelt, um Datenverlust durch Bewegungen zu minimieren, deren Einsatz in Studien mit Säuglingen und Kleinkindern sinnvoll sein kann: Dazu gehören etwa magnetische Headtracking-Systeme oder Eye-Tracker, die mehrere Lichtquellen und Sensoren nutzen (Oakes 2012: 3).

### **2.6.4. Kalibrierung**

Auch eine gewissenhafte Kalibrierung – gerade bei Eye-Tracking-Studien, bei denen minimale Unterschiede in den Augenbewegungen entscheidend sein können – ist sehr wichtig, da von ihrer Qualität die Aussagekraft der später aufgezeichneten *points of gaze* (POGs) und damit auch die der Studienergebnisse abhängt (Oakes 2012: 2; Feng 2011: 3). Aus diesem Grund sollte sie sorgfältig geplant und ebenso gewissenhaft durchgeführt werden. Erwachsene Teilnehmer werden normalerweise gebeten, auf mehrere vorher festgelegte Positionen zu schauen und sie zu fixieren, diese anspruchsvolle Aufgabe kann

von kleinen Kindern so jedoch nicht einfach befolgt werden (Aslin & McMurray 2004: 160). Aslin & McMurray (2004) weisen auf die Problematik hin, dass Säuglinge und Kleinkinder seltener die Kalibrierungspunkte fixieren, da diese für sie eher uninteressant sind; außerdem werden die Kinder desto weniger Kooperationsbereitschaft später im Rahmen des „richtigen“ Experiments zeigen, je länger die Kalibrierung andauert (Aslin & McMurray 2004: 160). Aus diesen Gründen werden bei Probanden dieser Altersklasse Methoden eingesetzt, die ihre Aufmerksamkeit erregen und sie so dazu bringen sollen, von selbst für eine kurze Zeit auf vorher festgelegte Punkte zu schauen – meistens durch den Einsatz von beweglichen Objekten oder Darstellungen. Bei computerbasierten Experimenten nutzt man dafür z.B. große Grafiken, die auf dem Bildschirm erscheinen und sich bewegen, bis sie immer kleiner werden und dann auf vorher festgelegten Positionen zum Stehen kommen (Gredebäck *et al.* 2010: 4; Aslin & McMurray 2004: 160). Weiterhin wird im Rahmen der Kalibrierung mit einer reduzierten Anzahl an Kalibrierungspunkten auf die begrenzte Aufmerksamkeitsspanne der jungen Teilnehmer eingegangen. Während bei Eye-Tracking-Studien mit Erwachsenen in der Regel neun Kalibrierungspunkte verwendet werden (Aslin & McMurray 2004: 160), sind es bei kleinen Kindern bis zu einem Alter von vier Monaten oft nur zwei, bei Kindern ab vier Monaten fünf oder sechs Kalibrierungspunkte (Gredebäck *et al.* 2010: 3). Eine höhere Anzahl würde zwar eine genauere Kalibrierung bedeuten, ist bei sehr jungen Kindern aber aufgrund der geringen Aufmerksamkeitsspanne oft nicht sinnvoll (Gredebäck *et al.* 2010: 3). Im Anschluss kann die Kalibrierung überprüft werden, indem Objekte gezeigt werden und mithilfe des vom Tracker erzeugten Fadenkreuzes geschaut wird, ob das Kind auf die entsprechende Stelle schaut – aber dazu muss es erst einmal direkt auf eine bekannte Position (z.B. die Mitte des präsentierten Objektes) sehen, sonst ist eine Überprüfung in dieser Form nicht möglich (Oakes 2012: 3). Auch während oder nach einem Durchgang kann eine erneute Kalibrierung nötig werden, z.B. aufgrund von Änderungen des Erregungszustands des Kindes oder der Helligkeit des Stimulus (Feng 2011: 2; Aslin & McMurray 2004: 160). Oakes weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass es bisher allerdings keine einheitlichen Kalibrierungsstandards für Eye-Tracking-Studien mit kleinen Kindern gibt und es daher für Forscher oft schwierig ist, die Qualität der Kalibrierung einzuschätzen sowie zu entscheiden, unter welchen Umständen erneut kalibriert werden sollte oder wann die erhobenen Daten aufgrund von Schwierigkeiten bei der Kalibrierung angepasst werden sollten (Oakes 2012: 3). All diese Fragen sollten

Forscher, die Eye-Tracking-Studien mit Säuglingen und Kleinkindern durchführen, deswegen im Vorfeld des Experiments für sich selbst beantworten.

### **2.6.5. Entwicklungsbedingte Veränderungen der Augenbewegungen, Aufmerksamkeitskontrolle und kognitiven Steuerung**

Wie bereits in Kapitel 2.3. erläutert, sind die meisten anatomischen Merkmale der Netzhaut und die grundlegenden blickmotorischen Fähigkeiten bereits bei der Geburt ausgebildet bzw. entwickeln sich recht bald innerhalb der ersten Lebensmonate (Trueswell 2008: 82). Es finden allerdings weitere körperliche sowie auch kognitive Entwicklungen über das erste Lebensjahr hinaus statt, welche die Augenbewegungen, die Aufmerksamkeitskontrolle und die kognitive Steuerung von Kindern betreffen. Wissenschaftler, die Studien zur kindlichen (Sprach-)Entwicklung durchführen, sollten deswegen wissen, wie diese Fähigkeiten sich mit zunehmendem Alter der Kinder verändern und sie bei der Konzeption ihrer Studien sowie der Interpretation der Ergebnisse mit in ihre Überlegungen einbeziehen.

Ein wichtiger Aspekt der kindlichen okulomotorischen Entwicklung, der nicht im Alter von zwölf Monaten abgeschlossen ist, ist dabei die *Sakkadenlatenz*, also der Zeitraum, der zwischen dem Erscheinen eines visuellen Reizes und dem Beginn einer Sakkade in Richtung dieses Reizes liegt. In einigen Studien konnte nachgewiesen werden, dass die Sakkadenlatenz mit zunehmendem Alter des Kindes abnimmt; Yang, Bucci & Kapoula (2002) fanden etwa heraus, dass sie sich erst im Alter von ungefähr zwölf Jahren an die Erwachsener angeglichen hat. In anderen Studien konnte jedoch ebenso festgestellt werden, dass schon deutlich jüngere Kinder kaum Verzögerungen im Beginn ihrer Sakkaden zeigten, sofern dem Stimulus eine kurze „Warnung“ (z.B. in Form einer Anweisung) vorausging (Trueswell 2008: 82). In Studien, die keine „Warnung“ enthalten, dass ein Stimulus erscheint, ist die Sakkadenlatenz bei der Analyse der Augenbewegungen deswegen besonders zu berücksichtigen.

Besondere Berücksichtigung sollte darüber hinaus auch der Tatsache geschenkt werden, dass Säuglinge und Kleinkinder Aspekte, die für ein Experiment nicht wichtig sind, noch nicht gänzlich ausblenden können, um sich allein auf die für die Aufgabe relevanten Aspekte zu konzentrieren (Trueswell 2008: 84). Denn während Erwachsene in der Lage sind, exogene Faktoren bewusst auszublenden und sich auf Reize zu

konzentrieren, die in einem bestimmten Zusammenhang von Bedeutung (wenn auch weniger auffällig) sind, können Säuglinge und Kleinkinder dies noch nicht in vollem Umfang (Trueswell 2008: 84). In Studien hat sich dies beispielsweise so gezeigt, dass vier Monate alte Kinder in der Lage waren, Pro-Sakkaden zu unterdrücken (also *nicht* auf einen bestimmten Stimulus zu schauen), aber keine Anti-Sakkaden durchführen konnten (also willentlich weg von einem bestimmten Reiz auf eine andere Position zu schauen) (vgl. Johnson, 1995). In einer anderen Studie nahm bei Kindern im Alter zwischen acht und 40 Monaten die Anzahl an Pro-Sakkaden mit fortschreitendem Alter kontinuierlich ab, während die Anzahl an Anti-Sakkaden kontinuierlich stieg (vgl. Scerif, Karmiloff-Smith, Campos, Elsabbagh, Driver & Cornish, 2005). Im Rahmen psycholinguistischer Fragestellungen, die sich mit der kindlichen Sprachverarbeitung befassen, ist es deswegen wichtig, den Einfluss von exogenen und endogenen Faktoren im Auge zu behalten und die visuellen Faktoren eines Experiments (wie etwa das plötzliche Erscheinen von Stimuli) gewissenhaft zu kontrollieren – andernfalls könnten Veränderungen, die auf eine Entwicklung der Aufmerksamkeitskontrolle zurückzuführen sind, als Entwicklungen des Sprachverständnisses fehlinterpretiert werden, wie Trueswell (2008) anmerkt (Trueswell 2008: 85). Dies ist bei Studien mit Säuglingen und Kleinkindern umso wichtiger, da gerade bei Kindern bis zu einem Alter von drei Jahren große Entwicklungsschritte in der Aufmerksamkeitskontrolle zu erwarten sind (Trueswell 2008: 92).

Zu beachten ist außerdem, dass es Kindern darüber hinaus oft noch schwerfällt, automatisierte Reaktionen auf Stimuli oder einmal gelernte Abläufe, die zuvor noch erwünscht waren, im Laufe eines Experiments zu verändern bzw. Situationen neu zu interpretieren (wie z.B. beim *Wisconsin Card Sorting Test*, bei dem Kinder Schwierigkeiten haben, die Karten nach einer neuen Regel zu sortieren, was Erwachsenen keine Probleme bereitet) (Trueswell 2008: 89). Dies ändert sich erst im Laufe der Jahre, wenn auch das Gehirn – und hier vor allem die Regionen, die für kognitive Steuerung zuständig sind – sich anatomisch vollständig entwickelt hat, was mit etwa zehn Jahren der Fall ist (Trueswell 2008: 89f.). Vorher hindert diese noch andauernde Entwicklung die Kinder daran, dynamische Verarbeitungsprozesse anzuwenden und ihre Reaktionen schnell und flexibel an unterschiedliche Aufgabenstellungen oder Situationen anzupassen – vor allem dann, wenn es um Reaktionen geht, die für die Kinder aus ihrer Erfahrung heraus „gut funktionieren“ oder solche, die sich (z.B. durch häufige Wiederholungen) schon gefestigt haben (Trueswell 2008: 91).

### **2.6.6. Eye-Tracker: Hard- und Software**

Weitere Aspekte, die bei Eye-Tracking-Studien mit Säuglingen und Kleinkindern besondere Herausforderungen bedeuten können, hängen mit den technischen Gegebenheiten zusammen. Holmqvist *et al.* (2015) weisen darauf hin, dass die spezifischen Anforderungen von Forschern an Hard- und Software, die sich durch ihre Forschungsfrage und die Zielgruppe des Experiments ergeben, nicht von allen Trackern erfüllt werden können (Holmqvist *et al.* 2015: 11). In diesem Zusammenhang ist es z.B. wichtig, dass der verwendete Eye-Tracker die für das Experiment zu untersuchenden Augenbewegungen auch korrekt identifizieren kann, da – wie bereits angesprochen – nicht alle Systeme auch andere Augenbewegungen über Fixationen und Sakkaden hinaus erkennen können. Außerdem kann die Software, die der Hersteller eines Gerätes anbietet, unter Umständen nicht genügend Funktionen zur Untersuchung der Forschungsfrage bieten oder nicht für Studien mit sehr jungen Teilnehmern geeignet sein, sodass das Programm zur Durchführung und Analyse des Experiments von den Wissenschaftlern zunächst selbst (z.B. mit E-Prime oder Matlab) entworfen werden muss (Oakes 2012: 3; Gredebäck *et al.* 2010: 16). Den Eye-Tracker im Anschluss in Kombination mit der fremden Software zu verwenden, kann aber problematisch sein, weil dabei auch wichtige Funktionen des Gerätes verlorengehen können (Oakes 2012: 3).

Eine weitere Herausforderung bei Eye-Tracking-Studien mit Säuglingen und Kleinkindern sind die sehr großen Datenmengen, die ohne vorherige Aufbereitung nur schwierig zu analysieren sind (Oakes 2012: 4; Gredebäck *et al.* 2010: 16). Dies liegt u.a. daran, dass es bislang keine einheitliche Definition für eine kindliche Fixation (und auch keine unterschiedlichen Definitionen je nach Alter) gibt, wodurch eine Studie, je nach festgelegter Definition, sehr unterschiedliche Ergebnisse liefern kann (Oakes 2012: 4). Wie Wissenschaftler ihre Eye-Tracking-Daten verarbeiten – ob sie die Augenpositionen ungefiltert analysieren oder ob sie vorher Fixationen berechnen – müssen sie sich daher in Hinblick auf ihre Forschungsfrage für jede Studie individuell überlegen, wie Oakes (2012) anmerkt (Oakes 2012: 4).

## **2.7. ... und Möglichkeiten**

Eye-Tracking in der wissenschaftlichen Forschung bei Säuglingen und Kleinkindern bringt jedoch nicht nur eine Reihe von Herausforderungen mit sich, sondern eröffnet auch

neue Möglichkeiten. Denn wie bereits mit dem Zitat von Gredebäck *et al.* (2010) zu Beginn dieser Arbeit angesprochen, sind Augenbewegungen eine der ersten Verhaltensweisen, die schon neugeborene Kinder bewusst steuern können. Beobachtungen der Augenbewegungen bieten Forschern somit eine einzigartige Möglichkeit, schon sehr früh Einblick in die Prozesse zu nehmen, die Kinder anwenden, um ihre Umgebung zu verarbeiten – und zwar viel präziser, als es mit „traditionellen“ Methoden der Blickmessung vorher möglich war. Denn bevor Eye-Tracking Einzug in die Entwicklungsforschung hielt, wurden Studien zur visuellen Aufmerksamkeit von Säuglingen und Kleinkindern mithilfe von allgemeinen Messungen der Blickdauer durchgeführt, bei denen von Menschen, z.B. mit der Stoppuhr, der Zeitraum gemessen wurde, in dem Kinder bestimmte Stimuli betrachteten (Oakes 2012: 2). Mit diesen Methoden ließen (und lassen) sich viele Fragen der kindlichen Entwicklung beantworten; auch heute noch können sie – je nach Forschungsfrage – sinnvoller als die des vollautomatischen Eye-Tracking sein (Oakes 2012: 2). Doch Messungen der Blickdauer haben ihre Nachteile: Die Abläufe zur Wahrung der Reliabilität sowie Schulungen der Beobachter, das Coding und die Datenanalyse sind sehr zeitaufwändig, und Menschen können, trotz aller Vorbereitungsmaßnahmen, voreingenommen sein und Fehler machen (Oakes 2012: 2; Aslin & McMurray 2004: 156). Bei Eye-Trackern hingegen muss keine zeitintensive personelle Schulung von Beobachtern stattfinden, keine Reliabilität überprüft werden und das Ergebnis kann nicht durch menschliche Befangenheit beeinflusst werden (Oakes 2012: 2). Trotzdem ist die Methode kein weiterentwickelter oder optimierter „Ersatz“ für Messungen der Blickdauer, sondern sie macht es vielmehr möglich, neue Aspekte der kindlichen Entwicklung zu untersuchen, denen man sich z.B. mit visuellen Präferenzverfahren oder Habituation nicht nähern konnte (Oakes 2012: 5). Durch die um ein Vielfaches höhere Präzision, mit der Eye-Tracker die Augenbewegungen von Kindern abbilden können, erlaubt die Methode es nicht nur, zu untersuchen, wie lange Kinder bestimmte Stimuli betrachten, sondern auch, wie Kinder Stimuli mit den Augen „scannen“ und wie sich diese Verarbeitungsprozesse mit fortschreitendem Alter verändern (Oakes 2012: 5). So kann mithilfe von Eye-Tracking nachvollzogen werden, wie sich das Blickverhalten von der frühesten Kindheit bis ins Erwachsenenalter hinein wandelt, es kann also die Entwicklung kognitiver, sozialer und emotionaler Verarbeitungsprozesse bei Kindern in ihrem gesamten Verlauf genau beobachtet werden (Oakes 2012: 1). Eye-Tracking erlaubt somit auch die Formulierung von Hypothesen, die durch klassische Blickmessungen nicht aufgestellt werden könnten.

Grundsätzlich beachtet werden sollte immer, dass Eye-Tracker nicht „sinnlos“ eingesetzt werden, d.h. dass die Vorteile, die sie gegenüber Messungen der Blickdauer mitbringen, auch ausgenutzt werden, da die Technik ebenso Schwierigkeiten mit sich bringt, die ansonsten unnötig in Kauf genommen würden. Die Methode ist in der wissenschaftlichen Forschung bei Säuglingen und Kleinkindern daher eine sinnvolle Ergänzung zu reinen Beobachtungen der Blickdauer; beide Vorgehensweisen haben gleichermaßen ihre Daseinsberechtigung und sind unterschiedlich gut für verschiedene Fragestellungen geeignet. Oakes (2012) argumentiert, dass erst durch eine Kombination beider Methoden das volle Potenzial an Forschungsmöglichkeiten ausgeschöpft werden kann und man dadurch das tiefste Verständnis kindlicher Entwicklung erhält (Oakes 2012: 5).

### **3. Forschung**

#### **3.1. Forschungsfrage und Vorgehen**

In diesem Teil der Bachelorarbeit soll nun die Forschungsfrage untersucht werden, ob es einen Zusammenhang zwischen Augenbewegungen von Säuglingen und Kleinkindern – genauer gesagt, ihrer visuellen Aufmerksamkeit auf bestimmte Gesichtsbereiche eines Sprechers – und ihren späteren Sprachfähigkeiten gibt, und wenn ja, wie dieser Zusammenhang genau aussieht. Dazu werden fünf ausgewählte Eye-Tracking-Studien vorgestellt, die diesen Zusammenhang untersucht haben. Den Studien liegen dabei Fragen zugrunde, die nur mit der präzisen Methode des Eye-Tracking beantwortet werden können und daher aufschlussreiche und aktuelle Erkenntnisse aus dem Bereich der kindlichen Entwicklungsforschung liefern. Da es sich bei dem Zusammenhang zwischen Augenbewegungen und späteren Sprachfähigkeiten von Kindern um ein noch recht unerforschtes Thema handelt, soll diese Arbeit als ein allgemeiner Überblick darüber dienen, wie der aktuelle Stand der Forschung aussieht, an welchen Stellen es weiteren Forschungsbedarf gibt und wie eventuell offene Fragen durch weitere Studien sinnvoll beantwortet werden könnten.

Dazu wird zunächst erläutert, welche Auswahlkriterien bei der Literatursuche angewendet wurden, um im Anschluss einen Überblick über die Teilnehmer, das experimentelle Design und die Forschungsfragen der ausgewählten Studien zu geben.

Daraufhin werden die Ergebnisse der Studien gegenübergestellt und die Interpretationen der Forscher, auch unter Einbeziehung von Erkenntnissen aus anderen Studien, diskutiert; außerdem wird herausgearbeitet, welche Faktoren einen Einfluss auf die Ergebnisse genommen haben könnten. Aufbauend auf dieser kritischen Betrachtung der Studien und ihrer Ergebnisse soll dann versucht werden, ein „optimiertes Studiendesign“ zur Untersuchung der Forschungsfrage dieser Arbeit zu entwerfen, das offen gebliebene Fragen berücksichtigt und es erlaubt, einen Ausblick auf zukünftige Studien zur weiteren Erforschung des Zusammenhangs zwischen kindlichen Augenbewegungen und den späteren Sprachfähigkeiten dieser Kinder zu formulieren.

### 3.2. Ausgewählte Studien

Die Literatursuche lief über die Datenbanken Academic Search Complete, ScienceDirect, Wiley Online Library, Springer Link und den Katalog der Universitätsbibliothek Dortmund; darüber hinaus wurde auch in den Literaturverzeichnissen thematisch ähnlicher Veröffentlichungen nach geeigneten Studien gesucht. Suchbegriffe, die zur Recherche genutzt wurden, waren u.a. *infants*, *eye tracking*, *language development*, *longitudinal study* und *follow-up* (in unterschiedlichen Kombinationen). Im nächsten Schritt wurde bei den Studien, die nach Lesen des Abstracts passend erschienen, im Anschluss die ganze Veröffentlichung gelesen, um sicherzustellen, dass sie die folgenden Einschlusskriterien erfüllten:

- (1) Bei Kindern im Neugeborenen-, Säuglings- oder Kleinkindalter (bis zu drei Jahren) wurde ein Eye-Tracking-Experiment durchgeführt, bei dem die Augenbewegungen der Kinder aufgezeichnet wurden;
- (2) zu einem späteren Zeitpunkt wurden die Sprachfähigkeiten derselben Kinder gemessen und
- (3) die Augenbewegungen aus dem Eye-Tracking-Experiment und die Ergebnisse der Überprüfung der Sprachfähigkeiten wurden miteinander in Beziehung gesetzt und herausgearbeitet, ob ein Zusammenhang besteht – und wenn ja, wie dieser Zusammenhang aussieht.

Dass sich die Studien *ausschließlich* mit der Fragestellung eines Zusammenhangs zwischen den Augenbewegungen und der späteren Sprachentwicklung beschäftigen, war hingegen kein zwingendes Auswahlkriterium (da nicht genügend Studien gefunden

werden konnten, die dieses Kriterium erfüllt hätten). Somit konzentrieren sich die für diese Arbeit ausgewählten Studien nicht nur auf die Überprüfung des Zusammenhangs zwischen den Augenbewegungen der Kinder und ihrer späteren Sprachentwicklung, sondern untersuchen darüber hinaus auch weitere Fragestellungen (für eine nähere Erläuterung dieser Fragestellungen siehe unten). Die fünf Studien, welche durch die Suche mit den beschriebenen Stichworten in den Datenbanken gefunden werden konnten und die in diesem Teil der Arbeit genauer analysiert werden sollen, sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

**Tab. 1: Ausgewählte Studien zur Untersuchung der Forschungsfrage**

---

**Studie 1:**

Young, G. S., Merin, N., Rogers, S. J. & Ozonoff, S. (2009): Gaze behavior and affect at 6 months: Predicting clinical outcomes and language development in typically developing infants and infants at risk for autism. *Developmental Science*, 12(5), 798-814.

**Studie 2:**

Kushnerenko, E., Tomalski, P., Ballieux, H., Potton, A., Birtles, D., Frostick, C. & Moore, D. G. (2013): Brain responses and looking behavior during audiovisual speech integration in infants predict auditory speech comprehension in the second year of life. *Frontiers in Psychology*, 4, Article 432, 1-8.

**Studie 3:**

Tenenbaum, E. J., Sobel, D. M., Sheinkopf, S. J., Malle, B. F. & Morgan, J. L. (2015): Attention to the mouth and gaze following in infancy predict language development. *Journal of Child Language*, 42, 1173-1190.

**Studie 4:**

Imafuku, M. & Myowa, M. (2016): Developmental change in sensitivity to audiovisual speech congruency and its relation to language in infants. *Psychologia*, 59, 163-172.

**Studie 5:**

Imafuku, M., Kawai, M., Niwa, F., Shinya, Y. & Myowa, M. (2019): Audiovisual speech perception and language acquisition in preterm infants: A longitudinal study. *Early Human Development*, 128, 93-100.

---

(Quelle: Eigene Darstellung.)

Zur Überprüfung der Sprachfähigkeiten wurde in allen Studien der *MacArthur-Bates Communicative Development Inventory* (MB-CDI) eingesetzt – ein Fragebogen, der von den Eltern der Kinder ausgefüllt wird und u.a. Fragen zum kindlichen Wortschatz enthält. Darüber hinaus wurden bei Kushnerenko *et al.* (2013) der *PreSchool Language Scale-4* und bei Young *et al.* (2009) der *Mullen Scales of Early Learning* und die *Vineland Adaptive Behavior Scales* zur Erhebung des Sprachstandes genutzt.

Im Folgenden sollen die untersuchten Forschungsfragen, die Zusammensetzung der Teilnehmer und die Abläufe der jeweiligen Experimente erläutert werden, da diese Informationen wichtig für die Diskussion der Ergebnisse im nächsten Kapitel sind. Vor allem die Beschreibung der weiteren Forschungsfragen (über den Zusammenhang zwischen Augenbewegungen und den Sprachfähigkeiten hinaus) ist dabei wichtig, da diese verständlich machen, warum die Wissenschaftler sich für bestimmte Forschungsdesigns entschieden haben.

### **STUDIE 1: Young *et al.* (2009)**

Für die Studie von Young *et al.* (2009) wurden die sechs Monate alten Teilnehmer eines zuvor durchgeführten Experiments der Autoren (vgl. Merin, Young, Ozonoff & Rogers, 2007) über einen Zeitraum von 18 Monaten beobachtet, um weitere Messungen mit ihnen durchzuführen. Teilgenommen haben an der Studie von Young *et al.* (2009) 31 US-amerikanische Kinder mit einem erhöhtem Risiko, an einer Autismus-Spektrum-Störung zu erkranken, sowie 24 US-amerikanische Kinder ohne erhöhtes Risiko, an Autismus zu erkranken, die im Alter von sechs Monaten u.a. mithilfe von Eye-Tracking untersucht wurden. Mit zwölf, 18 und 24 Monaten haben dieselben Kinder sowohl an verschiedenen Messungen bezüglich des Auftretens von Autismus-Symptomen als auch am Mullen Scales of Early Learning (MSEL) und den Vineland Adaptive Behavior Scales teilgenommen. Der MSEL ist ein Maß, mit dem die Sprachentwicklung sowie die Entwicklung kognitiver und motorischer Fähigkeiten von Kindern erhoben werden kann; die Vineland Adaptive Behavior Scales sind ein Elterninterview, bei dem Fragen zu sozialen, motorischen und kommunikativen Fähigkeiten (inklusive des produktiven und rezeptiven Wortschatzes) der Kinder gestellt werden. Im Alter von 18 und 24 Monaten haben die Eltern der Kinder außerdem den MB-CDI zur Erhebung der Sprachfähigkeiten ausgefüllt. Das Eye-Tracking-Experiment bestand aus einer dreiminütigen,

videobasierten Mutter-Kind-Interaktion, bei der zunächst eine Minute lang eine spontane *face-to-face*-Interaktion stattfand, auf die eine einminütige *still face*-Episode folgte (in der die Mutter Augenkontakt zu ihrem Kind hielt, aber nicht mehr auf es reagierte) und danach für eine Minute eine erneute Beschäftigung mit dem Kind stattfand. Die Forschungsfrage, die Young *et al.* (2009) beantworten wollten, war die, ob das Blickverhalten und das soziale Verhalten von Kindern im Alter von sechs Monaten eine spätere Autismus-Diagnose bzw. andere Entwicklungsverläufe, die im Zusammenhang mit Autismus klinisch relevant sind (wie z.B. die Entwicklung der Sprachfähigkeiten), vorhersagen können.

### **STUDIE 2: Kushnerenko *et al.* (2013)**

An der Langzeitstudie von Kushnerenko *et al.* (2013) haben 37 britische Kinder im Alter zwischen sechs und neun Monaten (mit einem Durchschnittsalter von 33,5 Wochen) teilgenommen. (Die relativ große Altersspanne der Teilnehmer begründen die Autoren mit einer Messung der ereigniskorrelierten Potenziale (EKP), an der einige der Kinder über das Eye-Tracking-Experiment hinaus teilgenommen haben – hier hatte sich in einer vorherigen Studie gezeigt, dass die Entwicklung neurologischer Signaturen während der auditiven Sprachverarbeitung bei Kindern diesen Alters unterschiedlich weit fortgeschritten sein kann, weswegen Teilnehmer mit einer Altersspanne von drei Monaten rekrutiert wurden.) Zwischen 14 und 16 Monaten wurden die Eltern gebeten, den MB-CDI für ihre Kinder auszufüllen; im selben Zeitraum führten die Autoren zusätzlich den PreSchool Language Scale-4 (PLS-4) mit den Teilnehmern durch (einen Test zur Erhebung der produktiven und rezeptiven Sprachfähigkeiten, bei dem mithilfe eines Bilderbuchs und Spielzeugen Äußerungen der Kinder elizitiert werden). Für das Eye-Tracking-Experiment wurden den Säuglingen insgesamt vier verschiedene Videos gezeigt; die Stimuli waren hierbei 1.) zwei kongruente Videos, in denen Frauen die Silben /ba/ und /ga/ artikulierten sowie 2.) zwei inkongruente Videos, für die die Originalvideos bearbeitet und auf das auditive /ga/ ein /ba/ synchronisiert wurde (und umgekehrt). Jeder Durchgang enthielt zehn Wiederholungen eines Stimulus-Typs und dauerte 7600 ms. Die gesamte Sequenz hatte eine Dauer von etwa zwei Minuten. Zusätzlich zum Eye-Tracking-Experiment wurde bei 22 der teilnehmenden Kinder auch eine Elektroenzephalographie (EEG) mit Messung der EKP durchgeführt. Kushnerenko *et al.* (2013) wollten sich

mithilfe ihrer Studie den Antworten auf die Fragen nähern, ob 1.) individuelle Unterschiede in neuronalen Markern während der audiovisuellen Verarbeitung in der frühen Kindheit die spätere Sprachentwicklung voraussagen können (EKP-Messung) und ob 2.) individuelle Unterschiede in behavioralen Markern (also Unterschiede bei den Augenbewegungen) während der audiovisuellen Verarbeitung in der frühen Kindheit die spätere Sprachentwicklung voraussagen können.

### **STUDIE 3: Tenenbaum *et al.* (2015)**

Die Studie von Tenenbaum *et al.* (2015) basiert ebenfalls auf der Auswertung von Daten, die in einer zwei Jahre zuvor durchgeführten Studie (vgl. Tenenbaum, Shah, Sobel, Malle & Morgan, 2013) gewonnen wurden, und der zusätzlichen Erhebung der Sprachfähigkeiten der teilnehmenden Kinder. In der hier vorgestellten Studie aus dem Jahre 2015 haben die Autoren nachträglich den Zusammenhang zwischen kindlichen Augenbewegungen und der späteren Sprachentwicklung untersucht. Die Teilnehmer des Eye-Tracking-Experiments waren 56 US-amerikanische Kinder im Alter von zwölf Monaten, deren rezeptiver und produktiver Wortschatz sechs und zwölf Monate später – also im Alter von 18 und 24 Monaten – durch Ausfüllen der Eltern des MB-CDI erhoben wurde. Im Rahmen des Eye-Tracking-Experiments wurden den Kindern Videos gezeigt, in denen eine Frau über eines von zwei vor ihr liegenden Objekten sprach und dann ihre Aufmerksamkeit auf dieses Objekt richtete – bei der einen Hälfte der Kinder, indem sie den Kopf in Richtung des Objektes drehte, bei der anderen Hälfte, indem sie lediglich in Richtung des Objektes schaute. Jedem Kind wurden vier Durchgänge (mit einer Dauer von acht Sekunden) mit jeweils unterschiedlichen Gegenständen gezeigt. (In der zugrundeliegenden Studie aus dem Jahr 2013 gab es darüber hinaus weitere Videos mit anderen Stimuli, da diese sich aber nicht auf die Aufmerksamkeit auf den Mund und das Folgen von Blicken konzentrierten, haben Tenenbaum *et al.* (2015) diese für die Untersuchung ihrer Forschungsfragen zwei Jahre später nicht berücksichtigt.) Durch das erneute Sichten des Materials und die nachträgliche Erhebung der Sprachfähigkeiten der Kinder wollten die Autoren untersuchen, 1.) ob die visuelle Aufmerksamkeit auf den Mund und das Folgen von Blicken die spätere Wortschatzgröße voraussagen können; 2.) inwieweit die Aufmerksamkeit auf den Mund und das Folgen von Blicken angetrieben sind vom Interesse des Kindes, die Situation nach verfügbaren Informationen abzusuchen

und 3.) welche Beziehung zwischen diesen Faktoren besteht – ob sie zusammen ein besserer Prädiktor für die spätere Wortschatzgröße sind als alleine betrachtet oder ob sie spätere Sprachfähigkeiten unabhängig voneinander voraussagen.

#### **STUDIE 4: Imafuku & Myowa (2016)**

Imafuku & Myowa (2016) haben bei 17 japanischen Kindern im Alter von sechs Monaten, bei 19 Kindern im Alter von zwölf Monaten und bei zwölf Erwachsenen ein Eye-Tracking-Experiment durchgeführt, bei dem den Teilnehmern vier verschiedene Videoclips mit einer Dauer von 14 Sekunden (je zweimal) gezeigt wurden, in denen eine Frau zwei Geschichten (in KGS) wiedergab. Für jede Geschichte gab es zwei Varianten: einmal die audiovisuelle kongruente Bedingung (bei der Ton und Bild zusammenpassten) und die audiovisuelle inkongruente Bedingung (bei der Ton und Bild nicht zusammenpassten, da das Video hier rückwärts abgespielt wurde). Im Alter von zwölf Monaten wurden darüber hinaus von allen Kindern die rezeptiven und produktiven Sprachfähigkeiten mithilfe des MB-CDI erhoben. Die Fragestellungen, die Imafuku & Myowa (2016) mit diesem Forschungsdesign untersuchen wollten, waren 1.) wie sich die selektive visuelle Aufmerksamkeit auf kongruente und inkongruente Darstellungen bei Säuglingen im Alter von sechs Monaten, zwölf Monaten und bei Erwachsenen unterscheidet und 2.) welche Beziehung zwischen der selektiven visuellen Aufmerksamkeit auf den Mund eines Sprechers und den späteren Sprachfähigkeiten von Säuglingen besteht.

#### **STUDIE 5: Imafuku *et al.* (2019)**

Im Jahre 2019 wurde die Studie von Imafuku *et al.* (2019) veröffentlicht, an der 14 japanische frühgeborene sowie 14 japanische reifgeborene Kinder im Alter von sechs, zwölf und 18 Monaten (korrigierten Alters bei den Frühgeborenen) an einem Eye-Tracking-Experiment teilnahmen. Bei diesen Kindern wurde zusätzlich im Alter von zwölf und 18 Monaten der MB-CDI zur Überprüfung der Sprachfähigkeiten von den Eltern ausgefüllt. Im Rahmen des Eye-Tracking-Experiments wurden den Säuglingen insgesamt vier Videoclips gezeigt, in denen zwei Aufnahmen nebeneinander abgespielt wurden, auf denen eine Frau zwei Sätze einer japanischen Kindergeschichte (in KGS)

auf sagte. Dafür wurden Clips mit zwei verschiedenen Frauen aufgenommen, die den Kindern abwechselnd gezeigt wurden. Gleichzeitig wurde der Ton abgespielt, welcher nur zu einer der beiden Aufnahmen passte. Alle vier Clips hatten eine Dauer von 14 Sekunden. Imafuku *et al.* (2019) wollten hiermit 1.) die visuelle Präferenz für die kongruente audiovisuelle Darstellung in der *preferential looking task* bei frühgeborenen und reifgeborenen Säuglingen im Alter von sechs, zwölf und 18 Monaten untersuchen; sie wollten 2.) untersuchen, ob sich die Blickmuster auf die Sprecherin zwischen frühgeborenen und reifgeborenen Säuglingen unterscheiden und sie wollten 3.) den Zusammenhang zwischen der audiovisuellen Sprachwahrnehmung und dem rezeptiven und produktiven Wortschatz untersuchen.

### **3.3. Ergebnisse der Studien**

In allen fünf Studien konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen den mithilfe von Eye-Tracking aufgezeichneten Augenbewegungen der Kinder und ihren späteren Sprachfähigkeiten nachgewiesen werden. Wie genau dieser Zusammenhang aussah, war je nach Studie jedoch recht unterschiedlich.

Young *et al.* (2009) fanden heraus, dass die Aufmerksamkeit auf den Mund bei sechs Monate alten Säuglingen den späteren produktiven Wortschatz dieser Kinder mit 18 und 24 Monaten voraussagen kann; während Kushnerenko *et al.* (2013) feststellten, dass die Aufmerksamkeit auf die Augen im Alter von sechs bis neun Monaten den späteren rezeptiven Wortschatz mit 14 bis 16 Monaten voraussagt – allerdings nur in der inkongruenten, nicht jedoch in der kongruenten Bedingung. In der Studie von Tenenbaum *et al.* (2015) konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Aufmerksamkeit auf den Mund und dem Folgen von Blicken im Alter von zwölf Monaten und dem späteren produktiven Wortschatz im Alter von 18 und 24 Monaten gefunden werden. Imafuku & Myowa (2016) fanden heraus, dass die Aufmerksamkeit auf den Mund bei sechs Monate alten Kindern den rezeptiven Wortschatz mit zwölf Monaten voraussagen kann – sowohl in der kongruenten als auch in der inkongruenten Bedingung. Und Imafuku *et al.* (2019) wiederum fanden eine positive Korrelation zwischen der Aufmerksamkeit auf die kongruente audiovisuelle Darstellung im Alter von sechs Monaten und dem rezeptiven Wortschatz mit zwölf und 18 Monaten. In Tabelle 2 sind diese Ergebnisse noch einmal übersichtlich aufgelistet.

**Tab. 2: Ergebnisse der Studien im Vergleich**

<b>Young <i>et al.</i> (2009)</b>	<b>Kushnerenko <i>et al.</i> (2013)</b>	<b>Tenenbaum <i>et al.</i> (2015)</b>	<b>Imafuku &amp; Myowa (2016)</b>	<b>Imafuku <i>et al.</i> (2019)</b>
(Nur <i>kongruente</i> Darstellung getestet)	(Nur in der <i>inkongruenten</i> Darstellung:)	(Nur <i>kongruente</i> Darstellung getestet)	(In der <i>kongruenten</i> und <i>inkongruenten</i> Darstellung:)	( <i>preferential</i> <i>looking task</i> )
Aufmerksamkeit auf den Mund (mit 6 Monaten) sagt den späteren <b>produktiven</b> <b>Wortschatz</b> (mit 18 und 24 Monaten) voraus	Aufmerksamkeit auf die Augen (mit 6-9 Monaten) sagt den späteren <b>rezeptiven</b> <b>Wortschatz</b> (mit 14-16 Monaten) voraus	Aufmerksamkeit auf den Mund und das Folgen von Blicken (mit 12 Monaten) sagen den späteren <b>produktiven</b> <b>Wortschatz</b> (mit 18 und 24 Monaten) voraus	Aufmerksamkeit auf den Mund (mit 6 Monaten) sagt den späteren <b>rezeptiven</b> <b>Wortschatz</b> (mit 12 Monaten) voraus	Aufmerksamkeit auf die kongruente audiovisuelle Darstellung (mit 6 Monaten) sagt den späteren <b>rezeptiven</b> <b>Wortschatz</b> (mit 12 und 18 Monaten) voraus

(Quelle: Eigene Darstellung.)

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass je nach Studie also entweder ein Zusammenhang zwischen den Augenbewegungen und den späteren *produktiven* oder den späteren *rezeptiven* Sprachfähigkeiten der Kinder gefunden werden konnte; darüber hinaus sagte entweder die Aufmerksamkeit auf den *Mund* oder die Aufmerksamkeit auf die *Augen* die späteren Sprachfähigkeiten voraus – und zwar in der *kongruenten* und/oder in der *inkongruenten* Bedingung.

### **3.4. Vergleich und Diskussion der Ergebnisse**

Die Tatsache, dass in allen fünf Studien, so unterschiedlich sie auch aufgebaut waren, eine positive Korrelation zwischen den kindlichen Augenbewegungen und den späteren Sprachfähigkeiten gefunden werden konnte, weist darauf hin, dass es diesen Zusammenhang tatsächlich gibt und es sich nicht um einen reinen „Zufallsbefund“ handelt. Im Endeffekt wirft ein Vergleich der Studien aber mehr Fragen auf, als dass er Antworten liefert – denn die Experimente liefern zum Teil sehr unterschiedliche, ja sogar

widersprüchliche Ergebnisse. Was ist nun „richtig“? Sagt die Aufmerksamkeit auf den Mund oder die Aufmerksamkeit auf die Augen die späteren Sprachfähigkeiten voraus? Besteht ein Zusammenhang zwischen den Augenbewegungen und dem produktiven oder den Augenbewegungen und dem rezeptiven Wortschatz? Und gibt es diesen Zusammenhang nur in der kongruenten, nur in der inkongruenten oder in beiden Bedingungen? Um sich den Antworten auf diese Fragen zu nähern, soll im weiteren Verlauf des Kapitels genauer untersucht werden, welche Faktoren Einfluss auf die Experimente genommen – und so die unterschiedlichen Ergebnisse hervorgerufen – haben könnten.

An dieser Stelle sei bereits darauf hingewiesen, dass sich auf den Seiten 47-49 eine Tabelle (*Tab. 3: Wichtige Eckdaten der Studien im Vergleich*) findet, welche die im Folgenden angesprochenen Aspekte noch einmal übersichtlich für alle fünf Studien zusammenfasst und gegenüberstellt; bei Bedarf können dort also auch schon während des Lesens die genauen Zahlen und Angaben nachgesehen werden.

### **3.4.1. Zusammensetzung der Teilnehmer**

Der erste Punkt, auf den genauer eingegangen werden soll, ist die Zusammensetzung der Teilnehmer, denn diese war je nach Studie sehr unterschiedlich. Dabei fällt zunächst die Größe der Stichproben auf: Während an der Studie von Tenenbaum *et al.* (2015) mit 56 Probanden die meisten Kinder teilnahmen, waren es bei Young *et al.* (2009) 55, bei Kushnerenko *et al.* (2013) 37, bei Imafuku & Myowa (2016) 17 und bei Imafuku *et al.* (2019) 28 Kinder<sup>1</sup>. Berücksichtigt man die Anzahl an Teilnehmern, die für eine gute statistische Analyse am Ende eines Experiments mindestens „übrig“ bleiben sollten – nämlich 20 Teilnehmer (Mertins 2016: 18) – befindet sich die Anzahl an Teilnehmern bei Imafuku & Myowa (2016) sogar unter dieser Grenze, während bei Young *et al.* (2009) mit 55 und bei Tenenbaum *et al.* (2015) mit 56 Teilnehmern Daten von mehr als dreimal so vielen Kindern in das Ergebnis einfließen konnten.

Aber es waren nicht nur die Stichproben unterschiedlich groß, sondern es wurden auch Kinder mit unterschiedlichen familiären und gesundheitlichen Hintergründen

---

<sup>1</sup> Hinweis: Diese Zahlen beziehen sich nur auf die Kinder, die sowohl am Eye-Tracking-Experiment als auch an (mindestens) einem späteren Termin der Erhebung des Sprachstandes teilgenommen haben – bereits abzüglich derer, die im Nachhinein von einer der beiden Erhebungen ausgeschlossen wurden.

rekrutiert. So wurden bei Young *et al.* (2009) Kinder ohne und mit einem erhöhten Risiko für eine spätere Autismus-Spektrum-Störung als Teilnehmer ausgewählt, bei Kushnerenko *et al.* (2013) wurden Kinder ausgewählt, die aus unterschiedlichen ökonomischen Verhältnissen stammten, Tenenbaum *et al.* (2015) und Imafuku & Myowa (2016) haben gesunde, sich normal entwickelnde Kinder untersucht und Imafuku *et al.* (2019) haben früh- und reifgeborene Kinder als Teilnehmer ausgewählt. Diese unterschiedlichen Hintergründe der Teilnehmer hingen damit zusammen, dass – wie bereits angesprochen – die Autoren nicht nur den Zusammenhang zwischen Augenbewegungen und den späteren Sprachfähigkeiten, sondern auch die zuvor beschriebenen weiteren Fragestellungen untersuchen wollten, die sich auf Kinder mit bestimmten familiären bzw. gesundheitlichen Hintergründen bezogen.

Darüber hinaus gab es zwischen den Studien Altersunterschiede der Kinder von bis zu sechs Monaten beim Eye-Tracking-Experiment (vgl. Tab. 3). Alleine aus diesem Grund sind die Ergebnisse der fünf Studien schwer miteinander zu vergleichen, da gerade im ersten Lebensjahr große Entwicklungsunterschiede auftreten können: auf der einen Seite, weil altersbedingte Veränderungen der kognitiven, kommunikativen und sozialen Fähigkeiten stattfinden, auf der anderen Seite, weil darüber hinaus zusätzlich individuelle Entwicklungsunterschiede zwischen einzelnen Kindern möglich sind. Dass sechs Monate alte Kinder Personen anders betrachten als zwölf Monate alte Kinder, ist vor diesem Hintergrund nicht verwunderlich – und somit ist beim Vergleich der Studien zu berücksichtigen, dass das Blickverhalten der Kinder und die daraus resultierenden unterschiedlichen Ergebnisse der Studien auch durch die unterschiedlichen Phasen der Entwicklung, in denen die Kinder sich zum Zeitpunkt ihrer Teilnahme befanden, begründet sein könnten. Lewkowicz & Hansen-Tift (2012) konnten in diesem Zusammenhang in einer Studie aus dem Jahr 2012 genau das feststellen, nämlich dass Säuglinge im Verlauf des ersten Lebensjahres beim Hören ihrer Muttersprache ihre Aufmerksamkeit zunächst auf die Augen eines Sprechers richteten, später auf den Mund des Sprechers sahen und mit zwölf Monaten ihre Aufmerksamkeit wieder zurück auf die Augen verlagerten (vgl. Lewkowicz & Hansen-Tift, 2012). Es ist denkbar, dass jene Ergebnisse der fünf Studien, die sich im ersten Moment zu widersprechen scheinen, deshalb bei genauerer Betrachtung gar nicht widersprüchlich sind: Möglicherweise ist es normal, dass *beide* Verhaltensweisen – die Aufmerksamkeit auf die Augen und die auf den Mund – je nach Alter der Kinder zu einem größeren späteren Wortschatz beitragen,

und/oder es ist ebenso normal, dass das gleiche Verhalten sowohl den rezeptiven als auch den produktiven Wortschatz beeinflussen kann – je nach Alter der Kinder.

Dazu kommt, dass die Studien nicht alle in derselben Sprache durchgeführt wurden. Bei den Studien von Young *et al.* (2009) und Tenenbaum *et al.* (2015) handelt es sich um englischsprachige Studien aus den USA, während die Studie von Kushnerenko *et al.* (2013) in Großbritannien durchgeführt wurde und die Studien von Imafuku & Myowa (2016) und Imafuku *et al.* (2019) aus Japan stammen. Dass die Teilnehmer mit unterschiedlichen Muttersprachen aufwachsen, könnte ebenfalls Einfluss auf die Ergebnisse der Studien genommen haben – es wäre beispielsweise denkbar, dass die Säuglinge je nach Muttersprache soziale Situationen anders betrachten, da sie längere oder auch kürzere Zeit Hinweise vom Mund eines Sprechers benötigen, um bestimmte Worte zu erkennen.

### **3.4.2. Forschungsdesigns**

Über die unterschiedliche Zusammensetzung der Teilnehmer hinaus wurden in jeder der fünf Studien unterschiedliche Fragestellungen untersucht, was sehr unterschiedliche experimentelle Designs und Stimuli zur Folge hatte. Sahen die Säuglinge bei Young *et al.* (2009) eine Live-Videoübertragung ihrer Mutter, mit der sie über den Bildschirm kommunizieren konnten, zeigten Kushnerenko *et al.* (2013) den Kindern Videos mit zwei inkongruenten und zwei kongruenten Darstellungen, in denen lediglich einzelne Silben mehrfach nacheinander artikuliert wurden. Bei Tenenbaum *et al.* (2015) sahen die Kinder (kongruente) Videos, auf denen eine Frau über vor ihr liegende Gegenstände sprach und diese ansah; bei Imafuku & Myowa (2016) wurden den Teilnehmern kongruente und inkongruente Videos gezeigt, in denen ihnen Teile einer Kindergeschichte erzählt wurden. Und die Studie von Imafuku *et al.* (2019) hebt sich von den anderen vier Studien insofern ab, als dass hier nicht der Zusammenhang zwischen der Aufmerksamkeit auf bestimmte AOIs und späteren Sprachfähigkeiten untersucht wurde, sondern „nur“, ob Kinder in einem bestimmten Alter eher auf kongruente oder inkongruente Darbietungen sahen und ob eines dieser Blickverhalten mit besseren späteren Sprachfähigkeiten einherging. Durch diese unterschiedlichen Stimuli konnten die Kinder somit entweder selbst mit ihrem Gegenüber interagieren oder sie waren lediglich „Zuschauer“ vorab gedrehter Videos. Dieser Aspekt könnte die Ergebnisse der Studien beeinflusst haben, denn es ist denkbar,

dass Kinder andere Personen in Interaktionen – in denen sie aufgrund ihrer Erfahrungen eine Reaktion ihres Gegenübers erwarten – anders ansehen als sie es etwa tun, wenn ihnen lediglich Videoaufnahmen gezeigt werden (was sich auch mit den Erkenntnissen jener Studien decken würde, in denen festgestellt wurde, dass Kinder Wörter am besten im direkten Kontakt mit anderen Menschen lernen und nicht über „Sprachlern-DVDs“, bei denen sie passive Zuschauer sind).

Doch es gab es auch Unterschiede in der Art, *wie* mit den Kindern im Rahmen der Experimente gesprochen wurde: So ließen manche Wissenschaftler die Personen in den Stimuli in KGS mit den Säuglingen reden (Young *et al.*, 2009; Imafuku & Myowa, 2016; Imafuku *et al.*, 2019), während andere bewusst darauf verzichteten (Tenenbaum *et al.*, 2015). Wie auch Young *et al.* (2009) und Tenenbaum *et al.* (2015) im Diskussionsteil ihrer Studien anmerken, könnte der Einsatz der KGS allerdings Einfluss auf die Ergebnisse genommen haben, denn möglicherweise fördert gar nicht die Aufmerksamkeit auf den Mund an sich, welche vom Interesse des Kindes ausgeht, bessere Sprachfähigkeiten, sondern vielmehr der Einsatz übermäßiger Mundbewegungen, wie sie bei Nutzung der KGS auftreten können (Young *et al.* 2009: 18). Oder – mit Berücksichtigung der Ergebnisse von Tenenbaum *et al.* (2015), bei denen nicht in KGS mit den Kindern gesprochen wurde und trotzdem eine Korrelation zwischen der Aufmerksamkeit auf den Mund und späteren Sprachfähigkeiten gefunden werden konnte – die Kommunikation in KGS erleichtert zumindest den Erwerb sprachlicher Fähigkeiten, indem sie die Aufmerksamkeit der Kinder *zusätzlich* „von außen“ auf den Mund eines Sprechers lenkt (Tenenbaum *et al.* 2015: 1187).

### **3.4.3. Personen in den Stimuli**

Ein wichtiger Faktor, den es zu berücksichtigen gilt, ist darüber hinaus, *wen* die Kinder im Rahmen des Experiments in den Stimuli gesehen haben. Auch hier finden sich Unterschiede in den Studien: Bei Young *et al.* (2009) interagierten die Kinder mit ihrer eigenen Mutter, während sie bei allen anderen Studien eine fremde Frau bzw. fremde Frauen auf dem Bildschirm sahen. Wie gut Kinder ihr Gegenüber kennen, beeinflusst jedoch auch ihr Verhalten maßgeblich, wie in verschiedenen Studien nachgewiesen werden konnte: So hat Stenberg (2017) herausgefunden, dass die Vertrautheit mit der Person, mit der Kinder interagieren, Einfluss auf ihr soziales Verhalten (ihre

Aufmerksamkeit und ihren Blickkontakt) nimmt (vgl. Stenberg, 2017). Aber vor allem die Bindung zwischen einem Kind und seiner Mutter ist eine ganz besondere: Beide Seiten lassen sich während der Kommunikation stark aufeinander ein, sodass Kinder schon auf minimale Änderungen im Verhalten ihrer Mütter sehr feinfühlig reagieren. In synchronen Interaktionen, so fanden Forscher heraus, koordinieren Mutter und Kind sogar ihren Herzschlag (vgl. Feldman, Magori-Cohen, Singer & Louzoun, 2011). Aber auch, wenn Säuglinge nur die Stimme ihrer Mutter hören, werden bereits verschiedene neuronale Areale des Gehirns, die für die Verarbeitung von Emotionen zuständig sind, aktiviert, was beim Hören fremder Stimmen nicht der Fall ist (vgl. Dehaene-Lambertz, Montavont, Jobert, Alliol, Dubois, Hertz-Pannier & Dehaene, 2010). Vor diesem Hintergrund ist es möglich, dass die Kinder in der Studie von Young *et al.* (2009) ihre eigene Mutter anders betrachtet haben, als sie eine fremde Person im gleichen Experiment angesehen hätten – und es ist ebenso möglich, dass die Kinder in den vier anderen Studien die ihnen völlig fremden Frauen anders angesehen haben, als sie ihre Mütter im gleichen Experiment angesehen hätten. Die Augenbewegungen der Kinder aus der Studie von Young *et al.* (2009) sind mit denen der Kinder aus den anderen vier Studien also kaum vergleichbar, da ein großer Unterschied besteht zwischen der *Interaktion mit der Mutter* auf der einen und dem *Ansehen fremder Personen* auf der anderen Seite.

Da die Mutter in der Regel eine der Hauptbezugspersonen eines Kindes ist, kennt das Kind sie gut und weiß deswegen bereits, wie sie bestimmte Begriffe ausspricht – bei fremden Personen hat es dieses Vorwissen jedoch nicht. Somit ist es denkbar, dass ein Kind alleine aus dem Grund öfter und/oder länger auf Mund und Augen einer fremden Person als auf Mund und Augen der Mutter schaut, weil es sich hier Hinweise darauf erhofft, wie die Aussagen der Person einzuordnen und zu interpretieren sind, während es diese Hinweise bei der eigenen Mutter nicht mehr benötigt.

#### **3.4.4. Ablauf der Kalibrierung**

Auch die Kalibrierung, die bei Eye-Tracking-Studien mit Säuglingen und Kleinkindern eine besondere Herausforderung darstellt, lief bei den vorgestellten Studien unterschiedlich ab: So gab es entweder eine 2-Punkt-Kalibrierung (Tenenbaum *et al.*, 2015) oder eine 5-Punkt-Kalibrierung (bei den vier anderen Studien); bei einer Studie wurde die Kalibrierung vor einem Durchgang erneut überprüft (Tenenbaum *et al.*, 2015),

bei den anderen nicht. Diese unterschiedliche Herangehensweise an die Kalibrierung kann Einfluss auf die Genauigkeit der Messungen genommen haben, welche wiederum Voraussetzung für aussagekräftige Ergebnisse ist. Darüber hinaus fehlen weitere Informationen (z.B. über die Position der Kalibrierungspunkte, die Größe der verwendeten Stimuli und darüber, wie die Forscher entschieden haben, wann die Kinder diese fixiert haben), ohne die es schwierig ist, die Qualität der Kalibrierungen einzuschätzen und die Kalibrierungsprozesse in den fünf Studien miteinander zu vergleichen (vgl. Oakes 2010: 3).

### **3.4.5. Eye-Tracker: Hard- und Software**

Neben den Aspekten, die die Teilnehmer, das Forschungsdesign und die Kalibrierung betreffen, darf ein anderer Punkt nicht außer Acht gelassen werden: die hochentwickelte Technik, welche dem Eye-Tracking-Experiment zugrunde liegt und ohne die die präzisen Messungen der Augenbewegungen nicht möglich wären. Holmqvist *et al.* (2015) weisen darauf hin, dass viele technische Aspekte bei der Auswahl eines passenden Eye-Trackers berücksichtigt werden müssen und nicht jedes Gerät für jede Studie geeignet ist (Holmqvist *et al.* 2015: 11); die bei verschiedenen Studien verwendeten Systeme können daher – je nach Hersteller, Modell und verwendeter Software – sehr unterschiedlich aufgebaut sein. Auch in allen fünf hier vorgestellten Studien kamen unterschiedliche Eye-Tracker zum Einsatz: Viermal Geräte der Firma Tobii (die Modelle ET-17, T120, X60 und TX300) und einmal ein Tracker der Firma Applied Science Laboratories (ASL), der Pan-Tilt 5000. Wie bereits angemerkt, gibt es für eine kindliche Fixation bzw. kindliche Fixationen unter Wissenschaftlern bisher außerdem keine allgemein anerkannte Definition, und welche Definition die Wissenschaftler für ihre Experimente festgelegt haben, wird nicht in allen fünf Veröffentlichungen erwähnt.

Ebenso bleiben weitere Aspekte, die die Hard- und Software betreffen, unerwähnt: Dazu gehören etwa der Umgang des Gerätes mit Blinzeln und Kopfbewegungen der Kinder, wie schnell es sich „erholt“, wenn es die Spur eines Auges für eine Zeit verliert oder wie das System mit verlorenen Daten umgeht. Solche Informationen sind aber wichtig, um Studien vergleichen zu können, wie auch Oakes (2010) betont (vgl. Oakes 2010: 2ff.).

### 3.4.6. Der MB-CDI

Ein letzter, aber ebenso wichtiger Punkt – der allerdings nicht nur zwischen den verschiedenen Studien, sondern auch zwischen den einzelnen Teilnehmern derselben Studie einen Vergleich der Ergebnisse erschwert – ist die Methode, mit der die Sprachfähigkeiten der Kinder erhoben wurden. Weil die korrekte Einschätzung der kindlichen Sprachfähigkeiten mit der Validität der Messmethode steht und fällt, soll im Folgenden der MB-CDI, der hierfür in allen Studien eingesetzt wurde, zunächst kurz vorgestellt werden, um dann auf die Schwierigkeiten einzugehen, die durch den Einsatz dieses Fragebogens entstehen können; aber auch die Stärken des Fragebogens werden aufgezeigt.

Der MB-CDI (kurz für *MacArthur-Bates Communicative Development Inventory*) ist ein Fragebogen zur Erhebung der Sprachfähigkeiten von Kindern. Er wird in der Regel von den Eltern ausgefüllt und erfasst die frühe Sprachentwicklung in den Bereichen rezeptiver Wortschatz, produktiver Wortschatz, Gesten und Grammatik (MacArthur-Bates CDI: MacArthur-Bates Communicative Development Inventories, 2015). Es gibt drei verschiedene Varianten des MB-CDI: den Fragebogen *Words and Gestures (Infant Form)* für Kinder von acht bis 18 Monaten, den Fragebogen *Words and Sentences (Toddler Form)* für Kinder von 16 bis 30 Monaten (der nur den produktiven Wortschatz erfasst) und den *CDI III* für Kinder von 30 bis 37 Monaten. Alle Varianten des MB-CDI können auch bei etwas älteren Kindern mit Entwicklungsverzögerungen eingesetzt werden (MacArthur-Bates CDI: CDI Forms, 2015). Die Fragebögen *Words and Gestures (Infant Form)* und *Words and Sentences (Toddler Form)* sind sowohl als langer Fragebogen als auch als einseitiger Kurzfragebogen verfügbar, der *CDI III* ist zweiseitig und erfasst die kindlichen Sprachfähigkeiten in den Bereichen Wortschatz, Grammatik, Semantik, Pragmatik und Wortverstehen (MacArthur-Bates CDI: CDI III, 2015). Der MB-CDI ist für (amerikanisches) Englisch und (mexikanisches) Spanisch verfügbar, inzwischen gibt es aber Adaptionen des Fragebogens für viele weitere Sprachen (MacArthur-Bates CDI: Adaptations in Other Languages, 2015). Für das Deutsche ist eine Adaption des MB-CDI: *Words and Sentences*, nämlich *FRAKIS* – der *Fragebogen zur frühkindlichen Sprachentwicklung* für Kinder von 18 bis 30 Monaten (Szagun, Stumper & Schramm, 2009) verfügbar. Auch eine Kurzform, *FRAKIS-K*, kann genutzt werden – beide Versionen werden u.a. in kinderärztlichen Praxen, Beratungsstellen und in der Forschung eingesetzt (Testzentrale: FRAKIS/FRAKIS-K, o.D.).

Der MB-CDI ist eine sorgfältig entwickelte Methode, den Sprachstand eines Kindes zu erfassen und inzwischen auch gut untersucht: In 18 unabhängigen Studien wurde bestätigt, dass er geeignet ist, den produktiven Wortschatz festzustellen; für den rezeptiven Wortschatz konnte dies in sechs Studien nachgewiesen werden (vgl. Fenson, Marchman, Thal, Dale, Reznick & Bates, 2007). Dass der Fragebogen sich nur in sechs Studien als geeignetes Mittel erwies, den rezeptiven Wortschatz zu erfassen, könnte in der Schwierigkeit liegen, rezeptive Sprachfähigkeiten (vor allem mit zunehmendem Alter der Kinder) realistisch einzuschätzen, wie auch Tenenbaum *et al.* (2015) im Diskussionsteil ihrer Studie anmerken (Tenenbaum *et al.* 2015: 1185). In einer Anleitung für Eltern zum richtigen Ausfüllen des MB-CDI wird versucht, auf diese Schwierigkeit einzugehen und Eltern Hinweise an die Hand zu geben, anhand derer sie erkennen können, ob ihr Kind bestimmte Wörter schon versteht: Hat es einen Begriff beispielsweise einmal in einer Geschichte gehört, aber noch keine genaue Vorstellung davon, was dieser Begriff bedeutet, zählt dies noch nicht als Wort, das es versteht (vgl. Abb. 2), reagiert es dagegen angemessen auf Wörter bzw. Sätze, indem es sich z.B. dem erwähnten Gegenstand zuwendet, zählt dies als positives Wort-/Satzverstehen (vgl. Abb. 3).



Abb. 2: Erklärung zum richtigen Ausfüllen des MB-CDI Words and Gestures: Kind versteht das Wort nicht (Quelle: MacArthur-Bates CDI: Instructions for Parents with Pictures – Words & Gestures, 2015.)

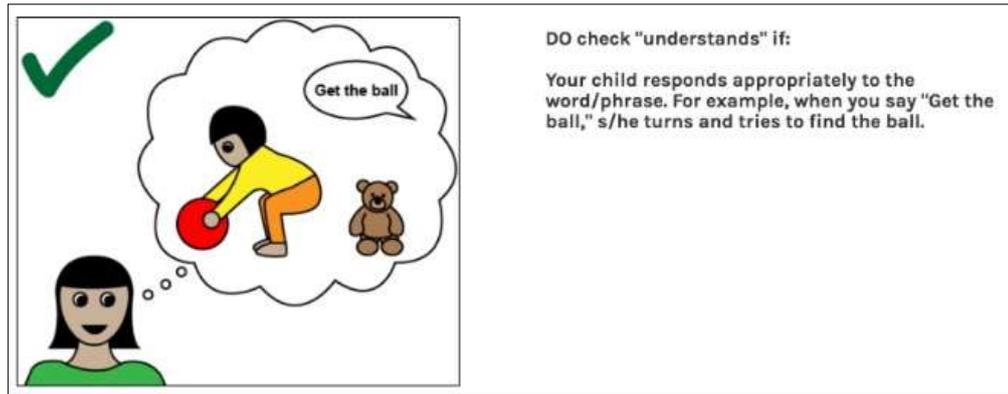


Abb. 3: Erklärung zum richtigen Ausfüllen des MB-CDI Words and Gestures: Kind versteht das Wort (Quelle: MacArthur-Bates CDI: Instructions for Parents with Pictures – Words & Gestures, 2015.)

Für die Theorie von Tenenbaum *et al.* (2015) spricht auch, dass in vorangegangenen Studien, in denen nicht der MB-CDI, sondern andere Methoden zur Messung des kindlichen Sprachstandes verwendet wurden, eine Korrelation zwischen dem Folgen von Blicken und dem rezeptiven Wortschatz festgestellt werden konnte, was bei Tenenbaum *et al.* (2015) nicht der Fall war (Tenenbaum *et al.* 2015: 1185). Bezogen auf die Ergebnisse der fünf in dieser Arbeit vorgestellten Studien scheint die Interpretation von Tenenbaum *et al.* (2015) ebenfalls schlüssig: Während bei Kushnerenko *et al.* (2013) und Imafuku & Myowa (2016) – bei denen die Kinder beim Ausfüllen des MB-CDI zwischen zwölf und maximal 16 Monate alt waren – ein Zusammenhang zwischen dem Blickverhalten und den rezeptiven Sprachfähigkeiten gefunden werden konnte, war dies bei Tenenbaum *et al.* (2015) nicht der Fall; hier waren die Kinder aber auch bereits 18 Monate alt. (Auch bei den Teilnehmern von Young *et al.* (2009) konnte lediglich ein Zusammenhang zwischen Augenbewegungen und dem produktiven Wortschatz gefunden werden, da für die Erhebung des Sprachstandes hier aber der MB-CDI: Words and Sentences genutzt wurde, der den rezeptiven Wortschatz gar nicht erfasst, wurde der Zusammenhang mithilfe der anderen beiden Methoden zur Messung der Sprachfähigkeiten untersucht und kann zur Bewertung des MB-CDI an dieser Stelle nicht herangezogen werden; dasselbe gilt für die Kinder im Alter von 24 Monaten bei Tenenbaum *et al.* (2015), deren Eltern ebenfalls den MB-CDI: Words and Sentences ausgefüllt haben.) Lediglich Imafuku *et al.* (2019) konnten auch einen Zusammenhang zwischen den Augenbewegungen und den rezeptiven Sprachfähigkeiten bei etwas älteren Kindern im Alter von 18 Monaten finden – in dieser Studie wurde aber auch ein gänzlich anderes experimentelles Design eingesetzt, bei dem nicht die Aufmerksamkeit auf

bestimmte AOIs, sondern nur die Präferenz für kongruente bzw. inkongruente Darstellungen untersucht wurde.

Insgesamt stellt sich – auch in Hinblick auf die Tatsache, dass dem MB-CDI nur in verhältnismäßig wenigen Studien Gültigkeit für die Erhebung der rezeptiven Sprachfähigkeiten bestätigt werden konnte – die Frage, wie zuverlässig die Ergebnisse der fünf Experimente in Bezug auf den Zusammenhang zwischen den Augenbewegungen und den späteren rezeptiven Sprachfähigkeiten der Kinder, vor allem ab einem Alter von ca. 18 Monaten, ab dem der rezeptive Wortschatz erheblich ansteigt, sind. Tatsächlich haben Tomasello und Mervis bereits 1994 in einem Kommentar zum MB-CDI darauf hingewiesen, dass Eltern den Punkt *words your child understands but does not yet say* des Fragebogens häufig anders interpretierten, als es von den Entwicklern des MB-CDI vorgesehen war, wodurch verzerrte Ergebnisse zustande kamen (Fenson, Dale, Reznick, Bates, Thal, Pethick, Tomasello, Mervis, Stiles 1994: 176). Die Gründe hierfür sahen sie darin, dass die Eltern in vielen Fällen annahmen, ihr Kind würde ein Wort „verstehen“, 1.) wenn es beim Hören des Wortes den Kopf hob, 2.) wenn es einer Aufforderung nachkam, die das betreffende Wort enthielt, obwohl in ganzen Sätzen mit dem Kind gesprochen wurde sowie nonverbale Informationen zur Bestimmung des Referenten mitgeliefert wurden und 3.) wenn sein Verhalten eine Vertrautheit mit dem Gegenstand, den das Wort bezeichnete, vermuten ließ (Fenson *et al.* 1994: 176f.). Tomasello und Mervis kritisierten bereits damals bei Einführung des MB-CDI, dass alle drei Verhaltensweisen zwar interessante Aspekte der kindlichen Entwicklung beleuchten, sie aber nicht zwangsläufig bedeuten, dass das Kind auch die Bedeutung eines Wortes für sich erschlossen hat (Fenson *et al.* 1994: 177). Ihrer Erfahrung nach füllten Eltern den MB-CDI bezüglich des rezeptiven Wortschatzes allerdings schon nach einer kurzen persönlichen Erklärung durch die Wissenschaftler deutlich realistischer aus, als wenn sie diese Erklärung nicht erhielten (Fenson *et al.* 1994: 177). Im Zusammenhang mit den fünf vorgestellten Studien ist leider nicht bekannt, inwiefern die Eltern in die richtige Beantwortung des MB-CDI eingewiesen wurden – d.h. ob ihnen der Fragebogen in einem persönlichen Gespräch erklärt wurde und/oder ob sie die Anleitung zum Ausfüllen des Fragebogens mit nach Hause bekommen haben. Somit ist es möglich, dass auch dieser Punkt den Umstand erklären könnte, dass in einigen Studien ein signifikanter Zusammenhang der Augenbewegungen mit den späteren Sprachfähigkeiten gefunden werden konnte, in anderen jedoch nicht.

Die produktiven Sprachfähigkeiten eines Kindes realistisch einzuschätzen fällt Eltern unter Umständen etwas leichter, da sie sich hierbei auf tatsächliche Äußerungen beziehen können. Aber auch in diesem Zusammenhang gilt für den MB-CDI: Nicht jede korrekte Äußerung eines Wortes bedeutet auch, dass das Kind dieses Wort „verstehen und äußert“ (Wörter nach Aufforderung zu wiederholen zählt z.B. nicht dazu) (vgl. Abb. 4); anders herum bedeutet eine fehlerhafte Aussprache nicht zwangsläufig, dass das Kind die Bedeutung des Wortes noch nicht erschlossen hat – Protowörter „gelten“ also auch (vgl. Abb. 5).



Abb. 4: Erklärung zum richtigen Ausfüllen des MB-CDI Words and Gestures: Kind spricht das Wort nach (Quelle: MacArthur-Bates CDI: Instructions for Parents with Pictures – Words & Gestures, 2015.)

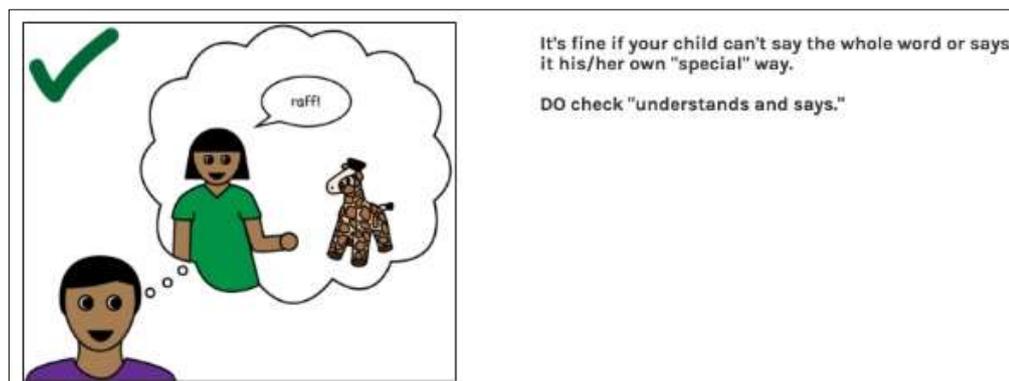


Abb. 5: Erklärung zum richtigen Ausfüllen des MB-CDI: Words and Gestures: Kind verwendet das Wort selbständig (Quelle: MacArthur-Bates CDI: Instructions for Parents with Pictures – Words & Gestures, 2015.)

Ein wichtiger Aspekt im Zusammenhang mit dem MB-CDI ist – über die möglicherweise schwierige Einschätzung der kindlichen Sprachfähigkeiten hinaus – dass diese Einschätzung von den Forscher kaum kontrolliert werden kann. Der Fragebogen wird in der Regel von den Eltern alleine zu Hause ausgefüllt, nicht gemeinsam mit den Wissenschaftlern. Insofern ist es diesen im Nachhinein auch nicht möglich, nachzuvollziehen, wie genau die Angaben der Eltern die tatsächlichen Sprachfähigkeiten

der Kinder wiedergeben. Hier spielt auch der sozioökonomische Status (SES; engl. *socio-economic status*) der Eltern eine wichtige Rolle, der einen Einfluss auf das Verstehen des Fragebogens und somit auch die richtige Einschätzung der kindlichen Sprachfähigkeiten und die Korrektheit des Ausfüllens haben kann. Allerdings wurden nur in zwei der fünf Studien einige demographische Merkmale zu den Eltern erfasst: bei Young *et al.* (2009) die elterliche Bildung sowie das Haushaltseinkommen; bei Kushnerenko *et al.* (2013) die elterliche Bildung, das Haushaltseinkommen und der Beruf. Bei den anderen drei Studien finden sich keine Angaben darüber, ob weitere Informationen über die Eltern eingeholt wurden. Auf der offiziellen Internetseite des MB-CDI ist zwar ein Formular zu „Hintergrundinformationen“ mit Fragen zu Geburtsjahr, Bildung und Beruf der Eltern sowie dem Haushaltseinkommen verfügbar (vgl. MacArthur-Bates CDI: Background Information Form, 2015), dieses Formular scheint in den Studien allerdings nicht zum Einsatz gekommen zu sein. Dadurch ist es schwierig einzuschätzen, wie realistisch die ausgefüllten Fragebögen tatsächlich den Sprachstand der Kinder wiedergeben – zumal genau die drei Studien, die die Sprachfähigkeiten nur mithilfe des Elternfragebogens erhoben haben, keine weiteren Informationen zu den Eltern eingeholt haben.

Neben den möglichen Schwierigkeiten ist eine klare Stärke des MB-CDI, dass der Sprachstand von vielen Kindern auch über einen längeren Zeitraum hinweg kostengünstig und mit wenig Aufwand beobachtet werden kann. Die Wahrscheinlichkeit, diese für die Forschung sehr wichtigen Sprachdaten der Kinder zu erhalten, ist außerdem verhältnismäßig hoch, da die Eltern den MB-CDI unkompliziert von zu Hause (in manchen Fällen sogar über das Internet) ausfüllen können und es nicht nötig ist, dass sie erneut für Messungen in die Räumlichkeiten eines Labors, Instituts o.ä. kommen müssen. Andererseits birgt dieser Umstand auch wieder Risiken – denn Eltern, die eine Rückfrage haben, haben keinen direkten Ansprechpartner vor Ort, an den sie sich im Zweifelsfall wenden können, was das Risiko für Antworten, die nicht im Sinne des Fragebogens gegeben werden, erhöht. Den Forschern bleibt in diesem Zusammenhang nur, den SES der Eltern zu erheben, ihnen vor dem Ausfüllen die Beantwortung des Bogens genau zu erklären, eine gut verständliche Anleitung mit nach Hause zu geben und – für den Fall von Rückfragen – einfach und schnell (z.B. über E-Mail oder Telefon) erreichbar zu sein.

### 3.4.7. Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Teilnehmer der fünf Studien also sehr unterschiedliche familiäre und gesundheitliche Voraussetzungen sowie Entwicklungsunterschiede mitgebracht haben. Bezogen auf die Studien verlief die Kalibrierung anders, es wurden unterschiedliche Forschungsfragen untersucht, dementsprechend andere experimentelle Designs verwendet und unterschiedliche Eye-Tracker genutzt. All dies sind Aspekte, die einen Vergleich der Studien – und vor allem eine Identifizierung jener Faktoren, die die Ergebnisse beeinflusst haben – erschweren.

Doch obwohl die Studien so unterschiedlich sind, ergänzen sie sich zum Teil auch gut: So wurden bei Young *et al.* (2009), der ältesten der fünf vorgestellten Studien, Kinder mit und ohne ein erhöhtes Risiko untersucht, an Autismus zu erkranken, indem die kindlichen Augenbewegungen während einer Live-Videoübertragung mit der Mutter aufgezeichnet wurden, in der diese in KGS mit ihrem Säugling sprach. Tenenbaum *et al.* (2015) ergänzen das Experiment von Young *et al.* (2009) – wie sie selber sagen – nun um eine größere Stichprobe gesunder Kinder, die eine fremde Person in vorab gedrehten Videos sehen, welche über Objekte spricht (durch diesen Aufbau wurde auch ausgeschlossen, dass die Kinder das Verhalten ihres Gegenübers beeinflussen konnten) (Tenenbaum *et al.* 2015: 1183). Bei Tenenbaum *et al.* (2015) sprach die Frau in den Stimuli außerdem nicht in KGS mit den Kindern. Somit konnte hier ein Aspekt, der möglicherweise (zusätzlich) die Aufmerksamkeit auf den Mund lenkt, ebenfalls ausgeschlossen werden. Weiterhin wurde eine positive Korrelation zwischen der Aufmerksamkeit auf den Mund und den späteren Sprachfähigkeiten nun – zusätzlich zu sechs Monate alten Kindern bei Young *et al.* (2009) – durch die Studie von Tenenbaum *et al.* (2015) auch bei zwölf Monate alten Kindern nachgewiesen. Die Ergebnisse der Studie decken sich mit denen von Young *et al.* (2009), denn die Aufmerksamkeit auf den Mund sagt in beiden Studien den späteren produktiven Wortschatz voraus. Bei genauer Betrachtung der Ergebnisse der beiden Studien bleibt allerdings die Frage offen, wieso bei Young *et al.* (2009) eine Korrelation zwischen späteren Sprachfähigkeiten und den Augenbewegungen mit sechs Monaten, bei Tenenbaum *et al.* (2015) aber mit zwölf Monaten gefunden werden konnte, denn dies widerspricht auch der Studie von Lewkowicz & Hansen-Tift (2012), die herausgefunden haben, dass Kinder im Alter von zwölf Monaten (beim Hören ihrer Muttersprache) ihre Aufmerksamkeit vom Mund weg auf die Augen eines Sprechers verlagern (vgl. Lewkowicz & Hansen-Tift, 2012). Die

Vermutung von Tenenbaum *et al.* (2015) ist, dass in ihrem Fall durch die Verwendung besonders origineller Wörter in den Stimuli die gleichen Scanmuster der Augen hervorgerufen wurden wie beim Hören einer fremden Sprache, bei dem die Aufmerksamkeit auch von zwölf Monate alten Kindern (bei Lewkowicz & Hansen-Tift, 2012) weiterhin auf dem Mund eines Sprechers lag und keine Verlagerung auf die Augen stattfand (vgl. Tenenbaum *et al.* 2015: 1183f.).

Imafuku & Myowa (2016) ergänzen die Experimente von Young *et al.* (2009) und Tenenbaum *et al.* (2015) nun um die zusätzliche Testung inkongruenter Stimuli, in denen Ton und Bild nicht zusammenpassen, und stellen fest, dass die Aufmerksamkeit auf den Mund sowohl in der kongruenten (wie bei den anderen beiden Studien) als auch in der inkongruenten Bedingung die späteren Sprachfähigkeiten – allerdings die rezeptiven – voraussagen kann. Eine Frage, die sich in diesem Zusammenhang stellt, ist, wieso bei Imafuku & Myowa (2016), bei denen die Kinder mit sechs Monaten das gleiche Alter wie die Teilnehmer der Studie von Young *et al.* (2009) hatten, ein anderes Ergebnis gefunden werden konnte, nämlich dass die Aufmerksamkeit auf den Mund die späteren *rezeptiven* und nicht die produktiven Sprachfähigkeiten voraussagt. Dies könnte u.a. am Alter der Kinder bei der Erhebung der Sprachfähigkeiten gelegen haben – die Kinder bei Imafuku & Myowa (2016) waren mit zwölf Monaten deutlich jünger als bei Young *et al.* (2009), bei denen außerdem nicht der MB-CDI, sondern andere Methoden zur Erhebung der rezeptiven Sprachfähigkeiten eingesetzt wurden.

Das Experiment von Kushnerenko *et al.* (2013) liefert ebenso abweichende Ergebnisse von den drei zuvor genannten Studien, denn hierbei handelt es sich um die einzige Studie, in der kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Aufmerksamkeit auf den Mund und späteren Sprachfähigkeiten in der kongruenten Bedingung gefunden werden konnte; stattdessen fanden die Wissenschaftler eine Korrelation zwischen der Aufmerksamkeit auf die *Augen* und den späteren Sprachfähigkeiten in der *inkongruenten* Bedingung. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte der stark abweichende Versuchsaufbau sein, bei dem nur einzelne Silben zehnmal nacheinander abgespielt wurden und die Säuglinge nicht – wie in den anderen Studien – ganze Sätze hörten.

Und auch die Studie von Imafuku *et al.* (2019) hebt sich von den anderen vier Studien ab, und zwar insofern, als dass hier nicht der Zusammenhang zwischen Scanmustern der Augen auf bestimmte AOIs und dem späteren Wortschatz untersucht

wurde, sondern lediglich, ob Kinder bestimmten Alters eher auf die kongruenten oder inkongruenten Darbietungen sehen und ob eines dieser Blickverhalten mit besseren späteren Sprachfähigkeiten einhergeht. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist, dass die Aufmerksamkeit auf die kongruente audiovisuelle Darstellung (mit sechs Monaten) den späteren rezeptiven Wortschatz (mit zwölf und 18 Monaten) voraussagt. Wie zuvor erwähnt, wurde bei Young *et al.* (2009), bei denen Kinder desselben Alters am Eye-Tracking-Experiment teilgenommen haben, dagegen ein anderes Ergebnis gefunden, nämlich ein Zusammenhang zwischen den Augenbewegungen (bzw. der Aufmerksamkeit auf den Mund) und den späteren *produktiven* Sprachfähigkeiten. Bei Imafuku *et al.* (2019) wurde aber auch ein anderes experimentelles Design eingesetzt, bei dem nicht die Aufmerksamkeit auf bestimmte AOIs, sondern nur die Präferenz für kongruente bzw. inkongruente Darstellungen untersucht wurde.

Dazu kommt, was in diesem Kapitel bereits ausführlich behandelt wurde, nämlich dass sich die Studien ganz grundsätzlich in mehreren Punkten voneinander unterscheiden (Alter der Kinder beim Eye-Tracking-Experiment und der Erhebung der Sprachfähigkeiten, familiäre/gesundheitliche Hintergründe, Muttersprache der Kinder, Versuchsaufbau und Stimuli, Kalibrierung, Eye-Tracking-System). Jeder dieser Faktoren – oder auch mehrere bzw. alle Faktoren zusammen – könnte(n) zusätzlich zu den bereits angesprochenen Erklärungsansätzen Einfluss auf die Ergebnisse genommen und die Unterschiede hervorgerufen haben, es ist aber nicht möglich zu sagen, welcher Faktor bzw. welche Faktoren es waren, da zu viele Punkte gleichzeitig von einer zur jeweils anderen Studie abweichen.

Zur Beantwortung der Forschungsfrage dieser Arbeit besteht also noch weiterer Forschungsbedarf – und es sind neue, an die Forschungsfrage angepasste Experimente erforderlich. Der Vergleich der fünf Studien hilft dabei, jene Aspekte zu identifizieren, die Einfluss auf das Ergebnis genommen haben könnten, um ein optimiertes Studiendesign zu entwerfen, das für die Beantwortung der Forschungsfrage geeignet ist.

Zum Abschluss dieses Kapitels findet sich die Tabelle 3, welche die angesprochenen Punkte noch einmal übersichtlich für alle fünf Studien zusammenfasst und gegenüberstellt.

**Tab. 3: Wichtige Eckdaten der Studien im Vergleich**

Studie	Young <i>et al. (2009)</i>	Kushnerenko <i>et al. (2013)</i>	Tenenbaum <i>et al. (2015)</i>	Imafuku & Myowa (2016)	Imafuku <i>et al. (2019)</i>
<b>Unterschiede</b>					
<b>Teilnehmer: Anzahl*</b>	31 Kinder mit erhöhtem Autismus-Risiko, 24 Kinder mit niedrigem Autismus-Risiko	37 Kinder	56 Kinder	17 Kinder	14 frühgeborene Kinder, 14 reifgeborene Kinder
<b>Teilnehmer: familiäre / gesundheitliche Hintergründe</b>	Gesunde Kinder mit und ohne erhöhtes Risiko, an Autismus zu erkranken	Gesunde Kinder aus unterschiedlichen ökonomischen Verhältnissen (Haushaltseinkommen £4.800 – £192.000)	Gesunde Kinder	Gesunde Kinder	Frühgeborene Kinder (23-35 Wochen Schwangerschaftsdauer) und reifgeborene Kinder (37-42 Wochen Schwangerschaftsdauer)
<b>Teilnehmer: Muttersprache</b>	Englisch (USA)	Englisch (UK)	Englisch (USA)	Japanisch	Japanisch
<b>Teilnehmer: Alter bei Eye- Tracking- Experiment</b>	6 Monate	6-9 Monate	12 Monate	6 Monate	6, 12 Monate
<b>Teilnehmer: Alter bei Erhebung der Sprachfähigkeiten</b>	[12] 18, 24 Monate	14-16 Monate	18, 24 Monate	12 Monate	12, 18 Monate
<b>Mittel zur Erhebung der Sprachfähigkeiten</b>	MB-CDI: Words and Sentences (Toddler Form) [MSEL, Vineland Adaptive Behavior Scales]	OCDI ( <i>UK-Adaption des MB-CDI</i> ) [PLS-4]	MB-CDI: Words and Gestures short form (Level I) (mit 18 Monaten), MB-CDI: Words and Sentences (Toddler Form)	JCDI: Words and Gestures (Infant Form) ( <i> japanische Adaption des MB-CDI</i> )	JCDI: Words and Gestures (Infant Form) ( <i> japanische Adaption des MB-CDI</i> )

			(mit 24 Monaten)		
<b>Versuchsaufbau Eye-Tracking-Experiment</b>	3-minütige Mutter-Kind-Interaktion über den Bildschirm (mit <i>still-face</i> -Paradigma)	2 kongruente Videos, in denen die Silben /ba/ und /ga/ artikuliert wurden; 2 inkongruente Videos, in denen auf das /ba/ ein /ga/ synchronisiert wurde (und umgekehrt); jeder Durchgang enthielt 10 Wiederholungen eines Stimulus-Typs; Dauer eines Durchgangs: 7600 ms	4 Videos, in denen eine Frau über eines von zwei vor ihr platzierten Objekten sprach, bei der Hälfte der Kinder, indem sie den Kopf in Richtung des Objektes drehte, bei der anderen Hälfte, indem sie in Richtung des Objektes schaute; je 4 Durchgänge (à 8 Sek.) mit unterschiedlichen Objekten	2 kongruente Videos, in denen eine Frau 2 Geschichten erzählte; 2 inkongruente Videos, in denen Ton und Bild der Geschichten nicht zusammenpassten; Dauer eines Durchgangs: 14 Sek. (je 2x abgespielt)	<i>Preferential looking-task</i> : 4 Videos, in denen 2 Aufnahmen nebeneinander abgespielt wurden, auf denen eine Frau zwei Sätze einer Kindergeschichte auf sagte, wobei der Ton nur zu einer der beiden Aufnahmen passte; Dauer eines Durchgangs: 14 Sek.
<b>Personen in den Stimuli</b>	Mutter	Fremde Frau	Fremde Frau	Fremde Frau	2 fremde Frauen (abwechselnd)
<b>Einsatz kindgerichteter Sprache (KGS)</b>	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja
<b>Eye-Tracking-System (Hersteller und Modell)</b>	Tobii ET-17	Tobii T120	ASL Pan-Tilt 5000	Tobii X60	Tobii TX300
<b>Kalibrierung</b>	5-Punkt-Kalibrierung; keine Angaben, ob die Kalibrierung überprüft wurde	5-Punkt-Kalibrierung; keine Angaben, ob die Kalibrierung überprüft wurde	2-Punkt-Kalibrierung; danach Zeigen eines Balls zur Überprüfung der Kalibrierung, randomisierte Starposition vor jedem Durchgang als zusätzliche Kontrolle der Kalibrierung	5-Punkt-Kalibrierung; keine Angaben, ob die Kalibrierung überprüft wurde	5-Punkt-Kalibrierung; keine Angaben, ob die Kalibrierung überprüft wurde

\* Die Zahlen in dieser Tabelle beziehen sich auf die Kinder, die sowohl am Eye-Tracking-Experiment als auch zu einem späteren Zeitpunkt an der Erhebung der Sprachfähigkeiten teilgenommen haben (abzüglich derer, die im Nachhinein von einer der beiden Erhebungen ausgeschlossen wurden).

*(Quelle: Eigene Darstellung.)*

### **3.5. Ansätze zur Optimierung**

Die fünf in dieser Arbeit vorgestellten Studien haben für sich allein betrachtet alle ihre Daseinsberechtigung und untersuchen interessante Aspekte der kindlichen Entwicklung; ihre Ergebnisse bezüglich eines Zusammenhangs zwischen den Augenbewegungen der Kinder und ihrer späteren Sprachentwicklung fallen jedoch recht unterschiedlich aus. Dies ist den unterschiedlichen Forschungsinteressen der Wissenschaftler geschuldet, deren Hauptaugenmerk in allen fünf Studien (bzw. in den Studien, auf die die erneute Sichtung der Daten sich bezog) nicht allein auf dem Zusammenhang zwischen den Augenbewegungen und der Sprachentwicklung, sondern auch auf anderen Aspekten der kindlichen Entwicklung lag. Dementsprechend setzten sich die Stichproben zusammen und dementsprechend wurde auch das experimentelle Design gewählt, was einen Vergleich der Studien und ihrer Ergebnisse untereinander allerdings erschwert. Da es sich bei dem Zusammenhang zwischen Augenbewegungen und den späteren Sprachfähigkeiten von Säuglingen und Kleinkindern um ein Thema handelt, in dem bisher wenig Eye-Tracking-Forschung betrieben wurde, soll nun zum Ende dieser Arbeit hin versucht werden, ein „optimiertes“ Forschungsdesign zu entwerfen, das alle im vorherigen Kapitel angesprochenen Aspekte berücksichtigt und somit eine Möglichkeit darstellt, gezielt den Zusammenhang zwischen Augenbewegungen und der späteren Sprachentwicklung von Kindern zu untersuchen. Wichtig zu erwähnen ist, dass es sich hierbei nicht um eine Kritik an den von den Forschern gewählten experimentellen Designs oder eine „Verbesserung“ dieser Experimente handeln soll (denn für die Fragestellungen, die die Wissenschaftler untersucht haben, waren die von ihnen gewählten Abläufe sicherlich gut geeignet), sondern es soll vielmehr versucht werden, zu überlegen, wie in Zukunft Studien gestaltet werden könnten, welche geeignet sind, die noch offenen Fragen zu klären, die sich im Verlauf dieser Bachelorarbeit durch den Vergleich der fünf Studien ergeben haben.

Neben einer interessanten Forschungsfrage ist für eine Studie vor allem ein gut durchdachtes experimentelles Design wichtig (Mertins 2016: 30). Da der Faktor, ob eine Darstellung kongruent oder inkongruent ist, Einfluss auf die Aufmerksamkeitsverteilung

von Kindern zu haben scheint, es aber nicht eindeutig ist, inwiefern (In-)Kongruenzen das Blickverhalten der Kinder beeinflussen, wäre es sinnvoll, sowohl kongruente als auch inkongruente Darstellungen (nacheinander, nicht als *preferential looking task*) für die optimierte Studie einzuplanen. Dabei könnten vorab gedrehte (und für die inkongruente Bedingung bearbeitete) Videos eingesetzt werden, in denen den Kindern eine kurze Geschichte erzählt wird. Um auszuschließen, dass sie „voreingenommen“ schauen, sollten sie dabei aber nicht – wie bei Young *et al.* (2009) – ihre Mutter oder eine andere vertraute Person in den Stimuli sehen, sondern eine fremde Person, die wiederum nicht in KGS mit ihnen sprechen sollte, um eine zusätzliche Lenkung der Aufmerksamkeit auf den Mund des Sprechers zu verhindern.

Da in den fünf vorgestellten Studien u.a. auch Probanden mit gesundheitlicher Vorgeschichte bzw. einem erhöhten Risiko für Entwicklungsstörungen rekrutiert wurden, wäre es ratsam, zunächst nur Kinder ohne bekannte Vorerkrankungen für die optimierte Studie auszuwählen. Sind deren Daten gesammelt, hat man einen Ausgangspunkt, von dem aus man Kinder mit Erkrankungen, Entwicklungsstörungen oder solche, die bestimmten Risikogruppen angehören, untersuchen kann; deren Daten können dann mit den Daten der gesunden Kinder verglichen werden (vgl. Kap. 3.6.). Grundsätzlich zu beachten bezüglich der Stichprobe ist auch, dass genügend Teilnehmer rekrutiert werden, um mögliche Datenverluste (z.B. durch Unaufmerksamkeit, Kopfbewegungen oder technische Probleme) ausgleichen zu können. Für eine gute statistische Analyse sind dabei mindestens 26 Teilnehmer zu rekrutieren (20 Teilnehmer plus 30% Ausgleich, vgl. Mertins 2016: 18f.). Dieser Aspekt ist bei Eye-Tracking-Studien mit Säuglingen und Kleinkindern umso wichtiger, weil das Risiko für Datenverlust hier, bedingt durch die kurze Aufmerksamkeitsspanne der Kinder, noch einmal erhöht ist. Was dies in Zahlen bedeuten kann, wird deutlich, wenn man sich die Teilnehmerzahlen der Studie von Young *et al.* (2009) ansieht: Von ursprünglich 108 rekrutierten Kindern blieben für die Datenanalyse am Ende gerade einmal etwas mehr als die Hälfte übrig, da alleine 22 von ihnen wegen zu starker Aufgeregtheit und technischen Schwierigkeiten gar nicht erst am Eye-Tracking-Experiment teilnehmen konnten, weitere 20 im Nachhinein wegen nicht brauchbarer oder ungültiger Daten von der Analyse ausgeschlossen werden mussten und neun nicht an den Follow-up-Terminen teilgenommen haben (Young *et al.* 2009: 4f.). Vor diesem Hintergrund macht es möglicherweise Sinn, die Teilnehmerzahl bei Experimenten mit Säuglingen und Kleinkindern – gerade bei einer Langzeitstudie, bei

der zusätzlich das Risiko besteht, dass Probanden im Laufe der Zeit aus diversen Gründen nicht mehr teilnehmen (möchten) – noch etwas höher anzusetzen (und beispielsweise 50% mehr Probanden zu rekrutieren, als man am Ende für die Analyse haben möchte).

Die Länge der Kalibrierung sollte ebenfalls an das Alter der Versuchsteilnehmer angepasst werden. Ob eine 2- oder 5-Punkt-Kalibrierung gewählt wird, ist dabei weniger entscheidend, wichtig ist aber, dass sie (wie es auch bei Tenenbaum *et al.* (2015) gehandhabt wurde) regelmäßig überprüft und ggf. angepasst wird, sodass ein gleichbleibend hohes Maß an Genauigkeit der Messungen für die Dauer des gesamten Experiments gewährleistet ist.

Über diese Anpassungen hinaus wäre es vor allem wichtig, die Untersuchung als Langzeitstudie anzulegen. Die Kinder sollten dazu bereits in einem frühem Alter (von z.B. vier Monaten an) und dann in regelmäßigen, engmaschigen Abständen zu Eye-Tracking-Messungen eingeladen werden; ebenso regelmäßig sollten ihre Sprachfähigkeiten erfasst werden, sodass Veränderungen im Laufe der Zeit erfasst und in Beziehung zueinander gesetzt werden können und sich am Ende der Studie ein genaues Bild der Entwicklung kindlicher Augenbewegungen und ihrer Sprachentwicklung zeichnen lässt. Durch diese Vorgehensweise ließe sich auch untersuchen, worin die in den fünf Studien festgestellten Unterschiede im Zusammenhang der Augenbewegungen mit den späteren Sprachfähigkeiten begründet liegen – man könnte also feststellen, ob das Blickverhalten der Kinder (z.B. die Aufmerksamkeit auf den Mund/auf die Augen bzw. auf die kongruente/inkongruente Darstellung) und die daraus resultierenden unterschiedlichen Ergebnisse der Studien durch die unterschiedlichen Phasen der Entwicklung, in denen die Kinder sich zum Zeitpunkt ihrer Teilnahme befanden, begründet sind. Unbedingt zu beachten ist hierbei, dass sowohl das Eye-Tracking-System als auch die verwendete Software und die Art der Datenaufbereitung und -interpretation bei allen Messungen identisch sind, um sicherzustellen, dass diese nicht die Ergebnisse beeinflussen und sie somit vergleichbar bleiben.

Bezogen auf die Überprüfung der Sprachfähigkeiten ist der MB-CDI grundsätzlich ein sinnvolles und vor allem in Langzeitstudien probates Mittel, um die kindlichen Sprachfähigkeiten in regelmäßigen Abständen zu überprüfen, da die Eltern den Fragebogen unkompliziert von zu Hause ausfüllen können, was die Bereitschaft zur Teilnahme gegenüber Messungen in den Räumlichkeiten einer Universität, eines Labors

o.ä., wofür sie extra anreisen müssten, erhöht. Weil eine Langzeitstudie von regelmäßigen Datenerhebungen und in diesem Fall von der Zuverlässigkeit und Motivation der Eltern über einen längeren Zeitraum hinweg lebt, halte ich es für legitim, dabei einen Fragebogen einzusetzen, der kleinere Schwachstellen hat – im Großen und Ganzen aber ein sinnvolles Instrument ist, um den Sprachstand von jungen Kindern zu erfassen. Um den Einfluss der in Kapitel 3.4.6. erwähnten Schwächen des MB-CDI möglichst klein zu halten, wäre es wichtig, den Eltern (über die schriftliche Erklärung hinaus) eine persönliche Einweisung in das richtige Ausfüllen des Fragebogens zu geben – und dabei besonders auf die Frage einzugehen, was mit dem Begriff „Wortverstehen“ gemeint ist, da eine solche Anleitung für eine valide Erfassung der rezeptiven kindlichen Sprachfähigkeiten einen großen Nutzen hätte. Darüber hinaus sollte zusätzlich der SES der Eltern erfasst werden, damit dieser bei der Auswertung der Ergebnisse ebenso berücksichtigt werden kann.

Da es sich bei der optimierten Studie um eine Langzeitstudie handeln soll, bei der die Teilnehmer ohnehin in regelmäßigen Abständen zu erneuten Messungen eingeladen werden, wäre es ebenso möglich, eine oder mehrere weitere Möglichkeiten der Erhebung des Sprachstandes einzusetzen, welche die Forscher selbst mit den Kindern durchführen (wie beispielsweise den PLS-4). So könnten außerdem die Ergebnisse des MB-CDI mit den Ergebnissen der anderen Messung(en) verglichen werden, um festzustellen, ob die unterschiedlichen Methoden zu den gleichen Ergebnissen gelangen.

### **3.6. Ausblick für zukünftige Studien**

Ist dieser Grundstein in der Forschung gelegt, kann über die nächsten möglichen Schritte nachgedacht werden: Weiß man einmal, welcher Zusammenhang zwischen kindlichen Augenbewegungen und späteren Sprachfähigkeiten besteht, ist es möglich, einzelne Variablen zu verändern, um deren Einfluss auf die Sprachentwicklung von Kindern zu untersuchen. So könnten beispielsweise – ausgehend von den erhobenen Daten gesunder Kinder, die sich unauffällig entwickeln – Kinder mit bestimmten Erkrankungen, Entwicklungsstörungen oder solche, die einer Risikogruppe angehören, untersucht werden, um festzustellen, ob sich bei ihnen veränderte Augenbewegungen und abweichende spätere Sprachfähigkeiten von den Ergebnissen der gesunden Kinder zeigen. Darüber hinaus wäre es aufschlussreich, wenn bei jenen Kindern, die einer

Risikogruppe angehören, zu einem späteren Zeitpunkt auch überprüft würde, ob sich eine bestimmte Krankheit oder Entwicklungsstörung tatsächlich manifestiert hat, um abschließend beurteilen zu können, ob Augenbewegungen von Säuglingen bzw. Kleinkindern nicht „nur“ die späteren Sprachfähigkeiten, sondern vielleicht auch Krankheiten und/oder Entwicklungsstörungen voraussagen können. Ein interessantes Beispiel ist in diesem Zusammenhang die Eye-Tracking-Forschung zur Spezifischen Sprachentwicklungsstörung (SSES). Sogenannte „späte Sprecher“ (also Kinder, die im Alter von 18 bis 24 Monaten weniger als 50 Wörter sprechen) stehen im Verdacht, eher eine SSES zu entwickeln als Kinder, die nicht zu den späten Sprechern gehören; bei ihnen wurden in Eye-Tracking-Experimenten auch abweichende Augenbewegungen im Vergleich zu sich normal entwickelnden Kindern gefunden (vgl. Ellis, Borovsky, Elman & Evans, 2015). Hierbei handelt es sich allerdings lediglich um eine Vermutung, denn eine Follow-up-Studie, welche den Zusammenhang zwischen den Augenbewegungen von späten Sprechern und einer späteren SSES-Diagnose untersucht, ist bisher nicht durchgeführt worden. Solche Studien werden aber benötigt, um klären zu können, ob von den Augenbewegungen von Kindern tatsächlich auf sich später manifestierende Entwicklungsstörungen geschlossen werden kann. Sollte sich diese Vermutung bestätigen, ergibt sich daraus die Möglichkeit, für den Alltag von Eltern, Lehrern und Erziehern mit den Kindern entsprechende Handlungsempfehlungen zu formulieren und frühzeitig Gegenmaßnahmen einzuleiten, um die Kinder in ihrer (Sprach-)Entwicklung bestmöglich fördern und unterstützen zu können.

#### **4. Fazit**

Eye-Tracking ist eine vielversprechende, aber in ihrer Anwendung in der Säuglings- und Kleinkindforschung nicht immer unproblematische Methode, die gewisse Einschränkungen und Besonderheiten mit sich bringt, weswegen sie in Experimenten mit dieser Zielgruppe sorgfältig kontrolliert werden muss. Richten Wissenschaftler ihr Forschungsinteresse allerdings auf Fragen der kindlichen Entwicklung, die nur mit Eye-Tracking untersucht werden können, öffnet sich ein Feld voller Möglichkeiten spannender Forschung, die so erst durch den technischen Fortschritt der letzten Jahrzehnte möglich geworden ist.

Wie in zahlreichen Studien nachgewiesen werden konnte, sind Beobachtungen der Augenbewegungen eine hervorragende Möglichkeit, die Verteilung der visuellen Aufmerksamkeit nachzuvollziehen – sogar schon bei sehr jungen Kindern. Gerade bei Säuglingen und Kleinkindern eröffnet Eye-Tracking im wissenschaftlichen Kontext daher die Möglichkeit, die kindliche Entwicklung – trotz der Vorsprachlichkeit der jungen Probanden – mit einer durch Messungen der Blickdauer nicht zu erreichenden Genauigkeit zu untersuchen. So lässt sich detailliert analysieren, auf welche Bereiche Kinder ihre Aufmerksamkeit richten, wenn sie beispielsweise eine andere Person beim Sprechen beobachten, aber auch nachvollziehen, wie Fähigkeiten von der frühen Kindheit bis ins Erwachsenenalter hinein reifen und sich entwickeln. Einblicke in frühe Prozesse der Sprachwahrnehmung mithilfe von Eye-Tracking erlauben es auch, mögliche Zusammenhänge zwischen dem Betrachten von Gesichtern während der Kommunikation und späteren Sprachfähigkeiten festzustellen.

In allen fünf Studien, die für diese Bachelorarbeit untersucht wurden, konnte – trotz der sehr unterschiedlichen Forschungsdesigns – eine positive Korrelation zwischen den Augenbewegungen von Säuglingen und Kleinkindern und ihrer späteren Sprachentwicklung gefunden werden. Demnach lässt sich die eingangs gestellte Forschungsfrage, ob es einen Zusammenhang zwischen den Augenbewegungen von Säuglingen und Kleinkindern und ihrer späteren Sprachentwicklung gibt, mit *ja* beantworten – allerdings ist eine genauere Beantwortung der Frage, wie dieser Zusammenhang aussieht (und welche Faktoren auf welche Art und Weise Einfluss nehmen), auf der Basis der Analyse in dieser Arbeit bisher nicht ohne weiteres möglich, da die Studien zu unterschiedlich sind, um hier ein eindeutiges Bild zu zeichnen. Durch einen Vergleich der Ergebnisse ergibt sich daher Raum für weitere Forschungsfragen: Wann geht eine erhöhte Aufmerksamkeit auf den Mund eines Sprechers mit einem besseren produktiven oder rezeptiven Wortschatz zu einem späteren Zeitpunkt einher? Wann geht eine erhöhte Aufmerksamkeit auf die Augen eines Sprechers mit besseren späteren produktiven oder rezeptiven Sprachfähigkeiten einher? Und welche Rolle spielen dabei Kongruenzen bzw. Inkongruenzen in der audiovisuellen Darstellung?

Unter Berücksichtigung der vorgestellten möglichen Erklärungen für die unterschiedlichen Ergebnisse und der darauf aufbauend formulierten Optimierungsansätze könnten in Zukunft Studien durchgeführt werden, die diese Fragen näher beleuchten und Licht in das Dunkel der unterschiedlichen Ergebnisse bringen. Sind

die grundlegenden Fragen geklärt, ergeben sich weitere interessante Fragestellungen, die erforscht werden können. Der Forschungsfrage dieser Arbeit kommt dabei eine besondere Relevanz zu, weil ein genaueres Verständnis des Zusammenhangs zwischen kindlichen Augenbewegungen und Sprachfähigkeiten im weiteren Verlauf auch interessante Möglichkeiten bieten könnte, Sprachentwicklungsstörungen bei Kindern, die einer Risikogruppe angehören oder erste Auffälligkeiten aufweisen, frühzeitig zu diagnostizieren – und es somit auch ermöglichen würde, bereits früh mit entsprechenden Fördermaßnahmen zu beginnen, um Kindern bestmögliche Chancen für ihre weitere Entwicklung zu bieten.

## 5. Literaturverzeichnis

- Aslin, R. N. & McMurray, B. (2004): Automated corneal-reflection eye tracking in infancy: Methodological developments and applications to cognition. *Infancy*, 6(2), 155-163.
- Bartl-Pokorny, K. D., Pokorny, F., Bölte, S., Langmann, A., Falck-Ytter, T., Wolin, T., Einspieler, C., Sigafoos, J. & Marschik, P. B. (2013): Eye-Tracking: Anwendung in Grundlagenforschung und klinischer Praxis. *Klinische Neurophysiologie*, 44, 193-198.
- Choi, Y. & Trueswell, J. C. (2010): Children's (in)ability to recover from garden paths in a verb-final language: Evidence for developing control in sentence processing. *Journal of Experimental Child Psychology*, 106(1), 41-61.
- Dehaene-Lambertz, G., Montavont, A., Jobert, A., Alliol, L., Dubois, J., Hertz-Pannier, L. & Dehaene, S. (2010): Language or music, mother or Mozart? Structural and environmental influences on infants' language networks. *Brain & Language*, 114(2), 53-65.
- DeLoache, J. S., Chiong, C., Sherman, K., Islam, N., Vanderborcht, M., Troseth, G. L., Strouse, G. A. & O'Doherty, K. (2010): Do babies learn from baby media? *Association for Psychological Science*, 21(11), 1570-1574.
- Ellis, E. M., Borovsky, A., Elman, J. L. & Evans, J. L. (2015): Novel word learning: An eye-tracking study. Are 18-month-old late talkers really different from their typical peers? *Journal of Communication Disorders*, 58, 143-157.
- Epley, N., Morewedge, C. K. & Keysar, B. (2004): Perspective taking in children and adults: Equivalent egocentrism but differential correction. *Journal of Experimental Social Psychology*, 40(6), 760-768.
- Feldman, R., Magori-Cohen, R., Galili, G., Singer, M. & Louzoun, Y. (2011): Mother and infant coordinate heart rhythms through episodes of interaction synchrony. *Infant Behavior and Development*, 34(4), 569-577.
- Feng, G. (2011): Eye tracking: A brief guide for developmental researchers. *Journal of Cognition and Development*, 12(1), 1-11.
- Fenson, L., Dale, P. S., Reznick, J. S., Bates, E., Thal, D. J., Pethick, S. J., Tomasello, M., Mervis, C. B. & Stiles, J. (1994): Variability in early communicative development. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 59(5), i + iii-v + 1-185.
- Fenson, L., Marchman, V. A., Thal, D. J., Dale, P. S., Reznick, J. S. & Bates, E. (2007): *MacArthur-Bates Communicative Development Inventories – User's Guide and Technical Manual*, 2<sup>nd</sup> ed. Baltimore: Brookes Publishing.
- Gredebäck, G., Johnson, S. & von Hofsten, C. (2010): Eye tracking in infancy research. *Developmental Neuropsychology*, 35(1), 1-19.
- Guo, J. & Feng, G. (2013): How eye gaze feedback changes parent-child joint attention in shared storybook reading? An eye-tracking intervention study. In: Nakano, Y., Conati, C. & Bader, T. (Hrsg.): *Eye Gaze in Intelligent User Interfaces* (S. 9-21). London: Springer.

- Höhle, B. (Hrsg.) (2012): *Psycholinguistik*. Berlin: Akademie Verlag.
- Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H. & van de Weijer, J. (2015): *Eye Tracking: A Comprehensive Guide to Methods and Measures*. First published in paperback. Oxford: Oxford University Press.
- Imafuku, M. & Myowa, M. (2016): Developmental change in sensitivity to audiovisual speech congruency and its relation to language in infants. *Psychologia*, 59, 163-172.
- Imafuku, M., Kawai, M., Niwa, F., Shinya, Y. & Myowa, M. (2019): Audiovisual speech perception and language acquisition in preterm infants: A longitudinal study. *Early Human Development*, 128, 93-100.
- Johnson, M. H. (1995): The inhibition of automatic saccades in early infancy. *Developmental Psychobiology*, 28(5), 281-291.
- Karnath, H.-O. & Thier, P. (Hrsg.) (2006): *Neuropsychologie*. 2., aktual. und erw. Aufl. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Kassenärztliche Bundesvereinigung: Altersgruppen. In: kbv.de vom 05.09.2019. URL: [http://www.kbv.de/tools/ebm/html/4.3.5\\_162395004446927562274884.html](http://www.kbv.de/tools/ebm/html/4.3.5_162395004446927562274884.html) (Zugriff: 05.09.2019).
- Krcmar, M., Grela, B. & Lin, K. (2007): Can toddlers learn from television? An experimental approach. *Media Psychology*, 10(1), 41-63.
- Kushnerenko, E., Tomalski, P., Ballieux, H., Potton, A., Birtles, D., Frostick, C. & Moore, D. G. (2013): Brain responses and looking behavior during audiovisual speech integration in infants predict auditory speech comprehension in the second year of life. *Frontiers in Psychology*, 4, Article 432, 1-8.
- Lewkowicz, D. J. & Hansen-Tift, A. M. (2012): Infants deploy selective visual attention to the mouth of a talking face when learning speech. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(5), 1431-1436.
- MacArthur-Bates CDI: Adaptations in Other Languages. In: mb-cdi.stanford.edu, 2015. URL: <https://mb-cdi.stanford.edu/adaptations.html> (Zugriff: 05.09.2019).
- MacArthur-Bates CDI: Background Information Form. In: mb-cdi.stanford.edu, 2015. URL: [https://mb-cdi.stanford.edu/documents/BACKGROUNDInfoForm\\_Fillable.pdf](https://mb-cdi.stanford.edu/documents/BACKGROUNDInfoForm_Fillable.pdf) (Zugriff: 05.09.2019).
- MacArthur-Bates CDI: CDI III. In: mb-cdi.stanford.edu, 2015. URL: [https://mb-cdi.stanford.edu/cdi\\_iii\\_form.html](https://mb-cdi.stanford.edu/cdi_iii_form.html) (Zugriff: 05.09.2019).
- MacArthur-Bates CDI: CDI Forms. In: mb-cdi.stanford.edu, 2015. URL: <https://mb-cdi.stanford.edu/forms.html> (Zugriff: 05.09.2019).
- MacArthur-Bates CDI: Instructions for Parents with Pictures – Words & Gestures. In: mb-cdi.stanford.edu, 2015. URL: [https://mb-cdi.stanford.edu/documents/WG\\_instructions.pdf](https://mb-cdi.stanford.edu/documents/WG_instructions.pdf) (Zugriff: 05.09.2019).
- MacArthur-Bates CDI: MacArthur-Bates Communicative Development Inventories. In: mb-cdi.stanford.edu, 2015. URL: <https://mb-cdi.stanford.edu/> (Zugriff: 05.09.2019).

- Merin, N., Young, G. S., Ozonoff, S. & Rogers, S. J. (2007): Visual fixation patterns during reciprocal social interactions distinguish a subgroup of 6-month-old infants at-risk for autism from comparison infants. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37, 108-121.
- Mertins, B. (2016): The use of experimental methods in linguistic research: Advantages, problems and possible pitfalls. In: Anstatt, T., Clasmeier, C. & Gattnar, A. (Hrsg.): *Slavic Languages in Psycholinguistics. Chances and Challenges for Empirical and Experimental Research* (S. 15-33). Tübingen: Narr Francke Attempto.
- Oakes, L. M. (2010): Infancy guidelines for publishing eye-tracking data. *Infancy*, 15(1), 1-5.
- Oakes, L. M. (2012): Advances in eye tracking in infancy research. *Infancy*, 17(1), 1-8.
- Scerif, G., Karmiloff-Smith, A., Campos, R., Elsabbagh, M., Driver, J. & Cornish, K. (2005): To look or not to look? Typical and atypical development of oculomotor control. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17(4), 591-604.
- Stenberg, G (2017): Does contingency in adults' responding influence 12-month-old infants' social referencing? *Infant Behavior and Development*, 46, 67-79.
- Szagan, G. (2013): *Sprachentwicklung beim Kind. Ein Lehrbuch*. 5., aktual. Aufl. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- Szagan, G., Stumper, B. & Schramm, S. A. (2009): *Fragebogen zur frühkindlichen Sprachentwicklung (FRAKIS) und FRAKIS-K (Kurzform)*. Frankfurt: Pearson.
- Tenenbaum, E. J., Shah, R. J., Sobel, D. M., Malle, B. F. & Morgan, J. L. (2013): Increased focus on the mouth among infants in the first year of life: A longitudinal eye-tracking study. *Infancy*, 18, 534-553.
- Tenenbaum, E. J., Sobel, D. M., Sheinkopf, S. J., Malle, B. F. & Morgan, J. L. (2015): Attention to the mouth and gaze following in infancy predict language development. *Journal of Child Language*, 42, 1173-1190.
- Testzentrale: FRAKIS/FRAKIS-K. In: testzentrale.de (o.D.). URL: <https://www.testzentrale.de/shop/fragebogen-zur-fruehkindlichen-sprachentwicklung.html> (Zugriff: 05.09.2019).
- Tobii Dynavox: I-Series+. In: tobiidynavox.com (o.D.). URL: <https://de.tobiidynavox.com/pages/i-series> (Zugriff: 05.09.2019).
- Tobii Dynavox: PCEye Plus. In: tobiidynavox.com (o.D.). URL: <https://de.tobiidynavox.com/pages/pceye-plus> (Zugriff: 05.09.2019).
- Tobii VR: Eye Tracking Technology in Virtual Reality. In: vr.tobii.com (o.D.). URL: <https://vr.tobii.com/> (Zugriff: 05.09.2019).
- Trueswell, J. C. (2008): Using eye movements as a developmental measure within psycholinguistics. In: Sekerina, I. A., Fernández, E. M. & Clahsen, H. (Hrsg.): *Developmental Psycholinguistics: On-line Methods in Children's Language Processing* (S. 73-96). Amsterdam: John Benjamins Publishing.

- Trueswell, J. C., Sekerina, I., Hill, N. M. & Logrip, M. L. (1999): The kindergarten-path effect: Studying on-line sentence processing in young children. *Cognition*, 73, 89-134.
- Uppsala Child and Baby Lab: Research Methods – Eye Tracking and Pupillometry. In: psyk.uu.se/uppsala-child-and-baby-lab (o.D.). URL: <https://psyk.uu.se/uppsala-child-and-baby-lab/research/research-methods-eye-tracking-and-pupillometry/> (Zugriff: 05.09.2019).
- von Suchodoletz, W. (2013): *Sprech- und Sprachstörungen*. Göttingen [u.a.]: Hogrefe Verlag.
- Wendlandt, W., Niebuhr-Siebert, S. & Sandrieser, P. (2017): *Sprachstörungen im Kindesalter: Materialien zur Früherkennung und Beratung*. 8., überarb. und erw. Aufl. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Yang, Q., Bucci, M. P. & Kapoula, Z. (2002): The latency of saccades, vergence, and combined eye movements in children and adults. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 43(9), 2939-2949.
- Young, G. S., Merin, N., Rogers, S. J. & Ozonoff, S. (2009): Gaze behavior and affect at 6 months: Predicting clinical outcomes and language development in typically developing infants and infants at risk for autism. *Developmental Science*, 12(5), 798-814.