

Das Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte im Säuglingsalter

Özlem Sensoy

August 2020

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der
Naturwissenschaften an der Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaften
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Erstgutachterin: Prof. Dr. Gudrun Schwarzer

Zweitgutachterin: Prof. Dr. Katja Fiehler

Erklärung

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, und dass die vorgelegte Arbeit weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde. Alles, aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde, oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware beziehungsweise durch ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

Gießen, den 04.08.2020



Özlem Sensoy

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei allen Menschen bedanken, die mich bei der Entstehung meiner Doktorarbeit begleitet und unterstützt haben. Ohne euch wäre das niemals so möglich gewesen.

Mein ganz besonderer Dank gilt Prof. Dr. Gudrun Schwarzer. Über die gesamte Zeit hinweg habe ich mich stets bestens von dir betreut und unterstützt gefühlt. Danke auch für deine motivierende Worte und die ganzen Denkanstöße, die mir nicht nur beim Schreiben dieser Arbeit geholfen haben.

Bei Prof. Dr. Katja Fiehler bedanke ich mich für die freundliche Bereitschaft, meine Arbeit zu begutachten. Zudem bedanke ich mich bei Prof. Dr. Anna Schubö und Prof. Dr. Jörn Munzert für ihre freundliche Zusage, Teil meiner Prüfungskommission zu sein.

Vielen Dank an dieser Stelle auch an das von der DFG geförderte internationale Graduiertenkolleg *The Brain in Action* (IRTG 1901) für die finanzielle Unterstützung, die zahlreichen Lernmöglichkeiten sowie insbesondere die Möglichkeit, einen Teil dieser Zeit in Kanada zu verbringen. An dieser Stelle danke ich auch Prof. Dr. Jody Culham, die mich in ihrer Arbeitsgruppe aufgenommen hat. Danke auch für den stets konstruktiven Austausch mit dir!

Bei der Abteilung für Entwicklungspsychologie bedanke ich mich dafür, dass ihr mich von Anfang an so herzlich in eurer Mitte aufgenommen habt. Ihr habt mir diese manchmal herausfordernde Zeit auf jeden Fall leichter gemacht und verschönert. Ein großes Dankeschön geht hier vor allem an Julia Dillmann und Theresa Gerhard sowie Gloria Gehb und Ulrike Frischen. Danke, dass ich die Höhen und Tiefen dieser Zeit immer mit euch teilen durfte (und darf?).

Ein herzliches Dankeschön auch an Anett Werner, Amelie Benner und Nele Zscherper. Danke für eure tatkräftige Unterstützung in allen Belangen „rund um die Datenerhebung“ und darüber hinaus.

Auch bei den vielen Eltern, die bereitwillig mit ihren Babys an meinen Studien teilgenommen und somit diese Arbeit erst möglich gemacht haben, bedanke ich mich herzlichst.

Mein tiefer Dank gilt meiner Familie und meinen Freunden, die immer für mich da waren und an mich geglaubt haben, auch wenn sie sich manchmal fragten, warum ich das alles mache (ich fragte mich das auch oft!). Ich freue mich, jetzt (bald) wieder mehr Zeit für euch zu haben!

Mein allergrößter und tiefster Dank geht an Sebastian. Ich weiß nicht, wie ich das alles ohne dich geschafft hätte. Du bist der Beste.

Zusammenfassung

Die Größe eines Objektes beeinflusst auf unterschiedliche Weise das menschliche Denken. Eine besondere Rolle spielt die bekannte Größe eines Objektes. Die bekannte Größe ist die Größe, die ein Objekt typischerweise in der realen Welt hat. Das Wissen über die bekannte Größe eines Objektes wird beispielsweise für die visuell-räumlich Orientierung genutzt, um die Entfernung eines Objektes zu sich selbst einzuschätzen. Sie ist auch relevant für die Handlungsplanung und -durchführung, da die Größe eines Objektes mögliche Interaktion mit diesem beeinflusst. Trotz der Bedeutung der bekannten Größe für die visuelle Verarbeitung von Objekten, ist das Wissen über die bekannte Größe im Säuglingsalter kaum erforscht.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Untersuchung der Frage, ab wann und unter welchen Bedingungen Säuglinge Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte zeigen. Mögliche Bedingungen, die den Abruf des Wissens über die bekannte Größe beeinflussen könnten, sind das Stimulusformat (reale Objekte oder Abbildungen dieser) sowie die Art der Exploration (visuell oder manuell). Mit Hilfe von vier aufeinander aufbauenden Studien wurde geprüft, wie sich das Stimulusformat sowie die Art der Exploration auf die Aktivierung des Wissens über die bekannte Größe alltäglicher Objekte auswirken.

Die Befunde der durchgeführten Studien veranschaulichen, dass Säuglinge bereits mit 12 Monaten stabiles Wissen über die bekannte Größe eines Objektes besitzen und dieses unabhängig von der Art der Exploration abrufen können. Wenn zusätzlich die Möglichkeit zur manuellen Exploration besteht, zeigen Säuglinge Wissen über die bekannte Größe schon mit 7 Monaten. Dieses Wissen generalisiert sich jedoch bis zum Alter von 15 Monaten nicht auf Abbildungen derselben Objekte. Die visuelle Verarbeitung und Aktivierung des Wissens über die bekannte Größe ist im Säuglingsalter demnach wesentlich vom Stimulusformat sowie der Art der Exploration abhängig. Insgesamt verdeutlichen die neu gewonnen Erkenntnisse, dass die manuelle Interaktion mit realen, greifbaren Objekten den Abruf des Wissens über die bekannte Größe von Objekten fördert.

Abstract

The size of an object enters the human way of thinking in multiple ways. One specific size that humans encounter in their daily lives is the familiar size of objects. This is the size that objects typically have in the real world. For instance, we use the familiar size of objects to estimate the distance of an object to ourselves. We also consider the familiar size of objects when we plan and perform actions. Even though the familiar size of objects is important for the visual processing of objects, little is known about the perception and processing of the familiar size of objects in infants.

The main objective of this thesis was to investigate, when and under which conditions infants show knowledge of the familiar size of common objects. Possible conditions that might contribute to the activation of infants' knowledge about the familiar size of objects are stimulus format (real object or pictures of those) and the way of exploration (visual or manual). For this purpose, four studies were conducted to explore how stimulus format and the way of exploration influence infants' perception and processing of the familiar size of objects.

The results demonstrate that 12-month-olds possess knowledge of the familiar size of objects. If infants have the possibility to manually explore the objects, infants as young as 7 months can demonstrate knowledge of the familiar size of objects. Even though infants show knowledge of the familiar size of objects early on, this knowledge does not generalize to pictorial representations of these objects by 15 months of age. These results suggest that real, tangible objects facilitate infants' understanding of the familiar size of objects in ways beyond what is enabled by pictures.

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeine Einleitung	1
1.1 Entwicklung und Zusammenhänge zwischen Wahrnehmung, Handlung und Kognition im Säuglingsalter	1
1.2 Größenwahrnehmung und Größenverarbeitung.....	4
1.3 Wissen über die bekannte Größe	8
1.4 Wahrnehmung realer Objekte und Abbildungen dieser.....	12
1.5 Einfluss der Möglichkeit zur manuellen Interaktion auf die visuelle Verarbeitung von Objekten	16
1.6 Ziele	18
2. Allgemeine Methode	20
3. Studie 1: Wissen über die bekannte Größe bei realen Objekten bei 7- und 12-monatigen Säuglingen	26
3.1 Einleitung.....	26
3.2 Methode	27
3.3 Ergebnisse.....	29
3.4 Diskussion	32
4. Studie 2: Wissen über die bekannte Größe bei realen Objekten und Abbildungen bei 7- und 12-monatigen Säuglingen	35
4.1 Einleitung.....	35
4.2 Methode	37
4.3 Ergebnisse.....	40
4.4 Diskussion	44
5. Studie 3: Wissen über die bekannte Größe bei Kombination von realen Objekten und Abbildungen dieser bei 12-monatigen Säuglingen	48
5.1 Einleitung.....	48
5.2 Methoden.....	50
5.3 Ergebnisse.....	53
5.4 Diskussion	57
6. Studie 4: Wissen über die bekannte Größe bei fotorealistischen Abbildungen bei 15-monatigen Säuglingen	61
6.1 Einleitung.....	61
6.2 Methoden.....	62

6.3	Ergebnisse.....	64
6.4	Diskussion.....	66
7.	Allgemeine Diskussion	70
7.1	Zusammenfassung der Studienergebnisse	70
7.2	Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte im Säuglingsalter	71
7.3	Der Einfluss des Stimulusformats auf den Abruf des Wissens über die bekannte Größe von Objekten.....	73
7.4	Der Einfluss der manuellen Interaktion in Abhängigkeit des Stimulusformats auf den Abruf des Wissens über die bekannte Größe von Objekten	76
7.5	Implikationen und Ausblick.....	79
7.6	Schlussfolgerung.....	83
8.	Literaturverzeichnis	84

1. Allgemeine Einleitung

1.1 Entwicklung und Zusammenhänge zwischen Wahrnehmung, Handlung und Kognition im Säuglingsalter

Von Geburt an befinden sich Säuglinge in einer Welt, die es auf unterschiedliche Arten mit allen Sinnen – Sehen, Hören, Fühlen, Riechen und Schmecken – wahrzunehmen und zu entdecken gilt. Dabei stellt die Wahrnehmung für uns das Tor zu Informationen über unsere Außenwelt, aber auch über uns selbst dar. Insbesondere unsere visuelle Wahrnehmung ermöglicht es uns, unsere Umwelt zu sehen, vielmehr zu betrachten, und schafft dadurch Möglichkeiten und Anreize, um mit ihr in Interaktion zu treten. Auch wenn die visuelle Wahrnehmung auf Grund ausstehender biologischer Reifungsprozesse bei Neugeborenen noch nicht gänzlich ausgebildet ist, sieht und nimmt ein Neugeborenes seine Umgebung, seine Mitmenschen und eine Fülle an Objekten wahr (Schwarzer, 2015). All diese neuen Reize gilt es zu entdecken und systematisch zu erfassen, sei es Personen voneinander zu unterscheiden oder sich erfolgreich durch die Umwelt zu navigieren. Aber auch Eigenschaften von Objekten wie zum Beispiel Form, Farbe oder auch Größe müssen wahrgenommen und mit spezifischen Objekten verknüpft werden. Die Erforschung der Fragen, wie Wahrnehmung überhaupt entsteht und wie unsere Gedanken mit der Außenwelt verbunden werden, sind daher Kernthemen entwicklungspsychologischer Forschung (Schwarzer & Degé, 2014).

Besonders im ersten Lebensjahr gehen dabei Wahrnehmung, Handlung und Kognition Hand in Hand. Entwicklungen in einem dieser Bereiche rufen Entwicklungen in den anderen Bereichen hervor. So führt jede Erfahrung, die Säuglinge machen, zu einer Veränderung der Wahrnehmung, die wiederum neue Denkprozesse und Handlungen auslöst. Mit zunehmenden Fähig- und Fertigkeiten eröffnen sich Säuglingen immer mehr Entdeckungs- und Erfahrungsmöglichkeiten, die die Wahrnehmung nachhaltig beeinflussen (Schwarzer, 2015). Wie genau sich die Wahrnehmung verändert, ist Bestandteil laufender Debatten innerhalb der Entwicklungspsychologie. Diese lassen sich zwei theoretischen Strömungen zuordnen, der konstruktivistischen und der ökologischen Sichtweise (Schwarzer & Degé, 2014). Der wesentliche Unterschied zwischen den beiden Theorien ist die Rolle, die jeweils der Anlage- und Umwelt-

komponente zugeschrieben wird. Die konstruktivistische Sichtweise misst der Umweltkomponente eine starke Bedeutung bei und geht davon aus, dass Sinnesempfindungen erst einmal mit Bedeutungen aus der Umwelt versehen werden müssen, damit es zu einer bedeutungsvollen Wahrnehmung kommen kann. Hierbei spielen laut Jean Piaget, einem der wichtigsten Vertreter und Begründer des Konstruktivismus, insbesondere die kindlichen Interaktionen mit der Umwelt eine wesentliche Rolle. Jede Interaktion wird allmählich mit den Empfindungen, die sie auslöst, verknüpft und führt zur Wahrnehmung sensorischer Informationen. Diese Verknüpfungen bilden gemäß Piaget die Grundlage für das erste Stadium des kindlichen Denkens, die sogenannte sensumotorische Phase und beeinflussen die Wahrnehmungsentwicklung wesentlich in den ersten zwei Lebensjahren (Schwarzer, 2015). Im Sinne Piagets erwerben Säuglinge ihr Wissen über Objekte durch ihre Interaktionen mit diesen (Piaget & Cook, 1952). Durch stetiges Wiederholen von Handlungen, die Piaget als Kreisreaktionen bezeichnet, lernen Säuglinge, welche Handlungen zu welchen Ergebnissen führen. Sie beginnen nach und nach, ihre Außenwelt zu begreifen, bis sie allmählich stabile mentale Repräsentationen des Gesehenen aufbauen.

Auch aktuellere Strömungen wie der Ansatz der *embodied cognition* (Smith & Gasser, 2005) oder der Ansatz *travel broadens the mind* (Campos et al., 2000) führen Piagets Grundgedanken zur kindlichen Entwicklung fort. Der Ansatz der *embodied cognition* nimmt an, dass die Entwicklung der Kognition im eigenen Körper beziehungsweise in körperlichen Erfahrungen verankert ist. Das Denken entwickelt sich dementsprechend aus der Interaktion des Säuglings mit seiner (sozialen) Umwelt und ist das Ergebnis seiner sensumotorischen Aktivitäten. Der Ansatz *travel broadens the mind* misst insbesondere der selbstinduzierten Fortbewegung wie zum Beispiel dem Krabbeln oder Laufen eine hohe Bedeutung bei, da diese dem Säugling neue Wahrnehmungserfahrungen eröffnen.

Im Gegensatz zur konstruktivistischen Perspektive hebt die ökologische Sichtweise die Anlagekomponente stärker hervor. Eleanor Gibson nimmt in ihrer ökologischen Theorie der Wahrnehmungsentwicklung an, dass Säuglinge von Geburt an sinnvolle Informationen wahrnehmen. Sie nehmen Informationen in Form von Umweltangeboten direkt aus ihrer Umwelt wahr, ohne dass diese zuerst über Erfahrungen mit Bedeutung versehen werden müssen (Gibson & Rader, 1979). Als Umweltangebote, sogenannte *affordances* oder Affordanzen, bezeichnet Gibson Eigenschaften von Objekten, die mit bestimmten Funktionen verknüpft sind. Das

Saugen an einem Schnuller ist beispielsweise mit eigenständiger Beruhigung verknüpft. Manche dieser Umweltangebote wie beispielsweise das Erkennen menschlicher Gesichter sind von Geburt an überlebenswichtig für Säuglinge, sodass sie diese von Geburt an direkt wahrnehmen. Andere Umweltangebote entdeckt der Säugling durch aktive Exploration seiner Umwelt mit allen seinen Sinnen. Gibson sieht hierbei den Säugling als „perceiver as performer“ (Gibson & Rader, 1979). Demzufolge entdecken Säuglinge durch ihre Interaktionen neue Umweltinformationen, durch die wiederum neue Handlungen angeregt werden. Auf diese Weise spezialisieren sich Säuglinge immer weiter darauf, die Affordanzen von Objekten wahrzunehmen und ihre Handlungen an diese anzupassen (Gibson, 1988, 2000).

Die Grundideen der ökologischen Theorie der Wahrnehmungsentwicklung werden in aktuelleren Ansätzen wie dem von Claes von Hofsten oder der Theorie der dynamischen Systeme fortgeführt. Diese setzen sich mit der wechselseitigen Beziehung zwischen Wahrnehmung und Handlung mit einem Fokus auf der Wahrnehmung auseinander (Schwarzer & Degé, 2014). Demnach können Handlungen nicht ohne Wahrnehmung stattfinden. Ebenso sind aber Handlungen notwendig für die Wahrnehmung. Allerdings müssen Umweltangebote zuerst wahrgenommen werden und stellen somit aus Sicht ökologischer Theorien den treibenden Motor für Handlungen und letztendlich für die kindliche Entwicklung insgesamt dar (Schwarzer & Degé, 2014).

Sowohl aus den Ansätzen konstruktivistischer als auch ökologischer Natur wird deutlich, dass in Bezug auf die kindliche Entwicklung keine Trennung der unterschiedlichen Entwicklungsbereiche der Wahrnehmung, Handlung und Kognition möglich und die Entwicklung dieser auf enge Weise miteinander verwoben ist. Am Beispiel der motorischen Entwicklung und der damit verbundenen Möglichkeit zur eigenständigen und aktiven Auseinandersetzung mit der eigenen Umwelt wird diese Verwebung besonders deutlich. Im Sinne eines *enablings* werden durch die motorische Entwicklung eine Reihe von Entwicklungsprozessen in den Bereichen der Wahrnehmung, Handlung und Kognition ausgelöst (Adolph & Hoch, 2019). Die motorische Entwicklung eröffnet Säuglingen neue Möglichkeiten, ihre Umgebung eigenständig zu erkunden (Schwarzer, 2014). Im zweiten Lebenshalbjahr entwickeln sich manuellen Explorationsfertigkeiten sowie selbstständige Fortbewegungsmöglichkeiten wie Krabbeln oder Laufen, die eine eigenständige und aktive Erkundung der Umwelt ermöglichen. Sobald Säuglinge beispielsweise willentlich und erfolgreich nach einer Rassel greifen können, statt diese nur zu

betrachten, erfahren sie dieses Objekt und seine Eigenschaften wie Form, Textur oder auch Größe auf neue Weisen. Weiterhin lernen sie Objekte in Beziehung zueinander zu setzen und erkennen Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen diesen (Bourgeois, Khawar, Neal & Lockman, 2005; Bushnell & Boudreau, 1993; Lederman & Klatzky, 1987; Lederman & Klatzky, 2009; Needham, 2000). Eine aktive, manuelle Erkundung von Objekten geht auch mit einer besseren visuellen Verarbeitung und dem Aufbau stabiler mentaler Repräsentationen von Objekten einher (Schwarzer, 2014).

Eine dieser Objekteigenschaften, die es zu lernen gilt, ist die bekannte Größe von Objekten. Bei dieser handelt es sich um die physische Größe, die ein Objekt typischerweise in der realen Welt hat. Erwachsene können basierend auf ihren Erfahrungen mit verschiedenen Objekten die bekannte Größe eines Objektes gut einschätzen. Sie wissen beispielsweise, dass ein Apfel nicht so groß wie eine Wassermelone ist und wären überrascht, wenn sie auf einen solchen Apfel treffen würden. Säuglinge müssen dieses Wissen erst noch erwerben. Aber ab wann wissen Säuglinge, wie groß ein Objekt typischerweise ist? Und wie entwickelt sich ihr Wissen über die bekannte Größe von Objekten? Das Hauptanliegen der vorliegenden Arbeit ist die nähere Beleuchtung der Fragen, ab wann und unter welchen Bedingungen Säuglinge die bekannte Größe von Objekten erfolgreich verarbeiten und abrufen können und somit Wissen über die bekannte Größe von Objekten besitzen.

1.2 Größenwahrnehmung und Größenverarbeitung

Die Größe eines Objektes beeinflusst nicht nur andere Eigenschaften eines Objektes wie beispielsweise die Form oder das Gewicht, sondern auch auf unterschiedlichste Weisen das menschliche Denken. Wir wissen beispielsweise, was die Ausdrücke „Groß“ und „Klein“ in Bezug auf Objekte bedeuten und wie verschieden große Objekte in Relation zueinanderstehen. So verstehen wir beispielsweise, dass ein kleines Auto immer noch größer ist als eine große Büroklammer. Auch unsere Handlungen passen wir an die Größe eines Objektes an, indem wir beispielsweise einen Stift mit Zeigefinger und Daumen ergreifen und einen Stuhl mit beiden Armen anheben und verschieben. Unterschiedliche Größen von Objekten gehen dementsprechend mit verschiedenen Handlungsaufforderungen und Interaktionsmöglichkeiten einher.

Wir nutzen die Größe von Objekten auch, um die Entfernung eines Objektes zu uns selbst einzuschätzen.

Auch auf neuronaler Ebene lassen sich in Abhängigkeit der bekannten Größe eines Objektes unterschiedliche Aktivitätsmuster im ventralen Temporallappen finden (Konkle & Oliva, 2012b). Dieser wird mit der visuellen Wahrnehmung und Wiedererkennung assoziiert (Grill-Spector & Weiner, 2014). Insbesondere im occipitotemporalen Kortex aktivieren Objekte in Abhängigkeit ihrer bekannten Größe unterschiedliche Bereiche, die eine topografische Organisation von Objekten entsprechend ihrer bekannten Größe nahelegen (Julian, Ryan & Epstein, 2017; Konkle & Oliva, 2012b). So aktivieren große Objekte (zum Beispiel Möbel oder Autos) mediale Bereiche, wohingegen kleine Objekte (zum Beispiel Geschirr oder Obst) eher laterale Bereiche aktivieren (Konkle & Oliva, 2012b). Weiterhin werden kleine Objekte eher in der Nähe des fovealen und große Objekte eher in der Nähe des peripheren visuellen Kortex verarbeitet (Konkle & Oliva, 2012b; Levy, Hasson, Avidan, Hendler & Malach, 2001).

Diese unterschiedlichen Aktivitätsmuster scheinen dabei eher objekt-basiert zu sein als rein retinotop, da sie auch bei sich verändernder Größe des Objektes auf der Netzhaut und bei mentaler Imagination bestehen bleiben. Die Aktivitätsmuster lassen sich auch nicht über ein abstraktes Konzept der bekannten Größe erklären, das heißt, sie sind unabhängig davon, ob ein Objekt in der realen Welt als groß oder klein wahrgenommen wird. Vielmehr scheinen Objekte neuronal nach Eigenschaften angeordnet zu sein, die jeweils eher für kleine Objekte oder eher für große Objekte typisch sind (Julian et al., 2017; Konkle & Oliva, 2012b). Bildlich gesprochen sieht ein großes Objekt anders aus als ein kleines Objekt, da beispielsweise große Objekte häufig kantiger sind als kleinere (Long, Konkle, Cohen & Alvarez, 2016). Diese Befunde sprechen dafür, dass große und kleine Objekte jeweils eine eigene Objektkategorie bilden könnten ähnlich wie die Objektkategorien belebt und unbelebt (Julian et al., 2017; Konkle & Oliva, 2012b; Konkle & Caramazza, 2013; Long et al., 2016; Long & Konkle, 2017). Darüber hinaus beeinflusst die Größe eines Objektes maßgeblich mögliche Interaktionen mit diesem, sodass die Größe eines Objektes für eine erfolgreiche Interaktion verarbeitet werden muss. Somit erlaubt eine neuronale Organisation entsprechend der bekannten Größe eine Verknüpfung visueller Erfahrungen mit den Handlungsanforderungen eines Objektes in der mentalen Repräsentation dieses Objektes. Dies wiederum könnte eine effiziente Verarbeitung des sensorischen Inputs im visuellen System ermöglichen (Julian et al., 2017; Konkle & Oliva, 2012b).

Obwohl die Größe eines Objektes an der Organisation der visuellen Wahrnehmung beteiligt ist, denken wir im Alltag in den meisten Fällen nicht explizit über die Größe eines Objektes nach. Wir nutzen dieses Wissen automatisch, wenn wir zum Beispiel nach einer Tasse auf dem Tisch greifen. Dies liegt auch daran, dass wir Informationen über die Objektgröße automatisch aktivieren, sobald wir ein Objekt sehen und wiedererkennen (Gabay, Leibovich, Henik & Gronau, 2013; Gabay, Kalanthroff, Henik & Gronau, 2016; Gliksman, Itamar, Leibovich, Melman & Henik, 2016; Henik, Gliksman, Kallai & Leibovich, 2017; Konkle & Oliva, 2012a; Sellaro, Treccani, Job & Cubelli, 2015; Sereno, O'Donnell & Sereno, 2009). Bisher ist allerdings weitestgehend ungeklärt, ab wann wir beginnen, ein Objekt mental mit einer bestimmten Größe zu assoziieren.

Größenkonstanz und Größenpräferenzen im Säuglingsalter

Säuglinge begegnen in ihrem täglichen Umfeld Objekten, die stark vergrößert (Maus- oder Erbsenstofftier) oder verkleinert (Puppenhäuser oder Spielzeugautos) sind im Vergleich zu den entsprechenden Gegenständen in der Erwachsenenwelt. Von klein auf sehen sie sich daher mit der Aufgabe konfrontiert, die bekannte Größe eines Objektes zu erlernen und diese auch von anderen, untypischen Größen zu unterscheiden.

Bevor Säuglinge jedoch die bekannte Größe eines Objektes erlernen können, müssen sie in der Lage sein, die Größe eines Objektes, unabhängig von ihrer eigenen Distanz zu diesem und auch unabhängig von der sich verändernden Größe des Objektes auf der Netzhaut, als konstant wahrzunehmen. Die Fähigkeit zur Größenkonstanz ist wichtig für die visuelle Wahrnehmung, da sie eine stabile Wahrnehmung der Umwelt ermöglicht. Mit vorheriger Habituation an die sich verändernde Größe eines Objektes auf der Netzhaut demonstrieren Säuglinge bereits kurz nach der Geburt Größenkonstanz (Day & McKenzie, 1981; Slater, Mattock & Brown, 1990). Ab 4 bis 6 Monaten nehmen sie die Größe eines Objektes auch dann als konstant wahr, wenn sie nicht vorher an unterschiedlich große Netzhautbilder habituiert werden (Granrud, 2006; McKenzie, Tootell & Day, 1980). Dies verdeutlicht, dass Säuglinge bereits in den ersten sechs Lebensmonaten die physische Größe eines Objektes wahrnehmen und auch den Zusammenhang zwischen der physischen Größe eines Objektes und der Entfernung eines Objektes zu sich selbst verstehen können.

Ein weiterer Hinweis dafür, dass Säuglinge bereits sehr früh die physische Größe eines Objektes wahrnehmen und verschiedene Größen voneinander unterscheiden können, zeigt sich in ihrer visuellen Präferenz für physisch größere Objekte. Diese kann man insbesondere an ihrer initialen visuellen Orientierungsreaktion beobachten. Über das erste Lebensjahr hinweg wenden Säuglinge ihren allerersten Blick überwiegend dem jeweils größeren Objekt zu, wenn ihnen unterschiedlich große Objekte präsentiert werden (Cohen, 1972; Guan & Corbetta, 2012; Libertus et al., 2013; Newman, Atkinson & Braddick, 2001). Diese initiale visuelle Orientierungsreaktion scheint von Bottom-Up-Informationen über physische Eigenschaften wie der Salienz oder der Objektgröße bestimmt zu sein, die direkt bei der ersten Fixation eines Objektes eindeutig ersichtlich sind. Diese Informationen erfordern eine minimale Verarbeitung und erlauben somit eine schnelle visuell-räumliche Orientierung (Cohen, 1972; Ruff & Rothbart, 2001). Größere Objekte nehmen zudem eine größere Fläche im Gesichtsfeld ein, was zusätzlich dazu führen könnte, dass sie direkt den Blick auf sich ziehen.

Eine visuelle Präferenz in Abhängigkeit der Größe eines Objektes lässt sich neben der initialen visuellen Orientierungsreaktion auch in der Blickdauer finden. Diese beschreibt die Zeitspanne, in der die visuelle Aufmerksamkeit auf ein Objekt gerichtet ist und gilt als ein Maß für die Dauer der Informationsverarbeitung im Säuglingsalter (Cohen, 1972; Fantz, 1963). Besonders kurz nach der Geburt richten Säuglinge ihre visuelle Aufmerksamkeit länger auf physisch größere Objekte (Cohen, 1972; Fantz & Fagan III, 1975; Slater et al., 1990). Mit zunehmenden Alter richten sie jedoch ihre visuelle Aufmerksamkeit nicht mehr nur auf das jeweils größere Objekt, sondern beziehen ihre eigenen Fertigkeiten und Umweltreize mit ein (Guan & Corbetta, 2012; Libertus et al., 2013; Newman et al., 2001). Mit 8 Monaten betrachten Säuglinge nur dann das größte Objekt am längsten, wenn unterschiedlich große Objekte vor einem Hintergrund mit Tiefenhinweisreizen präsentiert werden. Ohne diese Tiefenhinweisreize sehen sie die Objekte jedoch gleich lange an (Guan & Corbetta, 2012). Die visuelle Präferenz für größere Objekte hängt somit auch mit der Verarbeitung der Größe in Bezug auf Tiefenhinweisreize zusammen. Jüngere Säuglinge, die noch nicht erfolgreich nach Objekten greifen können, betrachten größere Objekt länger. Im Gegensatz dazu betrachten Säuglinge ab ungefähr 5 Monaten, die bereits erfolgreich greifen können, kleinere, greifbarere Objekte länger, mit denen sie besser interagieren können (Libertus et al., 2013; Newman et al., 2001). Anders als der erste Blick scheint die Blickdauer eine tiefergehende, zeitlich intensivere Objektverarbeitung

widerzuspiegeln (Cohen, 1972). Sie scheint stärker von Top-Down-Informationen wie Möglichkeiten zur Interaktion, aber auch der Komplexität des jeweiligen Objektes oder der jeweiligen Szene beeinflusst zu sein.

Sowohl die Befunde zur Größenkonstanz als auch zur Größenpräferenz stellen deutlich dar, dass Säuglinge bereits im ersten Lebensjahr die Beziehung zwischen Objektgröße und Entfernung verstehen und physische Größen voneinander differenzieren können. Die Frage, ab wann und unter welchen Bedingungen Säuglinge die bekannte Größe eines Objektes erlernen, ist jedoch bisher kaum erforscht.

1.3 Wissen über die bekannte Größe

Das Wissen über die bekannte Größe eines Objektes beeinflusst die visuelle Wahrnehmung der Umwelt. Erwachsene nutzen die bekannte Größe eines Objektes als effektiven Tiefenhinweisreiz, um die Entfernung eines Objektes zu sich selbst einzuschätzen (zum Beispiel Bolles & Bailey, 1956; Gogel & Mertens, 1967; Gogel, 1969, 1976; Gogel & Da Silva, 1987b; Gogel & Da Silva, 1987a; Haber & Levin, 2001; Hastorf, 1950; Ittelson, 1951; Predebon, 1987, 1992, 1993; Wagner, 2012). Dabei sind Objekte, die als kleiner wahrgenommen werden, üblicherweise weiter entfernt als Objekte, die als größer wahrgenommen werden. Das Wissen über die bekannte Größe ermöglicht somit gemeinsam mit dem Sehwinkel eine erfolgreiche Navigation durch die Umwelt. Dementsprechend ist die bekannte Größe eines Objektes ein wichtiger Bestandteil der mentalen Repräsentation eines Objektes. Wenn Erwachsene ein Objekt oder eine Abbildung desselben Objektes sehen, wird die bekannte Größe dieses Objektes automatisch aktiviert (Gabay et al., 2013; Gliksmann et al., 2016; Konkle & Oliva, 2012a; Paivio, 1975). Patient*Innen mit visueller Agnosie, die eine starke Beeinträchtigung in der visuellen Objekterkennung zeigen, können Objekte erfolgreich wiedererkennen, wenn diese als reale Objekte in ihrer bekannten Größe präsentiert werden (Holler, Behrmann & Snow, 2019). Demzufolge könnte die bekannte Größe eines Objektes Top-down-Informationen aktivieren, die wiederum das Wiedererkennen von Objekten begünstigen.

Bereits mit 3 bis 4 Jahren scheint die bekannte Größe eines Objektes ebenfalls Bestandteil der mentalen Objektrepräsentation von Kleinkindern zu sein (Long, Moher, Carey & Konkle, 2019). Die Antworten der Kinder sind in einem Größen-Stroop-Paradigma zur visuellen

Einschätzung der Größe eines Objektes fehleranfälliger, wenn die physische Größe eines Objektes nicht mit der bekannten Größe übereinstimmt, zum Beispiel wenn ein Ring größer dargestellt wird als ein Heißluftballon. Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass durch die automatische Aktivierung des Wissens über die bekannte Größe die visuelle Einschätzung der Größe erschwert wird. Jüngere Kinder hingegen, die zwischen 18 und 30 Monate alt sind, zeigen ein noch nicht ausgereiftes Wissen über die bekannte Größe von Objekten. Sie machen so genannte *scale errors*, indem sie beispielsweise versuchen, sich auf einen winzigen Stuhl zu setzen oder in ein winziges Auto einzusteigen. Wenn ihnen jedoch ein Stuhl in typischer Größe und ein Miniaturstuhl gleichzeitig angeboten und sie aufgefordert werden, sich hinzusetzen, dann wählen die Kinder den Stuhl in typischer Größe (DeLoache, Uttal & Rosengren, 2004). Dies ist ein Indiz dafür, dass Kleinkinder ab 18 Monaten bereits ein Verständnis für die bekannte Größe eines Objektes besitzen und dieses mit einer bestimmten Handlung verknüpfen. Die Verknüpfung zwischen Handlungsanforderung und bekannter Größe scheint jedoch noch nicht gefestigt zu sein.

Wissen über die bekannte Größe im Säuglingsalter

Für das Säuglingsalter existieren bisher nur wenige Studien, die das Wissen über die bekannte Größe im Säuglingsalter untersuchen. Diese wenigen Studien fokussierten sich auf das Wissen über die bekannte Größe menschlicher Gesichter oder Körper, das Säuglinge in Abhängigkeit der verwendeten Methode zwischen 4 und 7 Monaten zeigen (Tsuruhara, Corrow, Kanazawa, Yamaguchi & Yonas, 2014; Yonas, Pettersen & Granrud, 1982). Mit 4 Monaten zeigen Säuglinge Wissen über die bekannte Größe von Gesichtern, wenn ihnen dynamische Bilder von Gesichtern präsentiert werden. Ab 5 Monaten können Säuglinge dieses Wissen dann auch bei statischen Bildern von Gesichtern abrufen (Tsuruhara et al., 2014). Wenn sie nach Objekten greifen, zeigen Säuglinge erst mit 7 Monaten, nicht jedoch mit 5 Monaten Wissen über die bekannte Größe von Gesichtern (Yonas et al., 1982). Ein Grund für die unterschiedliche Befundlage bei den 5-monatigen Säuglingen könnten die noch nicht ausgereiften Greifertigkeiten dieser sein. Nichtsdestotrotz lassen beide Studien erkennen, dass Säuglinge bereits zwischen 4 und 7 Monaten Wissen über die bekannte Größe menschlicher Gesichter besitzen und unter bestimmten Bedingungen erfolgreich abrufen können.

Ein paar Monate später, mit 9 Monaten, zeigen Säuglinge auch Wissen über die bekannte Größe menschlicher Körper. Heron und Slaughter (2010) untersuchten, ob 6- bis 15-monatige Säuglinge typische menschliche Körperformen von untypischen unterscheiden können. Untypische Körperformen waren solche, bei denen zum Beispiel die Arme aus den Hüften oder aus dem Kopf entsprangen. Wohingegen 6 Monate alten Säuglinge noch nicht erfolgreich zwischen typischen und untypischen Körperformen diskriminieren, zeigen 9 Monate alten Säuglinge eine solche Diskriminationsleistung bei den realen menschlichen Körpern und Schaufensterpuppen. Ab 12 beziehungsweise 15 Monaten zeigen Säuglinge eine entsprechende Unterscheidung bei Spielzeugpuppen beziehungsweise Fotos von menschlichen Körpern. Die erfolgreiche Unterscheidung zwischen typischen und untypischen Körperformen bei menschlichen Körpern und ähnlich großen Schaufensterpuppen im selben Alter, nämlich mit 9 Monaten, deutet daraufhin, dass durch das Wissen über die bekannte Größe eines menschlichen Körpers weitere Informationen über die typische Form von menschlichen Körpern aktiviert werden. Auch wenn in dieser Studie nicht explizit das Wissen über die bekannte Größe menschlicher Körper untersucht wurde, liefert sie Hinweise darüber, dass Säuglinge ab 9 Monaten solches Wissen besitzen und dieses mit der mentalen Repräsentation von menschlichen Körpern verknüpfen.

Sowohl menschliche Gesichter als auch menschliche Körper stellen vor allem für Säuglinge besondere Stimuli dar, die visuell anders verarbeitet werden als Objekte (zum Beispiel Frank, Vul & Johnson, 2009; Johnson, Dziurawiec, Ellis & Morton, 1991; Libertus, Landa & Harworth, 2017; Peelen & Downing, 2007; Reid et al., 2017; Slaughter, Stone & Reed, 2004; Southgate, Csibra, Kaufman & Johnson, 2008). Aus diesem Grund lässt sich aus dem Wissen über die bekannte Größe menschlicher Gesichter und Körper nicht schließen, ob Säuglinge auch Wissen über die bekannte Größe von Objekten besitzen. Nur wenige Studien untersuchten bisher dieses Wissen im Säuglingsalter. In einer dieser Studien wurden 5 und 7 Monate alten Säuglingen zunächst neue Objekte in zwei verschiedenen Größen für 10 Minuten präsentiert. Die Größe dieser Objekte konnten die Säuglinge nur innerhalb einer Familiarisierungsphase im Rahmen des Experimentes erlernen. In der direkt anschließenden Testphase wurden die gleichen Objekte präsentiert, nun allerdings in derselben Größe. Die 7 Monate alten Säuglinge griffen bevorzugt nach dem Objekt, welches sie wegen der zuvor gelernten

bekanntes Größe als näher wahrnahmen. Sie nutzten dementsprechend ihr kürzlich erworbenes Wissen, um die Distanz des Objektes zu sich selbst abzuschätzen. Die 5 Monate alten Säuglinge zeigten keine solche Greifpräferenz (Granrud, Haake & Yonas, 1985). Eine Erklärung könnte in diesem Fall sein, dass das Greifpräferenz-Paradigma sich für jüngere Säuglinge, deren Greiffertigkeiten noch sehr rudimentär sind, nicht eignet. Erst zwischen 3 und 5 Monaten, beginnen Säuglinge, willentlich nach Gegenständen in ihrer Umgebung zu greifen (Corbetta, Wiener & Thurman, 2018).

Daneben könnte es sein, dass Säuglinge mehr Zeit und Erfahrungen mit einem Objekt benötigen, um eine Größe mental mit einem spezifischen Objekt zu verknüpfen. Einen Hinweis darauf liefert eine weitere Studie, die die Verarbeitung der bekannten Größe im Säuglingsalter untersuchte. In dieser wurden 3-monatige Säuglinge an zwei aufeinanderfolgenden Tagen 15 Minuten lang trainiert, ein Mobile mit Scheiben in einer bestimmten Größe (Originalgröße) mit ihren Füßen zu bewegen. In der Testphase wurden den Säuglingen die gleichen Mobiles, aber mit Scheiben in neuen Größen und Scheiben in Originalgröße dargeboten. Die Säuglinge führten die zuvor gelernte Handlung nur beim Mobile mit den Scheiben in Originalgröße durch, nicht aber bei den Mobiles mit Scheiben in neuen Größen. Dies deutet daraufhin, dass die Säuglinge das Mobile aus der Trainingsphase anhand der Größe der Scheiben wiedererkannt haben. Die Säuglinge waren somit in der Lage, sich die Größe eines Objektes bis zu 24 Stunden zu merken. Ferner könnte dieser Befund darauf hinweisen, dass die Säuglinge die gelernte Handlung mit der jeweiligen Größe der Scheiben mental verknüpften (Gerhardstein, Adler & Rovee-Collier, 2000). Die bereits vorhandenen Studien zum Wissen über die bekannte Größe von Objekten verdeutlichen, dass Säuglinge sich zumindest über eine kurze Zeitspanne von ungefähr 24 Stunden die Größe eines Objektes merken und diese in ihre Handlungen einbeziehen können.

Bisher wurden für die Erforschung des Wissens über die bekannte Größe von Objekten ausschließlich neue Objekte verwendet, die die Säuglinge nicht aus ihrem Alltag kannten. Demzufolge haben diese Objekte keine spezifische typische Größe, da sie außerhalb des Kontextes des Experimentes nicht in dieser Art und Weise in der realen Welt existieren. Daneben wurde das Wissen über die bekannte Größe im Säuglingsalter bisher nur über die Interaktion (mit Händen oder Füßen) der Säuglinge mit den Objekten untersucht. Das Wissen über die bekannte Größe ist jedoch nicht nur für die Interaktion mit Objekten von Bedeutung, sondern

auch für die visuell-räumliche Orientierung. Folglich lässt sich aus dem bisherigen Kenntnisstand weder schließen, ab wann Säuglinge stabiles Wissen über die bekannte Größe von Objekten besitzen, noch inwiefern sie die bekannte Größe von Objekten auch dann erfolgreich verarbeiten können, wenn keine Möglichkeit zur Interaktion besteht.

1.4 Wahrnehmung realer Objekte und Abbildungen dieser

In unserem täglichen Leben begegnen wir nicht nur realen Objekten, sondern auch Abbildungen dieser Objekte. Auch das Wissen über die reale Welt wird oftmals anhand zweidimensionaler Abbildungen von realen, dreidimensionalen Objekten erforscht. In vielen Fällen wäre eine Untersuchung der (visuellen) Wahrnehmung sowie des Gedächtnisses ohne Einsatz von Abbildungen kaum oder gar nicht möglich. Nichtsdestotrotz bleibt die Frage offen, inwieweit Befunde über das Wissen über die reale Welt, die durch die Verwendung von Abbildungen gewonnen wurden und werden, sich auf die entsprechenden realen Objekte übertragen lassen.

Aktuelle Studien deuten darauf hin, dass sich die Verarbeitung realer Objekte und Abbildungen dieser sowohl auf neuronaler als auch auf Verhaltensebene unterscheidet. Auf neuronaler Ebene lässt sich in der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT) bei der Betrachtung von Abbildungen der sogenannte „Repetition Suppression-“ oder „fMR-Adaptations-Effekt“ beobachten. Dieser beschreibt die Abnahme neuronaler Aktivität bei wiederholter Präsentation eines Stimulus. Wenn im Vergleich reale Objekte anstatt Abbildungen dieser präsentiert werden, tritt dieser Effekt schwächer bis gar nicht auf (Snow et al., 2011). Zugrunde liegen könnte der distinkten Verarbeitung von realen Objekten und Abbildungen dieser, dass sich reale Objekte und Abbildungen in mehreren Merkmalen unterscheiden. Reale Objekte liefern allein auf Grund ihrer Dreidimensionalität mehr Informationen, die verarbeitet werden können. Zusätzlich vermitteln sowohl binokulare als auch monokulare Tiefenhinweisreize bei realen Objekten eine konsistente Tiefenwahrnehmung. Bei Bildern hingegen suggerieren monokulare Tiefenhinweisreize eine vermeintliche Tiefe des Bildes, die binokularen Tiefenhinweisreize zeigen jedoch, dass das Bild flach ist. Ein weiterer wesentlicher Unterschied zwischen realen Objekten und Abbildungen besteht darin, dass reale Objekte die Möglichkeit zur Interaktion bieten. Auf neuronaler Ebene lässt sich dies an einer stärkeren und längeren

Aktivierung von Arealen beobachten, die mit automatischer Handlungsplanung assoziiert sind. Weiterhin sind reale Objekte auf neuronaler Ebene mit einer besseren Gedächtnisleistung assoziiert (Marini, Breeding & Snow, 2019). Auch auf behavioraler Ebene lässt sich eine bessere Gedächtnis- sowie eine bessere Wiedererkennungslleistung bei realen Objekten beobachten (Chainay & Humphreys, 2001; Humphrey, Goodale, Jakobson & Servos, 1994; Snow, Skiba, Coleman & Berryhill, 2014).

Wahrnehmung von realen Objekten und Abbildungen dieser im Säuglingsalter

Befunde, die für eine distinkte Verarbeitung von realen Objekten und Bildern auf neuronaler und behavioraler Ebene sprechen, existieren auch für das Säuglingsalter. Kinder im Alter von 18 Monaten zeigen auf kortikaler Ebene eine schnellere und bessere Unterscheidung zwischen bekannten und unbekanntem Objekten, wenn ihnen reale Objekte präsentiert werden (Carver, Meltzoff & Dawson, 2006). Obwohl 5 Monate alte Säuglinge erfolgreich Objektkategorien anhand realer Objekte erlernen können, zeigen sie dies nicht bei Abbildungen derselben Objekte (Bornstein & Mash, 2010; Mash & Bornstein, 2012). Ebenso ist die Wiedererkennung von realen Objekten bei 12 Monate alten Säuglingen weniger von der Enkodierungszeit abhängig als die Wiedererkennung von Abbildungen derselben Objekte (Rose, Gottfried & Bridger, 1983). Ähnliche Befunde existieren für 5-monatige Säuglinge, die reale Objekte ebenfalls besser wiedererkennen als Abbildungen dieser (Ruff, Kohler & Haupt, 1976). Allerdings besteht hier die Möglichkeit, dass die schlechtere Wiedererkennungslleistung bei den Bildern auf die noch nicht ausgereifte Wahrnehmung von monokularen Tiefenhinweisreizen zurückzuführen ist. Um die Verarbeitung von realen Objekten und Bildern vergleichen zu können, müssen Säuglinge bereits monokulare Tiefenhinweisreize wie zum Beispiel Textur oder Bewegungsparallaxe wahrnehmen können. Säuglinge entwickeln diese Fähigkeiten zwischen 5 und 7 Monaten und sind dann erst in der Lage, sowohl Ähnlichkeiten als auch Unterschiede zwischen realen Objekten und Bildern visuell wahrzunehmen (DeLoache, Strauss & Maynard, 1979; Dirks & Gibson, 1977; Gottfried, Rose & Bridger, 1977; Jowkar-Baniani & Schmuckler, 2011; Kavšek, Granrud & Yonas, 2009; Kavšek, Yonas & Granrud, 2012; Rose et al., 1983; Slater, Morison & Rose, 1984). Bei der Untersuchung von Verarbeitungsunterschieden zwischen realen Objekten und Bildern sollte aus diesem Grund das Alter der Säuglinge berücksichtigt werden, um so die Verarbeitung von realen Objekten und Bildern adäquat miteinander vergleichen zu können. Festzuhalten bleibt, dass Säuglinge einen Verarbeitungsvorteil für

reale Objekte zeigen. Warum reale Objekte jedoch besser verarbeitet werden als ihre Abbildungen, ist bisher nicht geklärt.

Im Säuglingsalter könnte der Verarbeitungsvorteil für reale Objekte mit einer stärkeren Bindung der Aufmerksamkeit durch reale Objekte erklärt werden. Bereits mit 5 Monaten blicken Säuglinge länger auf reale Objekte als auf ihre Abbildungen (DeLoache et al., 1979). Diese Blickpräferenz lässt sich auch dann finden, wenn Säuglinge zuerst an reale Objekte habituiert werden und ihnen anschließend ein reales Objekt und ein fotorealistisches Bild desselben Objektes gleichzeitig präsentiert wird. Gleichermaßen blicken Säuglinge länger auf reale Objekte, wenn sie diese zum ersten Mal sehen, als auf Abbildungen derselben (Gerhard, Culham & Schwarzer, 2016). Selbst bei Neugeborenen lässt sich eine visuelle Präferenz für reale Objekte finden (Slater et al., 1984). Allerdings scheint diese Präferenz noch nicht so gefestigt zu sein, möglicherweise weil ihr visuelles System biologisch noch nicht ausgereift ist. Insgesamt könnten reale Objekte die visuelle Aufmerksamkeit von Säuglingen stärker auf sich ziehen, da sie durch ihre Dreidimensionalität informations- und detailreicher sind als ihre entsprechenden Abbildungen (DeLoache et al., 1979; Gerhard et al., 2016).

Für die adäquate Verarbeitung realer Objekte und Abbildungen dieser ist es auch wesentlich, dass Säuglinge verstehen, dass reale Objekte und ihre Abbildungen mit verschiedenen Handlungsanforderungen einhergehen. Säuglinge müssen daher erst lernen, wie sie in Abhängigkeit des Formats mit realen Objekten oder Abbildungen interagieren können. Im Alter von 9 Monaten versuchen Säuglinge beispielsweise, nach abgebildeten Objekten zu greifen und mit diesen ähnlich wie mit realen Objekten zu interagieren (DeLoache, Pierroutsakos, Uttal, Rosengren & Gottlieb, 1998). Dieses Verhalten zeigen sie umso häufiger, je realistischer beziehungsweise ähnlicher die Abbildung dem realen Objekt ist (Pierroutsakos & DeLoache, 2003). Ebenso lassen sich jedoch auch Belege für differenzierte manuelle Explorationsweisen in Abhängigkeit des Stimulusformats im selben Alter finden. Im direkten Vergleich greifen Säuglinge häufiger nach realen Objekten als den entsprechenden Abbildungen. Diese Befunde legen nahe, dass Säuglinge durchaus zu einem gewissen Grad verstehen, dass reale Objekte und Abbildungen dieser unterschiedliche Handlungen erfordern (Shuwairi, 2019; Yonas, Granrud, Chov & Alexander, 2005; Ziemer, Plumert & Pick, 2012; Ziemer & Snyder, 2016). Mit zunehmendem Alter sammeln Säuglinge immer mehr Erfahrungen mit Bildern und passen ihre

Interaktion an das Format an. Im zweiten Lebensjahr verwenden Säuglinge verstärkt kommunikative Gesten wie „auf etwas Zeigen“ in ihrer Interaktion mit Abbildungen und unternehmen weniger Greifversuche (Pierrousakos & Troseth, 2003). Somit wird deutlich, dass Säuglinge lernen müssen, dass sich die Interaktion von realen Objekten und Abbildungen dieser unterscheiden.

Gleichzeitig müssen sie jedoch auch lernen, dass es ebenso Eigenschaften von realen Objekten und Abbildungen dieser gibt, die identisch sein können. So können Eigenschaften wie Farbe, Form oder auch die Größe eines Objektes zum Beispiel auf einem Foto mit dem realen Objekt übereinstimmen. Hierzu ist es auch notwendig, dass Säuglinge in der Lage sind, ihr erworbenes Wissen über reale Objekte auch auf Abbildungen dieser zu transferieren. Zwischen 15 und 24 Monaten sind Säuglinge im Stande, ein neu gelerntes Wort von einer Abbildung auf ein reales Objekt zu übertragen und umgekehrt (Ganea, Pickard & DeLoache, 2008; Ganea, Allen, Butler, Carey & DeLoache, 2009; Geraghty, Waxman & Gelman, 2014). Hierbei spielt auch die Übereinstimmung zwischen dem realen Objekt und dessen Abbildung eine wichtige Rolle. Je ähnlicher sich das reale Objekt und dessen Abbildung sind, desto besser fällt die Transferleistung der Säuglinge aus (Ganea et al., 2009). Eine weitere Studie lieferte Hinweise, dass 13 bis 18 Monate alte Säuglinge Eigenschaften eines Objektes, die sie anhand einer Abbildung eines Objektes erlernen, auf das entsprechende reale Objekt übertragen können (Keates, Graham & Ganea, 2014). Auch Imitationsstudien legen nahe, dass Säuglinge Gelerntes zwischen Stimulusformaten transferieren können. In Imitationsstudien werden von der Versuchsleitung Handlungen vorgeführt, die im Nachhinein von den Säuglingen imitiert werden sollen. Handlungen, die an einem realen Objekt vorgeführt werden, können 15 Monate alte Säuglinge beispielsweise bereits an einer Abbildung ausführen und umgekehrt. Allerdings wird eine Handlung innerhalb eines Formats häufiger imitiert als zwischen unterschiedlichen Formaten (Zack, Barr, Gerhardstein, Dickerson & Meltzoff, 2009; Zack, Gerhardstein, Meltzoff & Barr, 2013). Für das erste Lebensjahr existieren Belege für die Wiedererkennung eines Objektes in unterschiedlichen Formaten. Säuglinge im Alter von 9 Monaten können beispielsweise ein zuvor auf einer Abbildung präsentiertes Objekt auch als reales Objekt wiedererkennen (Shinsky & Jachens, 2014). Auch 12 Monate alte Säuglinge können ein zuvor nur visuell oder nur manuell exploriertes Objekt auf Abbildungen wiedererkennen,

allerdings nur, wenn ihnen eine gewisse Zeit zur Exploration der Objekte gegeben wird (Rose et al., 1983).

Insgesamt wird verdeutlicht, dass Säuglinge grundsätzlich bereits im ersten Lebensjahr in der Lage sind, ein reales Objekt auf einer Abbildung wiederzuerkennen und umgekehrt. Allerdings bleibt die Frage offen, inwiefern Säuglinge im ersten Lebensjahr ihr Wissen über die Eigenschaften eines realen Objektes wie beispielsweise die bekannte Größe auch auf Abbildungen dieser generalisieren können. In den bisherigen Studien zum Wissen über die bekannte Größe von Objekten im Säuglingsalter wurden ausschließlich reale Objekte verwendet. Studien, die das Wissen über die bekannte Größe anhand von Abbildungen untersuchen, fehlen jedoch bisher. Daher ist ungeklärt, ob Säuglinge ihr Wissen über die bekannte Größe, ähnliche wie Erwachsene und Kleinkinder, auch bei abgebildeten Objekten abrufen können.

1.5 Einfluss der Möglichkeit zur manuellen Interaktion auf die visuelle Verarbeitung von Objekten

Der aktuelle Forschungsstand liefert Belege dafür, dass Säuglinge in Abhängigkeit der Reichweite eines Objektes dieses visuell unterschiedlich verarbeiten. Präsentiert man Objekte innerhalb der Reichweite, sind die Verarbeitung von räumlichen und zeitlichen Eigenschaften wie beispielsweise dem Standort oder der Bewegung eines Objektes von Bedeutung. Außerhalb der Reichweite hingegen sind Eigenschaften, die dem Wiedererkennen dienen, wichtiger (Kaufman, Mareschal & Johnson, 2003). Im Sinne der Theorie der zwei Pfade der visuellen Objektverarbeitung werden Informationen eher im dorsalen Pfad verarbeitet, wenn sie für die Handlungsplanung und -ausführung relevant sind. Informationen, die bedeutsam für die Wiedererkennung von Objekten sind, werden entsprechend eher im ventralen Pfad verarbeitet (Goodale & Milner, 1992; Milner & Goodale, 2008). Die Größe eines Objektes kann hierbei sowohl bei der Wiedererkennung als auch bei der Vorbereitung oder Durchführung einer Handlung eine wesentliche Rolle spielen. Daher könnte die Präsentation von Objekten innerhalb der Reichweite und somit eine stärkere oder zusätzliche Verarbeitung über den dorsalen Pfad den Abruf des Wissens über die bekannte Größe im Säuglingsalter verbessern. Um erfolgreich nach einem Objekt greifen zu können, ist es notwendig, dass auch die Größe des

Objektes verarbeitet und die Griffapparatur an die Größe angepasst wird (Kaufman et al., 2003).

Gerade im Säuglingsalter könnte die Möglichkeit zur manuellen Interaktion bei erreichbaren Objekten zu einer besseren Objektverarbeitung führen. Wie bereits eingangs erwähnt, sind besonders im ersten Lebensjahr Wahrnehmung, Handlung und Kognition eng miteinander verknüpft. Eine aktive Erkundung von Objekten geht mit einer besseren visuellen Verarbeitung einher, da Säuglinge über ihre manuelle Interaktion neue Dinge über ein Objekt erfahren und ihre mentalen Objektrepräsentationen somit auf- und weiter ausbauen (Schwarzer, 2014; Wilcox & Biondi, 2015b). Jovanovic, Duemmler und Schwarzer (2008) beispielsweise konnten nachweisen, dass Säuglinge im Alter von 6 Monaten eine weiter entwickelte Objektverarbeitung aufweisen, wenn eine manuelle Interaktion möglich ist. In derselben Studie wurden auch 8 Monate alte Säuglinge untersucht. Diese zeigen jedoch auch ohne eine zusätzliche manuelle Interaktion eine weiter entwickelte Objektverarbeitung. Demnach könnte insbesondere die Objektverarbeitung jüngerer Säuglinge von der Möglichkeit einer zusätzlichen manuellen Exploration profitieren. Allerdings gilt zu beachten, dass Jovanovic et al. (2008) in der Bedingung mit der zusätzlichen manuellen Interaktion reale Objekte verwendeten, in der Bedingung ohne jedoch Abbildungen. Die bessere Objektverarbeitung lässt sich somit neben der Möglichkeit zur manuellen Interaktion auch auf eine Kombination aus Stimulusformat (hier das reale Objekt) und Interaktion mit diesem, aber auch auf das Stimulusformat allein zurückführen. Insbesondere die im vorherigen Abschnitt genannten Forschungsergebnisse, die einen Verarbeitungsvorteil für reale Objekte zeigen, legen letzteres nahe (Bushong, King, Camerer & Rangel, 2010; Carver et al., 2006; DeLoache et al., 1979; Dosso & Kingstone, 2018; Gerhard et al., 2016; Gomez, Skiba & Snow, 2018; Holler et al., 2019; Marini et al., 2019; Rose et al., 1983; Ruff et al., 1976; Snow et al., 2011; Snow et al., 2014).

Nichtsdestotrotz liefert die Studie von Jovanovic et al. (2008) wichtige Hinweise, dass die Möglichkeit zur manuellen Interaktion die Objektverarbeitung positiv beeinflussen könnte. Einen ähnlichen positiven Effekt fanden auch Wilcox, Woods, Chapa und McCurry (2007) in Bezug auf die Objektindividuation, die Fähigkeit, ein Objekt als ein eigenständiges Objekt zu erkennen und von anderen Objekten unterscheiden zu können. Bei gleichzeitiger visueller und manueller Exploration sind Säuglinge empfänglicher gegenüber Veränderungen der Farbe ei-

nes Objektes als bei alleiniger visueller Exploration. Auch Studien zum Zusammenhang zwischen manueller Exploration und mentaler Rotation, der Fähigkeit, Objekte gedanklich zu drehen, stützen die These, dass die Möglichkeit zur manuellen Exploration die Objektverarbeitung fördert. Säuglinge, die vorher mit den Testobjekten manuell interagieren dürfen, zeigen eine bessere mentale Rotationsleistung, als Säuglinge, die die Objekte nur betrachten dürfen (Möhring & Frick, 2013; Slone, Moore & Johnson, 2018).

Die Möglichkeit zur manuellen Exploration könnte eine weitere Erklärung für den Verarbeitungsvorteil von realen Objekten gegenüber Abbildungen dieser im Säuglingsalter bieten, denn im Gegensatz zu Abbildungen bieten reale Objekte Handlungsmöglichkeiten. Im direkten Vergleich zwischen realen Objekten und Abbildungen dieser können 3-jährige Kinder eine Sortier-Aufgabe erfolgreich mit realen, greifbaren Objekten durchführen, nicht aber mit den Abbildungen derselben (Beaucage, Skolney, Hewes & Vongpaisal, 2020). Das multisensorische Feedback, dass die Kinder über die Interaktion mit den realen Objekten erhalten, könnte die bessere Leistung erklären. Somit könnte die Präsentation von realen Objekten innerhalb der Reichweite und somit die Möglichkeit zur manuellen Interaktion die Verarbeitung und den Abruf des Wissens über die bekannte Größe gerade bei realen Objekten fördern.

1.6 Ziele

Eine der zu meisternden Aufgaben im Laufe der kindlichen Entwicklung ist das Erlernen von Objekteigenschaften und speziell die Verknüpfung dieser Eigenschaften mit spezifischen Objekten. Kindliches Lernen ist dabei nur als ein Zusammenspiel aus Wahrnehmung, Handlung und Kognition denkbar. Ziel dieses Lernens ist dabei letztendlich der Aufbau stabiler, mentaler Objektrepräsentationen. Teil der mentalen Repräsentation eines Objektes ist auch die bekannte Größe eines Objektes. Diese beeinflusst das menschliche Denken sowohl auf behavioraler als auch auf neuronaler Ebene auf unterschiedlichste Arten. Dennoch sind die Verarbeitung und das Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte im Säuglingsalter bisher kaum erforscht. Das Hauptziel der vorliegenden Arbeit ist daher die Untersuchung der Frage, ab wann und unter welchen Bedingungen Säuglinge Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte demonstrieren.

Diese Fragestellung soll in einem allgemeinen, entwicklungspsychologischen Kontext betrachtet werden, um die Zusammenhänge zwischen Wahrnehmung, Handlung und Kognition in Bezug auf den kindlichen Wissensabruf näher zu beleuchten. Inhaltlich soll geprüft werden, inwieweit unterschiedliche Bedingungen wie das Stimulusformat und die Art der Exploration sich auf den Wissensabruf auswirken. Konkret soll zum einen der Einfluss realer Objekte und Abbildungen dieser auf den Abruf des Wissens über die bekannte Größe erforscht werden. Daneben soll untersucht werden, wie die alleinige visuelle Exploration eines Objektes oder die visuelle Exploration in Kombination mit einer manuellen den Wissensabruf beeinflussen.

In vier Studien soll erforscht werden, ab wann und unter welchen Bedingungen Säuglinge im Alter zwischen 7 und 15 Monaten Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte demonstrieren. Der Fokus der ersten Studie liegt auf Überprüfung der Frage, ob Säuglinge bereits im ersten Lebensjahr Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte besitzen. Aufbauend auf den Befunden der ersten Studie betrachtet die zweite Studie den Einfluss der Art der Exploration sowie des Stimulusformats auf den Abruf des Wissens über die bekannte Größe. Die folgenden zwei Studien konzentrieren sich auf die Untersuchung des Abrufs des Wissens über die bekannte Größe bei abgebildeten Objekten. Die dritte Studie prüft, ob ein reales Objekt als Referenz neben einer Abbildung zu einer besseren Verarbeitung der bekannten Größe auf Abbildungen führt. Studie 4 untersucht, ob Säuglinge im zweiten Lebensjahr die bekannte Größe eines Objektes auf Abbildungen erfolgreich verarbeiten können.

Insgesamt bieten alle vier Studien einen tieferen Einblick darin, ab wann Säuglinge Wissen über die bekannte Größe von alltäglichen Objekten besitzen und wie das Stimulusformat und die Art der Exploration den Abruf des Wissens über die bekannte Größe im Säuglingsalter beeinflussen.

2. Allgemeine Methode

Ethikvotum:

Die vorliegenden Studien wurden entsprechend der Ethik-Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für Psychologie durchgeführt. Die lokale Ethikkommission der Justus-Liebig-Universität genehmigte die Studien. Die Erziehungsberechtigten gaben vor der Teilnahme an der jeweiligen Studie eine schriftliche Einwilligung zu dieser.

Stichprobe:

Insgesamt wurden im Rahmen der vier durchgeführten Studien 268 Säuglinge zwischen 7 und 15 Monaten untersucht. Aus den endgültigen Stichproben wurden über alle vier Studien hinweg 45 Säuglinge wegen der folgenden Gründe ausgeschlossen: Quengeln oder Weinen ($n = 26$), Fehler der Versuchsleitung ($n = 9$), Zeigegesten oder Kommentare der Eltern zu den Stimuli ($n = 9$) oder technischer Fehler bei der Videoaufzeichnung ($n = 1$). Die Säuglinge wurden über die Datenbank der Abteilung Entwicklungspsychologie postalisch kontaktiert. Interessierte Eltern erhielten zunächst detaillierte Informationen über die entsprechende Studie. Sie wurden zudem gefragt, ob ihr Kind einen Schnuller und eine Trinklernflasche im Alltag verwendet. Mit den Eltern der Säuglinge, die Schnuller und Trinklernflasche kannten, wurde ein Termin mit den Eltern vereinbart. Alle Untersuchungen wurden in der Abteilung für Entwicklungspsychologie der Justus-Liebig-Universität Gießen durchgeführt. Am Ende der Untersuchung erhielten die Säuglinge eine Urkunde sowie ein kleines Geschenk.

Stimuli:

In allen vier Studien der vorliegenden Arbeit wurden Trinklernflaschen und Schnuller als Stimuli verwendet (siehe Abbildung 1). Zum einen, weil Säuglinge Schnuller und Trinklernflaschen aus ihrem Alltag kennen. Zum anderen konnte durch die Verwendung von Schnullern und Trinklernflaschen sichergestellt werden, dass die gewählten Objekte eine spezifische bekannte Größe haben beziehungsweise nicht oder nur wenig in ihrer physischen Größe variieren. Zu diesem Zweck wurde ein im Handel erhältlicher Schnuller sowie eine Trinklernflasche mit einem 3D-Scanner digitalisiert. Anschließend wurden Schnuller und Trinklernflasche mit

einem 3D-Drucker aus Plastikfilamenten (Innofil3D PLA, naturel, 2.85 mm Durchmesser) gedruckt. Dies ermöglichte, dass alle Stimuli aus demselben Material bestanden und dieselbe Form hatten und sich somit nur in ihrer Größe unterschieden.

Die Stimuli wurden in drei unterschiedlichen Größen gedruckt: in ihrer bekannten Größe, die der Größe der im Handel erhältlichen Objekte entsprach, sowie in zwei neuen Größen. Die Objekte in den neuen Größen waren 50% größer als die bekannte Größe (Maxi-Objekte) und 50% kleiner als die bekannte Größe (Mini-Objekte). Die Maße (Höhe × Breite) für den Schnuller in bekannter Größe beziehungsweise in Maxi-Größe oder Mini-Größe waren 3.50 cm × 5.50 cm beziehungsweise 5.25 cm × 8.25 cm oder 1.75 cm × 2.75 cm. Die Maße (Höhe × Breite) für die Trinklernflaschen in bekannter Größe beziehungsweise in Maxi-Größe oder Mini-Größe waren 11.20 cm × 10.80 cm beziehungsweise 16.80 cm × 16.20 cm oder 5.60 cm × 5.40 cm.



Abbildung 1. Schnuller und Trinklernflaschen in den drei verschiedenen Größen: Mini-Größe (links), bekannte Größe (Mitte) und Maxi-Größe (rechts).

Alle Objekte wurden mit Schleifpapier und einem Universalprimer für das Lackieren vorbereitet und mit wasserbasierten, speichelechten Acrylfarben lackiert. Hierbei wurde der Schnuller bis auf das Mundstück und den Henkel in rot lackiert. Der Körper der Trinklernflasche wurde in türkis, die Griffe in grau und der Rest in weiß lackiert. Zum Schluss wurden alle Objekte mit einem durchsichtigen Acryl-Klarlack überzogen. Alle verwendeten Materialien waren kindersicher.

Neben den realen Objekten wurden außerdem in Studie 2 bis 4 Fotos der realen Objekte verwendet, die mit einer Spiegelreflexkamera (Sony EOS 1200D) aufgenommen wurden. Die Fotos wurden aus der Sicht der Säuglinge aufgenommen, um die Perspektive sowie die Lichtbedingungen so ähnlich wie möglich zum Versuchsaufbau mit den realen Objekten zu halten. Mit Hilfe von Bildbearbeitungsprogrammen (GIMP 2.8 und Adobe Photoshop CS 6) wurden die Fotos editiert, damit diese in Farbe und Größe mit den realen Objekten übereinstimmten. Die Fotos wurden auf einem grauen Hintergrund mittig platziert und laminiert. Die Größe des Hintergrunds war an die Größe des realen Objektes angepasst, sodass die Objekte und nicht der Hintergrund die größte Fläche auf dem Bild einnahmen (siehe Abbildung 2). Die Relation der Größe des Hintergrunds war jedoch für jeden Stimulus gleich. Die Fotos wurden auf einem Hintergrund präsentiert, um sie so bildhaft wie möglich zu gestalten. So sollte vermieden werden, dass die Fotos wie flache, aber dennoch dreidimensionale Objekte wirkten. Präsentiert wurden die Fotos in durchsichtigen, aufrechten Aufstellern.



Abbildung 2. Die fotografischen Abbildungen der Trinklernflasche in der Mini-Größe (links) und in der bekannten Größe (rechts) in durchsichtigen, aufrechten Aufstellern.

Aufbau und Ablauf:

Alle Erhebungen fanden als Einzelsitzungen statt und dauerten ungefähr 30 Minuten. Der Säugling saß während der gesamten Erhebung auf dem Schoß seines oder ihres Erziehungsberechtigten. Die erste Versuchsleiterin saß dem Säugling direkt gegenüber. Eine zweite Versuchsleiterin stand hinter dem Säugling und maß die Zeit für jeden Durchgang mit einer

Stoppuhr. Schräg gegenüber dem Säugling wurde eine Videokamera aufgestellt, die das Blickverhalten der Säuglinge aufzeichnete. In Studie 2 bis 4 wurde eine zusätzliche Videokamera schräg hinter dem Säugling aufgestellt, sodass die präsentierten Stimuli aufgenommen werden konnten. Die Eltern wurden gebeten, ihr Kind während der Erhebung festzuhalten, sodass es nicht auf den Tisch kletterte oder sich über den Tisch beugte. Zusätzlich wurden die Eltern gebeten, die präsentierten Objekte nicht zu kommentieren und nicht auf diese zu zeigen. Die Eltern waren naiv gegenüber den Hypothesen der Studien.

In allen Studien wurde ein Blickpräferenz-Paradigma verwendet. Zu diesem Zweck wurden zwei Stimuli paarweise präsentiert. Hierzu stellte die erste Versuchsleiterin beide Stimuli gleichzeitig auf markierte Stellen auf dem Tisch. Die zweite Versuchsleiterin stoppte die Zeit für jeden Durchgang ab dem Moment, an dem die erste Versuchsleiterin ihre Hände von den Stimuli entfernte. Die erste Versuchsleiterin wurde instruiert, während des Durchgangs nicht die Stimuli, sondern mit einem freundlichen Gesichtsausdruck den Säugling anzusehen. So sollte eine Beeinflussung des Säuglings durch die Versuchsleitung vermieden werden. Nach jedem Durchgang wurden die Stimuli aus dem Sichtfeld des Säuglings entfernt. Sollte ein Säugling während eines Durchgangs das Interesse an den Stimuli verlieren, klopfte die erste Versuchsleiterin hinter den Stimuli mit beiden Händen gleichzeitig auf den Tisch und sagte „Guck mal.“

In jedem Experiment gab es zwei Übungsdurchgänge mit Schaumstoffwürfeln (gelb oder rot, je 6 cm × 6 cm), um die Säuglinge an das Vorgehen zu gewöhnen. Die Testdurchgänge wurden direkt im Anschluss an die Übungsdurchgänge durchgeführt. In jedem Testdurchgang wurden die Stimuli als Paare präsentiert. Hierbei wurde der Stimulus in bekannter Größe jeweils mit der Maxi- (bekannt-maxi-Paar) und der Mini-Größe (bekannt-mini-Paar) gepaart (siehe Abbildung 3). Die Stimuli in Maxi- und Mini-Größe wurden nie miteinander gepaart.

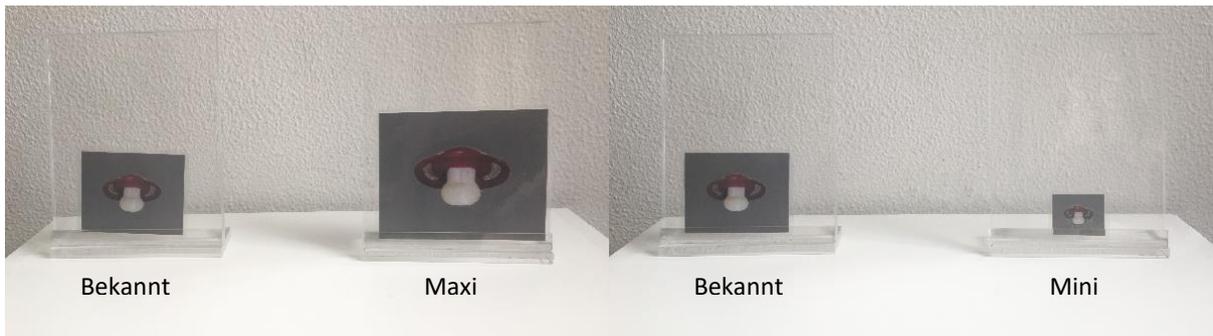


Abbildung 3. Beispiel für die Paare dargestellt anhand der Abbildungen der Schnuller mit dem bekannt-maxi-Paar auf der linken und dem bekannt-mini-Paar auf der rechten Seite.

Die Abfolge der Testdurchgänge konnte beispielsweise wie folgt aussehen: (1) Zuerst wurde der Schnuller in bekannter und in Maxi-Größe präsentiert, (2) daraufhin folgte die Präsentation des Schnullers in bekannter und in Mini-Größe. (3) Anschließend wurde die Trinklernflasche in bekannter und in Mini-Größe dargeboten und (4) zuletzt die Trinklernflasche in bekannter und in Maxi-Größe. Die Reihenfolge, welches Objekt zuerst (Schnuller oder Trinklernflasche), welches Paar zuerst (bekannt-maxi oder bekannt-mini) und die Seite des Stimulus (zum Beispiel die bekannte Größe links oder rechts aus der Perspektive des Säuglings) wurde zwischen den Versuchspersonen ausbalanciert. Nach jedem Durchgang wurde die Seite der Stimuli getauscht, sodass ein Stimulus in aufeinanderfolgenden Durchgängen nie auf derselben Seite präsentiert wurde.

In Studie 1 wurden die Stimuli nur außerhalb der Reichweite und in Studie 2 nur innerhalb der Reichweite präsentiert. Für diese beiden Studien ergaben sich somit insgesamt vier Testdurchgänge. In Studie 3 und 4 wurden die Stimuli abwechselnd außerhalb und innerhalb der Reichweite präsentiert, sodass es insgesamt acht Testdurchgänge gab. Die Stimuli wurden dabei immer zuerst außerhalb und dann innerhalb der Reichweite dargeboten.

Kodierung und Datenanalyse:

Als abhängige Variablen wurden in allen Studien die ersten Blicke sowie die mittlere Blickdauer betrachtet. Die ersten Blicke sowie die mittlere Blickdauer wurden im Nachhinein frame-by-frame anhand der Videoaufzeichnungen kodiert. Hierbei diente der Ton der Stoppuhr als Zeichen für den Beginn und das Ende des jeweiligen Durchgangs. Die ersten Blicke wurden definiert als die erste Fixation in jedem der Testdurchgänge. Sie stellen dar, welches der beiden präsentierten Objekte der Säugling als erstes fixierte. Die Blickdauer wurde als die Zeitspanne zwischen der ersten und letzten Fixation eines Stimulus definiert. Eine zusätzliche

Person, die naiv gegenüber den Hypothesen der Studien war, kodierte 50% der Daten, um die Interrater-Reliabilität zu bestimmen. Diese lag bei allen Studien sowohl für die ersten Blicke als auch die mittlere Blickdauer bei über .90 (Pearson's r).

Die Häufigkeiten der ersten Blicke entsprachen der Anzahl an ersten Fixationen pro Objekt in jedem Testdurchgang. Im bekannt-maxi-Paar wurden die Häufigkeiten der ersten Blicke für das Objekt in bekannter Größe und in Maxi-Größe berechnet, im bekannt-mini-Paar die Häufigkeiten der ersten Blicke für das Objekt in bekannter Größe und Mini-Größe (für die Paare siehe Abbildung 2). Für die Analyse der Blickdauer wurde die mittlere Blickdauer für das Objekt in bekannter, Maxi- und Mini-Größe einzeln für jeden Testdurchgang berechnet. Die mittlere Blickdauer für die Maxi- und Mini-Größe wurde dann zu einer gemeinsamen Kategorie „neue Größen“ zusammengefasst.

3. Studie 1: Wissen über die bekannte Größe von realen Objekten bei 7- und 12-monatigen Säuglingen

Eine ähnliche Version dieses Kapitels wurde veröffentlicht als:

Sensoy, Ö., Culham, J.C. & Schwarzer, G. (2020). Do infants show knowledge of the familiar size of everyday objects?. *Journal of Experimental Child Psychology*. Volume 195, July 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2020.104848>

3.1 Einleitung

Im ersten Lebensjahr weisen Säuglinge, wie zuvor dargestellt, ein stabiles Wissen über die bekannte Größe menschlicher Gesichter und Körper auf (Heron & Slaughter, 2010; Tsuruhara et al., 2014; Yonas et al., 1982). Das Wissen über die bekannte Größe von Objekten ist allerdings bisher weitestgehend unerforscht. Bisherige Befunde zeigen lediglich, dass Säuglinge ab 3 Monaten in der Lage sind, sich die Größe eines für sie unbekanntes Objektes für eine kurze Zeitspanne zu merken und in ihre Interaktionen mit diesem Objekt einzubeziehen (Gerhardstein et al., 2000; Granrud et al., 1985). Der momentane Forschungsstand erlaubt demnach keine Rückschlüsse darüber, ob Säuglinge Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte im ersten Lebensjahr aufbauen und verstehen, dass ein bestimmtes Objekt mit einer spezifischen, bekannten Größe in der realen Welt einhergeht. Die Verwendung alltäglicher Objekte ermöglicht die Untersuchung desjenigen Wissens, das Säuglinge über ihre täglichen Begegnungen und Interaktionen mit Objekten erwerben. Dies erlaubt es, das Wissen über die bekannte Größe mit einer höheren ökologischen Validität zu untersuchen und einen tieferen Einblick in das kindliche Lernen zu erhalten. Zudem ist ungeklärt, inwieweit Säuglinge Informationen über die bekannte Größe von Objekten auch dann erfolgreich verarbeiten, wenn sie die Objekte nur betrachten und nicht mit diesen interagieren dürfen.

Die Frage, ab wann Säuglinge Wissen über die bekannte Größe von alltäglichen Objekten zeigen, wurde mit Hilfe eines Blickpräferenz-Paradigmas untersucht. Es wurden alltägliche Objekte in drei unterschiedlichen Größen dargeboten: in ihrer bekannten Größe, der Maxi- und der Mini-Größe. Säuglinge im Alter von 7 und 12 Monaten sahen jeweils ein reales Objekt in bekannter Größe gemeinsam mit einem Objekt in einer der neuen Größen (Maxi- oder Mini-Größe). Die Objekte befanden sich dabei außerhalb der Reichweite der Säuglinge, sodass sie

die realen Objekte nur betrachten, aber nicht mit diesen manuell interagieren konnten. Daneben war ein weiteres Anliegen dieser Studie die Replikation von Befunden zum ersten Blick. Diese zeigen, dass Säuglinge besonders im ersten Lebensjahr ihren ersten Blick häufiger auf physisch größere Objekte richten (Guan & Corbetta, 2012; Libertus et al., 2013; Newman et al., 2001).

Als abhängige Variablen wurden der erste Blick der Säuglinge sowie die mittlere Blickdauer auf die bekannten und die neuen Größen (Maxi- und Mini-Größe gemeinsam) betrachtet. Es wurde angenommen, dass sowohl die 7 als auch die 12 Monate alten Säuglinge ihren ersten Blick auf das jeweils physisch größere Objekt richten. In Hinblick auf die mittlere Blickdauer wurde erwartet, dass nur die 12-Monate alten Säuglinge eine längere Blickdauer für die neuen Größen zeigen, da diese bereits mehr Erfahrungen mit den verwendeten Objekten sammeln konnten und somit bereits stabilere, interne Repräsentationen besitzen könnten. Eine Neuheitspräferenz im Sinne einer längeren Blickdauer auf die neuen Größen würde für eine erfolgreiche Wiedererkennung der bekannten Größe und somit für ein Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte sprechen.

3.2 Methode

Stichprobe:

Die endgültige Stichprobe bestand aus 33 gesunden 7 Monate alten Säuglingen ($M = 7$ Monate und 11 Tage; $SD = 9$ Tage; 17 Mädchen) und 32 gesunden 12 Monate alten Säuglingen ($M = 12$ Monate und 13 Tage; $SD = 9$ Tage; 16 Mädchen). Aus der endgültigen Stichprobe wurden sieben 7 Monate alte und sechs 12 Monate alte Säuglinge wegen der folgenden Gründe ausgeschlossen: Quengeln oder Weinen ($n = 9$), Fehler der Versuchsleitung ($n = 2$) und Zeigegesten oder Kommentare der Eltern zu den Stimuli ($n = 2$). Zum Testzeitpunkt benutzten die 7 beziehungsweise 12 Monate alten Säuglinge einen Schnuller durchschnittlich für eine Dauer von 4.8 ($SD = 2.3$ Monate) beziehungsweise 8.1 Monaten ($SD = 4.5$ Monate). Eine Trinklernflasche benutzten die 7 beziehungsweise 12 Monate alten Säuglinge für 1.9 ($SD = 1.8$ Monate) beziehungsweise 5.0 Monate ($SD = 1.9$ Monate).

Stimuli:

In Studie 1 wurden die realen Objekte als Stimuli verwendet (siehe auch Kapitel 2). Der Schnuller und die Trinklernflasche wurden in der Mini-Größe (50% kleiner als die bekannte Größe), der bekannten Größe und der Maxi-Größe (50% größer als die bekannte Größe) dargestellt.

Aufbau und Ablauf:

Eine detaillierte Beschreibung des Versuchsaufbaus und -ablaufs kann Kapitel 2 entnommen. In vorliegender Studie präsentierte die erste Versuchsleiterin dem Säugling ein reales Objekt in bekannter Größe und in neuer Größe gleichzeitig (siehe Abbildung 4). Hierzu stellte sie die Stimuli auf die markierten Stellen auf dem Tisch. Die Entfernung der Stimuli zum Säugling betrug, von der Tischkante auf der Seite des Säuglings gemessen, 35 cm, sodass diese für beide Altersgruppen außerhalb der Reichweite waren. Wenn der Säugling die Stimuli in den Übungsdurchgängen dennoch erreichen konnte, wurden diese in den Testdurchgängen weiter entfernt aufgestellt. Das Experiment bestand aus zwei Übungs- und vier Testdurchgängen. Die Dauer für jeden Durchgang betrug insgesamt 10 Sekunden. Nach jedem Durchgang wurden die Stimuli aus dem Sichtfeld des Säuglings entfernt.



Abbildung 4. Beispiel des experimentellen Aufbaus mit einem 7 Monate alten Säugling, dem der Schnuller in Maxi-Größe (links) und in bekannter Größe (rechts) präsentiert wird.

Kodierung und Datenanalyse:

Ungefähr 50% ($n = 34$) der Blickdaten wurden ein zweites Mal kodiert, um die Interrater-Reliabilität zu bestimmen. Diese überstieg für die Häufigkeiten der ersten Blicke sowie die mittlere Blickdauer .90 (Pearson's r).

Bei den statistischen Analysen der ersten Blicke wurden die Häufigkeiten des ersten Blickes innerhalb der beiden Paare (bekannt-maxi-Paar und bekannt-mini-Paar) betrachtet. Hierzu wurden 2x2 Varianzanalysen (ANOVA) mit Messwiederholung auf dem Faktor Größe (bekannt oder maxi/mini) und dem Zwischensubjektfaktor Alter (7 oder 12 Monate) durchgeführt. In der statistischen Analyse der Blickdauer wurde die mittlere Blickdauer auf die bekannten und neuen Größen (Maxi- und Mini-Größe gemeinsam) miteinander verglichen. Hierzu wurde eine 2x2 ANOVA mit Messwiederholung auf dem Faktor Größe (bekannt oder neu) und dem Zwischensubjektfaktor Alter (7 oder 12 Monate) berechnet. Signifikante Interaktionen wurden mit *post-hoc* abhängigen *t*-Tests (zweiseitig; Bonferroni korrigiert) weiter analysiert.

3.3 Ergebnisse

Vorabanalysen der ersten Blicke und der mittleren Blickdauer ergaben keinen signifikanten Effekt der Objektkategorie (Schnuller oder Trinklernflasche) und des Geschlechts (alle $F_s < 2$). Dementsprechend wurden die Daten über beide Objektkategorien und Geschlechter hinweg zusammengefasst.

Häufigkeiten der ersten Blicke:

Für die Analyse der Häufigkeiten der ersten Blicke wurden für das bekannt-maxi- und das bekannt-mini-Paar jeweils messwiederholte ANOVAs berechnet (siehe Abbildung 5). Für das bekannt-maxi-Paar zeigte die ANOVA mit dem Innersubjektfaktor Größe (bekannt oder maxi) und dem Zwischensubjektfaktor Alter (7 oder 12 Monate) einen signifikanten Haupteffekt für Größe, $F(1, 63) = 12.48$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .17$. Säuglinge beider Altersgruppen blickten häufiger zuerst auf das Objekt in Maxi-Größe ($M = 1.34$, $SD = 0.80$), das das physisch größere Objekt in diesem Paar darstellte, als auf das Objekt in bekannter Größe ($M = 0.65$, $SD = 0.78$). Es zeigten sich keine weiteren signifikanten Haupteffekte oder Interaktionen (alle $F_s < 1$). Für das bekannt-mini-Paar zeigte die ANOVA ebenfalls einen signifikanten Haupteffekt für Größe $F(1, 63) = 9.24$, $p = .003$, $\eta_p^2 = .13$, und zusätzlich für Alter, $F(1, 63) = 5.98$, $p = .017$, $\eta_p^2 = .09$. Der signifikante Alterseffekt beruhte auf sechs 7-monatigen Säuglingen, die einen Durchgang weniger absolvierten. Bei Ausschluss dieser sechs Säuglinge verschwand der signifikante Alterseffekt. Die Richtung der Ergebnisse blieb allerdings auch unter Ausschluss der genannten

7 Monate alten Säuglinge dieselbe, weswegen sie trotz des fehlenden Durchgangs in die endgültige Stichprobe eingeschlossen wurden (Haupteffekt für Größe, $F(1, 57) = 9.71$, $p = .003$, $\eta_p^2 = .15$). Insgesamt blickten Säuglinge beider Altersgruppen häufiger auf das Objekt in bekannter Größe ($M = 1.22$, $SD = 0.78$), das das physisch größere Objekt in diesem Paar war, als auf das Objekt in Mini-Größe ($M = 0.66$, $SD = 0.74$).

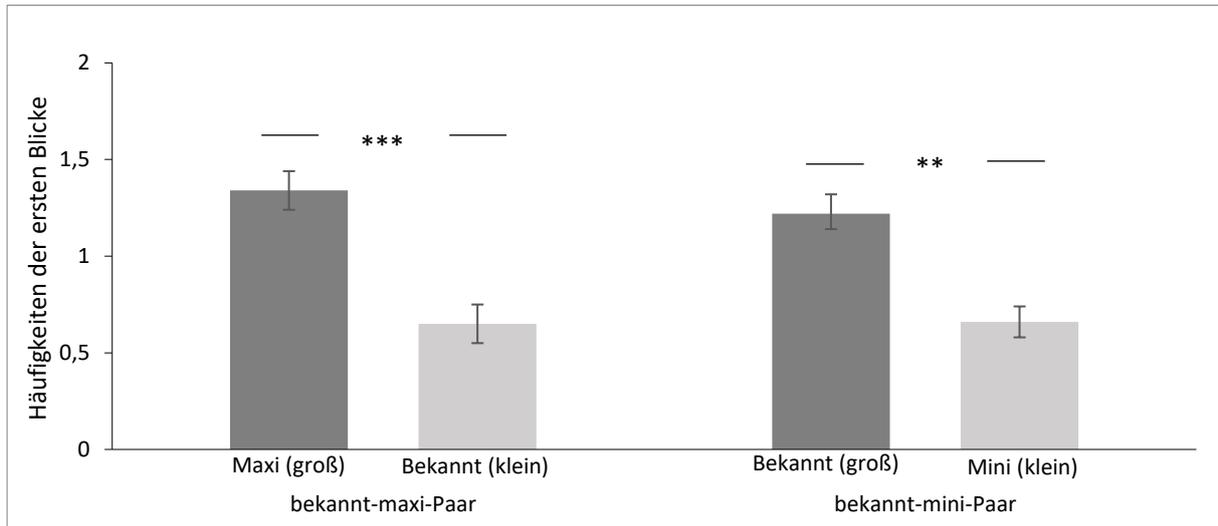


Abbildung 5. Die Häufigkeiten der ersten Blicke für das bekannt-maxi- und das bekannt-mini-Paar über beide Altersgruppen hinweg. Im bekannt-maxi-Paar stellt das Objekt in Maxi-Größe das physisch größere Objekt dar, das Objekt in bekannter Größe das physisch kleinere. Im bekannt-mini-Paar stellt das Objekt in bekannter Größe das physisch größere Objekt dar, das Objekt in Mini-Größe das physisch kleinere. Die Fehlerbalken stellen den Standardfehler des Mittelwerts dar. Anmerkung. $**p \leq .01$, $***p \leq .001$. Adaptiert nach Sensoy, Ö. et al., (2020).

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse für die ersten Blicke, dass sowohl die 7 als auch die 12 Monate alten Säuglinge ihre ersten Blicke häufiger auf die physisch größeren Objekte richteten.

Mittlere Blickdauer:

Für die Analyse der mittleren Blickdauer wurde eine messwiederholte ANOVA mit dem Innersubjektfaktor Größe (bekannt oder neu) und dem Zwischensubjektfaktor Alter (7 oder 12 Monate) berechnet (siehe Abbildung 6). Sie zeigte einen signifikanten Haupteffekt für Größe, $F(1, 63) = 4.34$, $p = .041$, $\eta_p^2 = .06$, und Alter, $F(1, 63) = 11.16$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .15$. Die Zweifachinteraktion zwischen Größe und Alter wurde ebenfalls signifikant, $F(1, 63) = 5.39$, $p = .023$, $\eta_p^2 = .08$. Für die weitere Analyse dieser Interaktion wurden *post-hoc* abhängige *t*-Tests (zweiseitig; Bonferroni-korrigiert, $\alpha = .025$) für jede Altersgruppe durchgeführt. Bei den 7 Monate alten Säuglingen zeigte sich kein signifikanter Unterschied, $t(32) = 0.15$, $p = .883$, in der mittleren Blickdauer auf die realen Objekte in bekannten ($M = 2.49$ s, $SD = 1.29$ s) und neuen

Größen ($M = 2.45$ s, $SD = 1.24$ s). Im Gegensatz dazu zeigte sich bei den 12 Monate alten Säuglingen ein signifikanter Unterschied in der mittleren Blickdauer, $t(31) = -3.75$, $p \leq .001$, Cohen's $d = -0.65$. Die 12-monatigen Säuglinge blickten länger auf die Objekte in neuen Größen ($M = 3.64$ s, $SD = 1.23$ s) als auf die Objekte in bekannten Größen ($M = 2.92$ s, $SD = 0.90$ s).

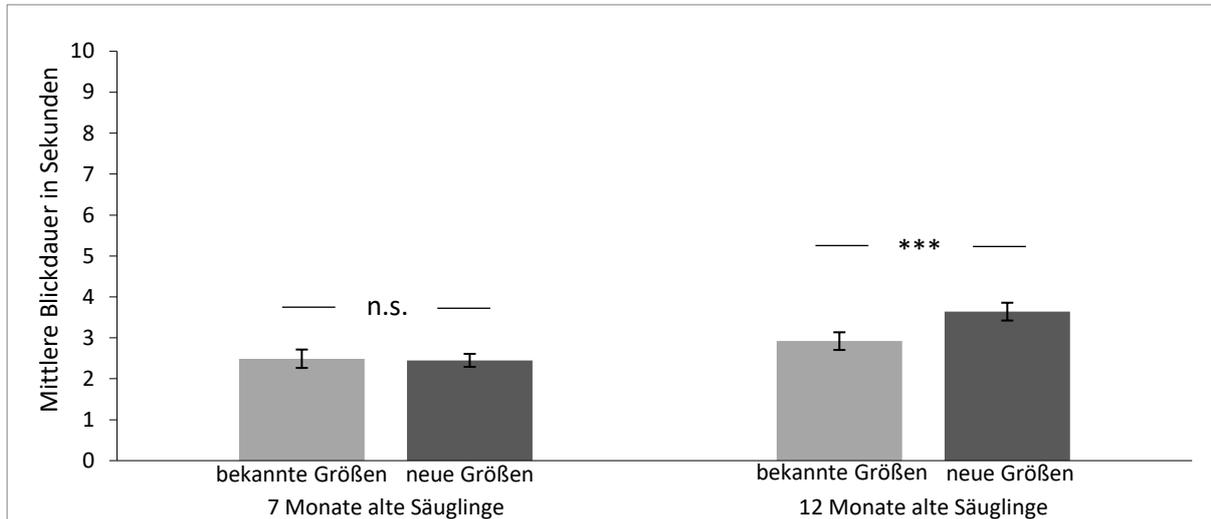


Abbildung 6. Die mittlere Blickdauer (in Sekunden) der 7 und 12 Monate alten Säuglinge auf die realen Objekte in bekannten und neuen Größen. Die Fehlerbalken stellen den Standardfehler des Mittelwerts dar. Anmerkung. *** $p \leq .001$; n.s. nicht signifikant. Adaptiert nach Sensoy, Ö. et al., (2020).

Um zu überprüfen, ob die 12-monatigen Säuglinge auch in beiden Paaren jeweils länger auf die Objekte in Maxi- und in Mini-Größe blickten, wurden für jedes Paar abhängige t -Tests (zweiseitig) durchgeführt. Der abhängige t -Test für das bekannt-maxi-Paar zeigte einen signifikanten Unterschied in der mittleren Blickdauer zwischen den Objekten in bekannten und Maxi-Größen, $t(31) = -2.11$, $p = .043$, Cohen's $d = -0.38$. Die 12 Monate alte Säuglinge betrachteten die Objekte in Maxi-Größen ($M = 3.31$ s, $SD = 1.18$ s) länger als in bekannten Größen ($M = 2.89$ s, $SD = 1.04$ s). Der abhängige t -Test für das bekannt-mini-Paar zeigte ebenfalls einen signifikanten Unterschied in der mittleren Blickdauer zwischen den Objekten in bekannten und Mini-Größen, $t(31) = -3.25$, $p = .003$, Cohen's $d = -0.70$. Die 12-monatigen Säuglinge betrachteten die Objekte in Mini-Größen ($M = 3.96$ s, $SD = 1.53$ s) länger als die in bekannten Größen ($M = 2.95$ s, $SD = 1.37$ s). Dieselben Analysen wurden auch für die 7 Monate alten Säuglinge durchgeführt. Der abhängige t -Test für das bekannt-maxi-Paar zeigte keinen signifikanten Unterschied in der mittleren Blickdauer für Objekte in bekannten oder Maxi-Größen, $t(32) = -0.73$, $p = .470$. Die 7 Monate alten Säuglinge blickten gleich lange auf die Objekte in bekannten ($M = 2.64$ s, $SD = 1.55$ s) und Maxi-Größen ($M = 2.43$ s, $SD = 1.28$ s). Der abhängige

t-Test für das bekannt-mini-Paar zeigte ebenfalls keinen signifikanten Unterschied in der mittleren Blickdauer für Objekte in bekannten oder Mini-Größen, $t(32) = -0.41$, $p = .685$. Die 7 Monate alten Säuglinge betrachteten die Objekte in bekannten ($M = 2.33$ s, $SD = 1.57$ s) und in Mini-Größen ($M = 2.47$ s, $SD = 1.53$ s) auch gleich lange.

Zusammengefasst zeigt sich, dass die 12 Monate alten Säuglinge sowohl in der Analyse über die Paare hinweg als auch in den Einzelanalysen länger auf die Objekte in den neuen Größen (Maxi- und Mini-Größe) blickten, als auf die Objekte in bekannten Größen. Die 7 Monate alten Säuglinge hingegen betrachteten die Objekte in bekannten und in neuen Größen gleich lange.

3.4 Diskussion

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen zum einen, dass die 7 und 12 Monate alten Säuglinge ihren ersten Blick häufiger auf das physisch größere Objekt in einem Paar richteten. Dies veranschaulicht, dass Säuglinge beider Altersgruppen basierend auf der physischen Größe eines Objektes in der Lage sind, zwischen physisch größeren und kleineren Objekten zu unterscheiden. Zum anderen ergaben sich in Bezug auf die mittlere Blickdauer unterschiedliche Muster in Abhängigkeit des Alters und der Bekanntheit der Größe. Die 12 Monate alten Säuglinge betrachteten die Objekte in neuen Größen (Maxi- und Mini-Größe) länger als die Objekte in bekannten Größen. Im Gegensatz dazu zeigten die 7 Monate alten Säuglinge keinen Unterschied in der mittleren Blickdauer zwischen Objekten in bekannten und neuen Größen. Die 12 Monate alten Säuglinge scheinen demnach bereits Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte zu besitzen. Ihr Wissen über die bekannte Größe könnte dann dazu geführt haben, dass sie die neuen, für sie noch unbekanntes Größen länger ansahen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie stützen und erweitern bereits existierende Befunde zu Größenwahrnehmung und Größenverarbeitung im Säuglingsalter. In Einklang mit bisherigen Befunden blickten sowohl die 7 als auch die 12 Monate alten Säuglinge zuerst auf das physisch größere Objekt in einem Paar (Guan & Corbetta, 2012; Libertus et al., 2013; Newman et al., 2001). Die Ergebnisse unterstreichen, dass besonders im ersten Lebensjahr die initiale visuelle Orientierungsreaktion hauptsächlich von der physischen Größe eines Objektes beeinflusst wird. Physisch größere Objekte nehmen eine größere Fläche im Gesichtsfeld ein

und könnten somit den Blick der Säuglinge direkt auf sich ziehen. Selbst die 12 Monate alten Säuglinge, die bereits Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte aufweisen, betrachteten zuerst das physisch größere Objekt, was für eine schnelle Verarbeitung der absoluten, physischen Größe spricht. Die Verarbeitung der bekannten Größe erfordert im Gegensatz zur Verarbeitung der absoluten physischen Größe den Abruf von Wissen und geht dementsprechend mit einer tiefergehenden, zeitlich intensiveren Informationsverarbeitung einher.

Die Ergebnisse zur mittleren Blickdauer schließen die bisherige Lücke im momentanen Forschungsstand bezüglich des Wissens über die bekannte Größe alltäglicher Objekte im Säuglingsalter. Die Befunde stellen dar, dass gegen Ende des ersten Lebensjahres Säuglinge Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte besitzen. Frühere Studien haben gezeigt, dass Kinder ab 18 Monaten rudimentäres Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte demonstrieren (DeLoache et al., 2004). Zwischen 3 bis 4 Jahren wird dieses Wissen Teil der mentalen Objektrepräsentation (Long et al., 2019). Vorliegende Studie liefert erstmals Hinweise dafür, dass Säuglinge bereits im Laufe des ersten Lebensjahres Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte erwerben. So betrachteten die 12 Monate alten Säuglinge die Objekte in den neuen Größen (Maxi- oder Mini-Größe) länger als die Objekte in bekannten Größen. Dieser Befund legt nahe, dass die 12 Monate alten Säuglinge die bekannte Größe wiedererkannt und erfolgreich von den neuen Größen unterschieden haben.

Dabei diskriminierten die 12 Monate alten Säuglinge erfolgreich zwischen den Objekten in bekannten und neuen Größen, obwohl die Objekte außerhalb ihrer Reichweite präsentiert wurden. Dieser Befund zeigt erstmals, dass die bekannte Größe eines Objektes nicht nur die manuellen Interaktionen mit einem Objekt beeinflusst, sondern sich auch unabhängig von einer möglichen Interaktion auf die visuelle Wahrnehmung auswirkt. Im Gegensatz zu früheren Studien ging in dieser Studie der eigentlichen Testphase keine Familiarisierungsphase mit den Objekten voraus. Folglich ist das Wissen über die bekannte Größe, welches die 12 Monate alten Säuglinge zeigen, auf ihre eigenen Erfahrungen mit diesen Objekten im Alltag zurückführbar. Säuglinge erwerben daher über ihre Erfahrungen mit Objekten stabiles Wissen über die bekannte Größe dieser Objekte und nutzen dieses Wissen, um ihre visuelle Exploration zu lenken.

Anders als bei Granrud et al. (1985) zeigten die 7 Monate alten Säuglinge in vorliegender Studie kein Wissen über die bekannte Größe von Objekten. Hierfür kommen verschiedene Erklärungen in Betracht. Granrud et al. (1985) verwendeten in ihrer Studie neue Objekte, die außerhalb des Experimentes nicht existieren. Im Vergleich zu Objekten aus der realen Welt wie Schnuller und Trinklernflaschen besaßen diese keine bekannte Größe an sich, die die Säuglinge im Alltag erlernen konnten. Die Säuglinge lernten demnach die Größe der Objekte in einer Familiarisierungsphase kennen und nutzten die kürzlich „erlernte“ Größe direkt im Anschluss. Folglich wird das kurzfristige Behalten der bekannten Größe untersucht und nicht das stabile Wissen über die bekannte Größe. Ein weiterer wichtiger Unterschied liegt in der Möglichkeit zur manuellen Interaktion in genannter Studie. Die manuelle Interaktion mit den Objekten könnte das Erlernen beziehungsweise die Verarbeitung der bekannten Größe begünstigt haben. Zusätzlich wurde das Wissen über die bekannte Größe in der Experimentalphase anhand des Greifverhaltens der Säuglinge untersucht. Ein erfolgreiches Greifen nach einem Objekt erfordert auch die Berücksichtigung der Größe, da die Griffapparatur an die Größe des Objektes angepasst werden muss. Demzufolge ist es möglich, dass 7 Monate alte Säuglinge Wissen über die bekannte Größe von Objekten eher zeigen, wenn sie die Möglichkeit haben, mit diesen manuell zu interagieren.

Zusammengenommen zeigen die Befunde der vorliegenden Studie, dass Säuglinge mit 12 Monaten Wissen über die bekannte Größe von alltäglichen Objekten besitzen. Im Gegensatz zu den 12 Monate alten zeigen die 7 Monate alten Säuglinge noch kein Wissen über die bekannte Größe. Säuglinge können demnach nicht nur erfolgreich zwischen physisch größeren und kleineren Objekten unterscheiden, sondern gegen Ende des ersten Lebensjahres auch zwischen Objekten in bekannten und neuen Größen differenzieren. Darüber hinaus kann das demonstrierte Wissen über die bekannte Größe allein auf die eigenen Erfahrungen der 12 Monate alten Säuglinge mit den Objekten zurückgeführt werden. Dabei beeinflusst die bekannte Größe eines Objektes die visuelle Exploration der 12-monatigen Säuglinge auch unabhängig von der Möglichkeit zur manuellen Interaktion, also auch dann, wenn sie die Objekte nur betrachten dürfen.

4. Studie 2: Wissen über die bekannte Größe von realen Objekten und Abbildungen bei 7- und 12-monatigen Säuglingen

Eine ähnliche Version dieses Kapitels wurde zur Veröffentlichung eingereicht:

Sensoy, Ö., Culham, J.C. & Schwarzer, G. (under review). The Advantage of Real Objects over Matched Pictures in Infants' Processing of the Familiar Size of Objects.

4.1 Einleitung

Die Befunde aus Studie 1 verdeutlichen, dass Säuglinge ab 12 Monaten Wissen über die bekannte Größe von alltäglichen Objekten auch bei alleiniger visueller Exploration demonstrieren können. Mit 7 Monaten hingegen zeigen Säuglinge noch kein solches Wissen. Die alleinige visuelle Exploration könnte bei den jüngeren Säuglingen noch nicht ausreichen, um ein mögliches Wissen über die bekannte Größe von Objekten zu aktivieren. Die zusätzliche Möglichkeit zur manuellen Interaktion könnte demnach einen erfolgreichen Abruf des Wissens über die bekannte Größe begünstigen, da die Möglichkeit zur manuellen Interaktion in Zusammenhang mit einer besseren Objektverarbeitung steht (Jovanovic et al., 2008; Möhring & Frick, 2013; Slone et al., 2018; Wilcox et al., 2007). Zudem erfordert das erfolgreiche Greifen nach einem Objekt auch eine Verarbeitung der Größe des Objektes. Dies könnte ebenfalls dazu beitragen, dass die Säuglinge die bekannte Größe besser verarbeiten und wiedererkennen können.

Des Weiteren greifen Studien, die das Wissen über die bekannte Größe untersuchen, oftmals auf Abbildungen von Objekten zurück, um so eine große Bandbreite an Objekten erfassen zu können. Diese Studien weisen sowohl bei Erwachsenen als auch bei Kleinkindern Wissen über die bekannte Größe von Objekten bei Abbildungen nach (Gabay et al., 2016; Gliksmann et al., 2016; Gogel & Da Silva, 1987b; Hastorf, 1950; Henik et al., 2017; Konkle & Oliva, 2012a, 2012b; Long et al., 2019). Für das Säuglingsalter existieren nur Hinweise, dass das Wissen über die bekannte Größe von Gesichtern auch bei Fotos dieser aktiviert wird (Tsuruhara et al., 2014; Yonas et al., 1982). Daher ist unklar, inwieweit Säuglinge Wissen über die bekannte Größe auch bei Abbildungen von Objekten zeigen.

Dementsprechend verfolgte die vorliegende Studie zwei Ziele. Das erste Ziel war die Untersuchung des Einflusses der Möglichkeit zur manuellen Exploration auf die Verarbeitung und den Abruf des Wissens über die bekannte Größe von Objekten. Speziell sollte betrachtet werden, ob insbesondere die Objektverarbeitung jüngerer Säuglinge von einer zusätzlichen manuellen Exploration profitiert. Darüber hinaus wurde das Wissen über die bekannte Größe von Objekten im Säuglingsalter bisher, wenn überhaupt, nur anhand realer Objekte erforscht. Das zweite Ziel dieser Studie war deswegen die Betrachtung des Einflusses des Stimulusformats auf den Abruf des Wissens über die bekannte Größe im Säuglingsalter. Zu diesem Zweck sah eine Gruppe an 7 und 12 Monate alten Säuglingen Schnuller und Trinklernflaschen als reale Objekte und eine andere Gruppe als fotorealistische Abbildungen. Sowohl die realen Objekte als auch die Abbildungen wurden in ihren bekannten Größen und neuen Größen (Maxi- und Mini-Größe) präsentiert. Im Gegensatz zu Studie 1 befanden sich die Stimuli innerhalb der Reichweite der Säuglinge, sodass die Säuglinge mit den realen Objekten und auch den Abbildungen manuell interagieren konnten. Betrachtet wurden die ersten Blicke sowie die mittlere Blickdauer der Säuglinge.

Für die ersten Blicke wurde erwartet, dass die Säuglinge sowohl bei den realen Objekten als auch bei den Abbildungen ihren ersten Blick wieder zuerst auf das physisch größere Objekt richten. Für die Blickdauer wurde angenommen, dass die Präsentation der realen Objekte innerhalb der Reichweite der Säuglinge zu einer verbesserten Objektverarbeitung führt. Säuglinge beider Altersgruppen sollten demnach länger auf die realen Objekte in neuen Größen als in bekannten Größen blicken. Dies würde dafürsprechen, dass die zusätzliche Möglichkeit zur manuellen Interaktion den Abruf des Wissens über die bekannte Größe verbessert und die Säuglinge deswegen ein größeres Interesse an den neuen, für sie unbekanntem Größen zeigen.

Für die Blickdauer bei den Abbildungen kommen zwei Annahmen in Betracht. Einerseits könnten die Säuglinge die bekannte Größe der abgebildeten Objekte ähnlich wie bei den realen Objekten erkennen, da ihnen für die Abbildungen dieselben visuellen Hinweisreize zur Verfügung stehen wie bei den realen Objekten. Zusätzlich können die Säuglinge mit den Abbildungen manuell interagieren und so diese in Bezug zu sich selbst und zur Größe ihrer eigenen Hände setzen (Linkenauger, Leyrer, Bühlhoff & Mohler, 2013). Folglich könnten die Säuglinge auch auf den Abbildungen die bekannten Größen wiedererkennen und eine visuelle Neuheitspräferenz für die neuen Größen zeigen. Das größere visuelle Interesse an den neuen Größen

sollte sich dann in einer längeren Blickdauer widerspiegeln. Andererseits könnte es sein, dass die Säuglinge noch nicht verstehen, dass die Größe des abgebildeten Objektes der bekannten Größe des Objektes in der realen Welt entspricht. Demzufolge könnten die Größen der abgebildeten Objekte nur einen kleinen oder keinen Effekt auf die Blickdauer der Säuglinge haben und sich kein Unterschied in der Blickdauer zwischen den bekannten und neuen Größen zeigen.

4.2 Methode

Stichprobe:

Die endgültige Stichprobe setzte sich aus 130 gesunden 7 und 12 Monate alten Säuglingen zusammen. Davon wurden 64 Säuglinge zufällig der Reale-Objekte-Gruppe und 66 der Bilder-Gruppe zugeordnet. In der Reale-Objekte-Gruppe befanden sich 31 7 Monate alte Säuglinge mit einem durchschnittlichen Alter von 7 Monaten und 12 Tagen ($SD = 9$ Tage; 16 Mädchen) und 33 12 Monate alte Säuglinge mit einem durchschnittlichen Alter von 12 Monaten und 13 Tagen ($SD = 9$ Tage; 16 Mädchen). Die Bilder-Gruppe bestand aus 33 7 Monate alten Säuglingen mit einem durchschnittlichen Alter von 7 Monaten und 14 Tagen ($SD = 9$ Tage; 19 Mädchen) und aus 33 12 Monate alten Säuglingen mit einem durchschnittlichen Alter von 12 Monaten und 14 Tagen ($SD = 8$ Tage; 16 Mädchen). Vierzehn 7 Monate alte und acht 12 Monate alte Säuglinge wurden aus der endgültigen Stichprobe wegen der folgenden Gründe ausgeschlossen: Quengeln oder Weinen ($n = 12$), Fehler der Versuchsleitung ($n = 7$) und Zeigegeesten oder Kommentare der Eltern zu den Stimuli ($n = 3$). Zur Überprüfung, ob sich Säuglinge in der Reale-Objekte- und Bilder-Gruppe in ihrer Benutzungsdauer für Schnuller und Trinklernflasche unterschieden, wurde eine ANOVA mit Messwiederholung auf dem Faktor Benutzungsdauer und den Zwischensubjektfaktoren Alter (7 oder 12 Monate) und Stimulusformat (reales Objekt oder Abbildung) durchgeführt. Die ANOVA zeigte einen signifikanten Haupteffekt für Benutzungsdauer, $F(1, 126) = 146.97, p \leq .001, \eta_p^2 = .54$, und Alter, $F(1, 126) = 59.04, p \leq .001, \eta_p^2 = .32$, aber keine signifikanten Interaktionen zwischen Benutzungsdauer und Stimulusformat, $F(1, 126) = 1.11, p = .295$, oder Benutzungsdauer, Stimulusformat und Alter, $F(1, 126) = 0.10, p = .759$. Es zeigten sich auch keine anderen Haupteffekte oder Interaktionen (alle $F_s < 2$). In beiden Gruppen benutzten sowohl die 7 als auch die 12 Monate alten Säuglinge zum

Testzeitpunkt den Schnuller im Schnitt länger ($M = 6.7$ Monate, $SD = 3.8$ Monate) als die Trinklernflasche ($M = 3.2$ Monate, $SD = 2.4$ Monate). Die 12 Monate alten Säuglinge, ebenfalls in beiden Gruppen, benutzten Schnuller und Trinklernflasche ($M = 4.2$ Monate, $SD = 1.8$ Monate) länger als die 7 Monate alten Säuglinge ($M = 3.4$ Monate, $SD = 1.9$ Monate). Es gab keinen Unterschied in der Benutzungsdauer zwischen den beiden Gruppen.

Stimuli:

In Studie 2 wurden Schnuller und Trinklernflasche als reale Objekte und als fotorealistische Abbildungen in den drei bereits beschriebenen Größen (Mini-Größe, bekannte Größe, Maxi-Größe) genutzt. Im Gegensatz zu den realen Objekten wurden die Abbildungen mittig auf einem grauen Hintergrund platziert und in einem durchsichtigen Aufsteller präsentiert (siehe auch Abbildung 2 und 3 in Kapitel 2).

Aufbau und Ablauf:

Eine detaillierte Beschreibung des Versuchsaufbaus und -ablaufs kann Kapitel 2 entnommen. Das Vorgehen für die Reale-Objekte-Gruppe und die Bilder-Gruppe war identisch. Jede Untersuchung bestand aus zwei Übungs- und vier Testdurchgängen. Anders als in Studie 1 wurden jedoch die Stimuli für insgesamt 20 Sekunden (statt 10) und innerhalb (statt außerhalb) der Reichweite des Säuglings präsentiert. Die Dauer der Durchgänge wurde innerhalb der Reichweite auf 20 Sekunden erhöht, um den Säuglingen genügend Zeit für die manuelle Interaktion zu geben. Die realen Objekte oder Abbildungen wurden zu Beginn jeden Durchgangs auf den markierten Positionen, ungefähr 15 cm von der Tischkante auf der Seite des Säuglings entfernt, platziert (siehe Abbildung 7). Falls ein Säugling während der Übungsdurchgänge nicht an die präsentierten Objekte oder Abbildungen herankam, wurden diese während der Testdurchgänge näher platziert, sodass sie für den Säugling erreichbar waren.



Abbildung 7. Beispiel des experimentellen Aufbaus mit einem 7 Monate alten Säugling in der Reale-Objekte-Gruppe (links) mit dem Schnuller in bekannter und in Mini-Größe sowie mit einem 7 Monate alten Säugling in der Bilder-Gruppe (rechts) mit den Abbildungen des Schnullers in bekannter und in Maxi-Größe.

Kodierung und Datenanalyse:

Alle Säuglinge konnten mit den realen Objekten und den Abbildungen dieser manuell interagieren, da die Stimuli innerhalb der Reichweite der Säuglinge präsentiert wurden. Bisherige Studien veranschaulichen, dass die manuelle Exploration von realen Objekten und Abbildungen dieser sich unterscheiden kann (DeLoache et al., 1979; DeLoache et al., 1998; Pierroutsakos & Troseth, 2003; Shuwairi, 2019; Yonas et al., 2005; Ziemer et al., 2012; Ziemer & Snyder, 2016). Dies erschwert die Vergleichbarkeit unterschiedlicher manueller Explorationsweisen zwischen realen Objekten und Abbildungen dieser. Aus diesem Grund und um die Ergebnisse mit der vorangegangenen Studie vergleichen zu können, wurden die ersten Blicke und die mittlere Blickdauer als abhängige Variablen betrachtet. Die ersten Blicke und die mittlere Blickdauer beinhalteten hierbei auch Zeitperioden, in denen die Säuglinge die realen Objekte oder Abbildungen dieser nicht nur betrachteten, sondern auch gleichzeitig mit diesen manuell interagierten. Ungefähr 50% ($n = 65$) der Blickdaten wurden erneut kodiert, um die Interrater-Reliabilität zu bestimmen. Diese lag für die Häufigkeiten der ersten Blicke sowie die mittlere Blickdauer bei über .90 (Pearson's r).

Bei den statistischen Analysen der ersten Blicke wurden die Häufigkeiten des ersten Blickes innerhalb der beiden Paare (bekannt-maxi-Paar und bekannt-mini-Paar) betrachtet. Hierzu wurden 2x2x2 ANOVAs mit Messwiederholung auf dem Faktor Größe (bekannt oder maxi/mini) und den Zwischensubjektfaktoren Alter (7 oder 12 Monate) und Stimulusformat (reales Objekt oder Abbildung) durchgeführt. Für die statistische Analyse der mittleren Blickdauer wurde eine 2x2x2 ANOVA mit Messwiederholung auf dem Faktor Größe (bekannt oder neu) und den Zwischensubjektfaktoren Alter (7 oder 12 Monate) und Stimulusformat (reales

Objekt oder Abbildung) berechnet. Signifikante Interaktionen wurden mit *post-hoc t*-Tests (zweiseitig; Bonferroni korrigiert) weiter analysiert.

4.3 Ergebnisse

Voranalysen der ersten Blicke und der mittleren Blickdauer ergaben keinen signifikanten Effekt der Objektkategorie (Schnuller oder Trinklernflasche) und des Geschlechts (alle $F_s < 2$). Dementsprechend wurden die Daten über beide Objektkategorien und Geschlechter hinweg zusammengefasst.

Häufigkeiten der ersten Blicke:

Für die Häufigkeiten der ersten Blicke wurde für jedes Paar (bekannt-maxi-Paar oder bekannt-mini-Paar) eine messwiederholte ANOVA berechnet. Für das bekannt-maxi-Paar zeigte die messwiederholte ANOVA mit dem Innersubjektfaktor Größe (bekannt oder maxi) und den Zwischensubjektfaktoren Alter (7 oder 12 Monate) und Stimulusformat (reales Objekt oder Abbildung) einen signifikanten Haupteffekt für Größe, $F(1, 126) = 8.99, p = .005, \eta_p^2 = .06$. Es ergaben sich keine weiteren signifikanten Haupteffekte oder Interaktionen (alle $F_s < 2$). Säuglinge beider Altersgruppen blickten im bekannt-maxi-Paar sowohl bei den realen Objekten als auch bei den Abbildungen zuerst auf die Maxi-Größe ($M = 1.15, SD = 0.76$), dass das physisch größere Objekt in diesem Paar darstellte, als auf die bekannten Größen ($M = 0.80, SD = 0.77$).

Für das bekannt-mini-Paar zeigte die messwiederholte ANOVA mit dem Innersubjektfaktor Größe (bekannt oder mini) und den Zwischensubjektfaktoren Alter (7 oder 12 Monate) und Stimulusformat (reales Objekt oder Abbildung) einen signifikanten Haupteffekt für Größe, $F(1, 126) = 9.27, p = .003, \eta_p^2 = .07$, und eine signifikante Interaktion zwischen Größe und Stimulusformat, $F(1, 126) = 4.07, p = .046, \eta_p^2 = .03$. Es zeigten sich keine weiteren signifikanten Haupteffekte oder Interaktionen (alle $F_s < 2$). Die signifikante Interaktion zwischen Größe und Stimulusformat wurde mit *post-hoc* abhängigen *t*-Tests (zweiseitig; Bonferroni korrigiert, $\alpha = .025$) weiter analysiert. Für die realen Objekte zeigte sich im abhängigen *t*-Test ein signifikanter Unterschied in den Häufigkeiten der ersten Blicke zwischen der bekannten und der Mini-Größe, $t(63) = 3.44, p \leq .001, \text{Cohen's } d = 0.85$. Säuglinge beider Altersgruppen blickten

im bekannt-mini-Paar bei den realen Objekten häufiger zuerst auf die bekannte Größe ($M = 1.31$, $SD = 0.79$) als auf die Mini-Größe ($M = 0.64$, $SD = 0.78$). Für die Abbildungen zeigte sich im abhängigen t -Test kein Unterschied in den Häufigkeiten der ersten Blicke zwischen der bekannten und der Mini-Größe, $t(66) = 0.77$, $p = .443$. Säuglinge beider Altersgruppen blickten gleich häufig zuerst auf die Abbildungen in bekannter ($M = 1.02$, $SD = 0.75$) und in Mini-Größe ($M = 0.88$, $SD = 0.71$).

Zusammengefasst blickten Säuglinge beider Altersgruppen im bekannt-maxi-Paar zuerst auf die Maxi-Größen, unabhängig davon, ob sie in der Reale-Objekte oder Bilder-Gruppe waren. Im bekannt-mini-Paar hingegen blickten nur die Säuglinge in der Reale-Objekte-Gruppe zuerst auf die bekannten Größen, die in diesem Paar die physisch größeren waren. Die Säuglinge in der Bilder-Gruppe zeigten keine solche Präferenz in ihren ersten Blicken.

Mittlere Blickdauer:

Für die Analyse der mittleren Blickdauer wurde eine ANOVA mit Messwiederholung auf dem Faktor Größe (bekannt oder neu) und den Zwischensubjektfaktoren Alter (7 oder 12 Monate alt) und Stimulusformat (reales Objekt oder Abbildung) durchgeführt. Die ANOVA zeigte einen signifikanten Haupteffekt für Größe, $F(1, 126) = 6.53$, $p = .012$, $\eta_p^2 = .05$, Stimulusformat, $F(1, 126) = 12.54$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .09$, und Alter, $F(1, 126) = 16.61$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .12$. Es zeigte sich auch eine signifikante Zweifachinteraktion zwischen Größe x Stimulusformat, $F(1, 126) = 6.57$, $p = .012$, $\eta_p^2 = .05$. Die Interaktionen zwischen Größe x Alter, $F(1, 126) = 0.67$, $p = .415$, Alter x Stimulusformat, $F(1, 126) = 0.12$, $p = .729$, sowie Größe x Alter x Stimulusformat, $F(1, 126) = 2.39$, $p = .125$, wurden nicht signifikant.

Der Haupteffekt für Alter zeigte, dass die 12 Monate alten Säuglinge insgesamt sowohl die realen Objekte als auch die Abbildungen dieser länger betrachteten ($M = 5.30$ s, $SD = 2.15$ s) als die 7 Monate alten Säuglinge ($M = 3.91$ s, $SD = 1.89$ s). Die signifikante Interaktion zwischen Größe und Stimulusformat wurde für die realen Objekte und Abbildungen dieser mit *post-hoc* abhängigen t -Tests (zweiseitig; Bonferroni korrigiert, $\alpha = .0125$) weiter analysiert (siehe Abbildung 8). Für die realen Objekte zeigte der abhängige t -Test einen signifikanten Unterschied in der mittleren Blickdauer zwischen bekannten und neuen Größen, $t(63) = -3.66$, $p \leq .001$, Cohen's $d = -0.59$. Sowohl 7 als auch 12 Monate alte Säuglinge betrachteten die rea-

len Objekte in neuen Größen länger ($M = 6.03$ s, $SD = 2.89$ s) als die realen Objekte in bekannten Größen ($M = 4.45$ s, $SD = 2.47$ s). Für die Abbildungen zeigte der abhängige t -Test keinen Unterschied in der mittleren Blickdauer zwischen den bekannten und neuen Größen, $t(65) = 0.01$, $p = .996$. Säuglinge beider Altersgruppen betrachteten die Abbildungen in bekannten ($M = 4.01$ s, $SD = 2.70$ s) und neuen Größen ($M = 4.02$ s, $SD = 2.67$ s) gleich lange.

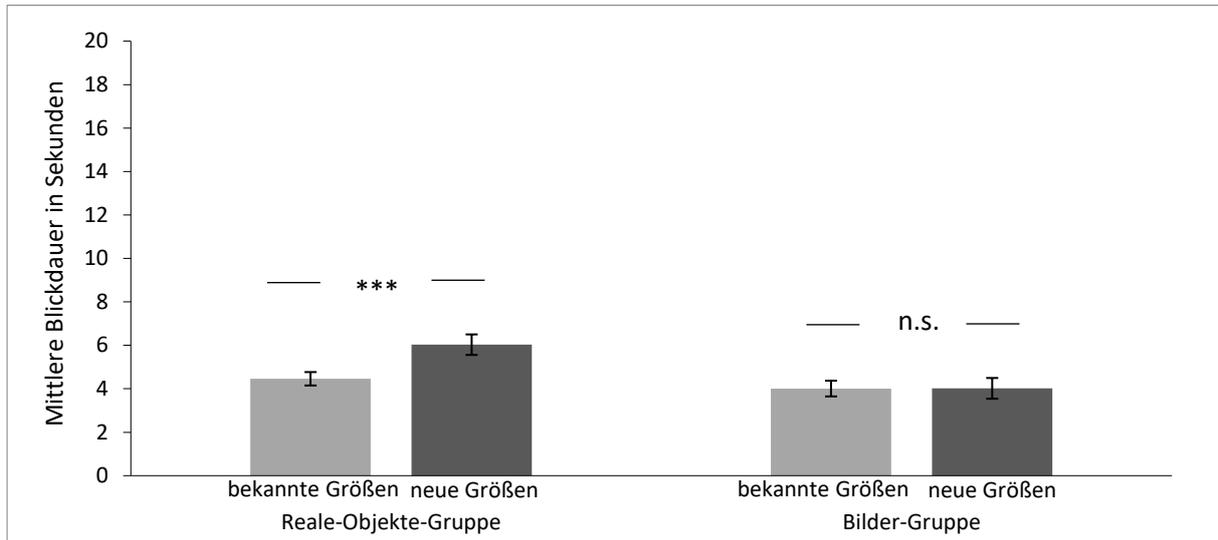


Abbildung 8. Die mittlere Blickdauer (in Sekunden) der 7 und 12 Monate alten Säuglinge auf die Objekte in bekannten und neuen Größen (Maxi- und Mini-Größe) für die Reale-Objekte- und Bilder-Gruppe getrennt dargestellt. Die Fehlerbalken stellen den Standardfehler des Mittelwerts dar. Anmerkung. *** $p \leq .001$, n.s. nicht signifikant.

Daneben wurden zwei *post-hoc* unabhängige t -Tests (zweiseitig; Bonferroni korrigiert, $\alpha = .0125$) durchgeführt, um zu prüfen, ob sich die mittlere Blickdauer für die bekannten und die neuen Größen zwischen den Stimulusformaten unterschied. Der unabhängige t -Test für die bekannten Größen zeigte keinen signifikanten Unterschied in der mittleren Blickdauer zwischen den realen Objekten und Abbildungen dieser, $t(128) = 0.97$, $p = .332$. Dementsprechend sahen 7 und 12 Monate alte Säuglinge die realen Objekte und Abbildungen dieser in bekannten Größen gleich lange an. Der unabhängige t -Test für die neuen Größen zeigte hingegen einen signifikanten Unterschied in der mittleren Blickdauer zwischen den realen Objekten und Abbildungen dieser, $t(128) = 4.12$, $p \leq .001$, Cohen's $d = 0.72$. Säuglinge beider Altersgruppen betrachteten demnach die realen Objekte in neuen Größen länger als die Abbildungen dieser in neuen Größen.

Um in der Reale-Objekte-Gruppe sicherzustellen, dass die Säuglinge auch in beiden Paaren (bekannt-maxi-Paar und bekannt-mini-Paar) jeweils die neue Größe länger betrachteten, wurde für jedes Paar ein abhängiger t -Test (zweiseitig) durchgeführt (siehe Abbildung 9). Für

das bekannt-maxi-Paar zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der mittleren Blickdauer zwischen den realen Objekten in bekannten und Maxi-Größen, $t(63) = -2.78, p = .007$, Cohen's $d = -0.51$. Säuglinge beider Altersgruppen sahen die Maxi-Größen länger an ($M = 6.34$ s, $SD = 3.74$ s) als die bekannten Größen ($M = 4.55$ s, $SD = 3.21$ s). Für das bekannt-mini-Paar zeigte sich ebenfalls ein signifikanter Unterschied in der mittleren Blickdauer zwischen Objekten in bekannten und Mini-Größen, $t(63) = -2.56, p = .013$, Cohen's $d = -0.41$. Säuglinge beider Altersgruppen sahen die realen Objekte in Mini-Größen länger an ($M = 5.73$ s, $SD = 3.69$ s) als die in bekannten Größen ($M = 4.36$ s, $SD = 2.90$ s).

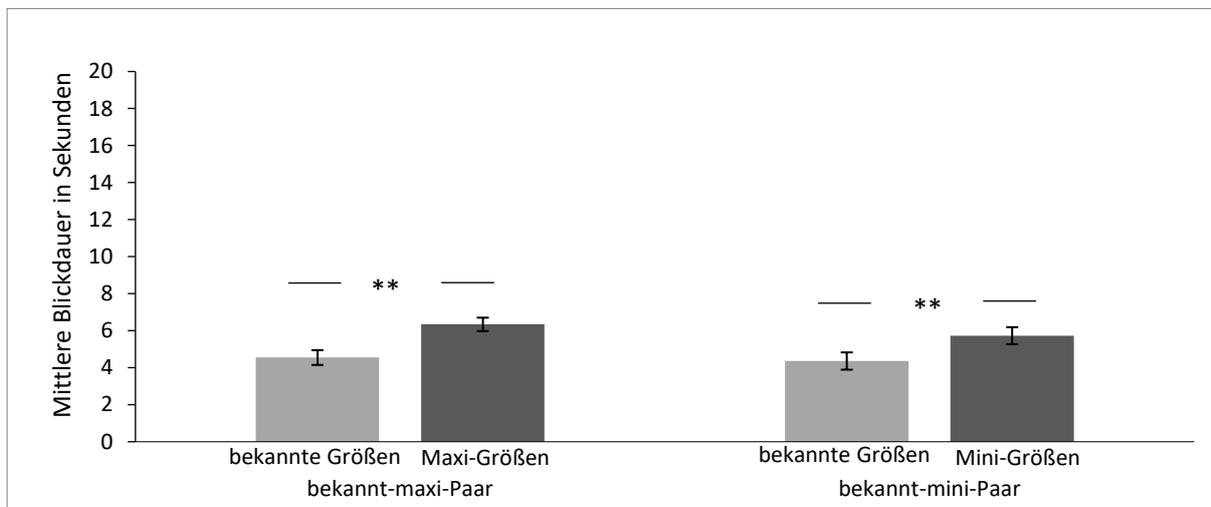


Abbildung 9. Die mittlere Blickdauer (in Sekunden) der 7 und 12 Monate alten Säuglinge in der Reale-Objekte-Gruppe auf die Objekte in bekannten und in Maxi-Größen im bekannt-maxi-Paar und auf die Objekte in bekannten und in Mini-Größen im bekannt-mini-Paar. Die Fehlerbalken stellen den Standardfehler des Mittelwerts dar. Anmerkung. $**p \leq .01$.

Zusammenfassend blickten die 7 und 12 Monate alte Säuglinge länger auf die neuen Größen, wenn ihnen reale Objekte präsentiert wurden. Dies wurde sowohl in einer gemeinsamen Analyse über die beiden neuen Größen (maxi und mini) hinweg als auch in den Einzelanalysen für jedes Paar deutlich. Wenn allerdings Schnuller und Trinklernflaschen als Abbildungen dargestellt wurden, ergab sich für beide Altersgruppen kein Unterschied in der mittleren Blickdauer zwischen den Abbildungen in bekannten und neuen Größen. Des Weiteren betrachteten Säuglinge beider Altersgruppen die realen Objekte und Abbildungen in bekannten Größen gleich lange. Die realen Objekte in den neuen Größen hingegen wurden länger angesehen als die Abbildungen in neuen Größen.

4.4 Diskussion

Die Hauptziele der vorliegenden Studie waren die Erforschung des Einflusses der Möglichkeit zur manuellen Exploration sowie des Stimulusformats auf den Abruf des Wissens über die bekannte Größe. Daneben wurde angestrebt, bestehende Befunde zu den ersten Blicken zu replizieren und zu erweitern. Die Ergebnisse für die ersten Blicke zeigen, dass 7 und 12 Monate alte Säuglinge bei realen Objekten ihren ersten Blick auf das physisch größere Objekt richteten. Bei den Abbildungen hingegen ließ sich keine konsistente initiale Blickpräferenz für das physisch größere abgebildete Objekt finden. In Bezug auf die mittlere Blickdauer ergaben sich unterschiedliche Befunde in Abhängigkeit des Stimulusformats. Die 7 und 12 Monate alte Säuglinge in der Realen-Objekte-Gruppe demonstrierten Wissen über die bekannte Größe von Objekten. Sie betrachteten die realen Objekte in neuen Größen (maxi und mini) länger als die in bekannten Größen. Wie erwartet führte somit die Möglichkeit zur manuellen Interaktion zu einer besseren Verarbeitung und zu einem besseren Abruf der bekannten Größe, insbesondere bei den jüngeren Säuglingen. Wenn den Säuglingen allerdings Abbildungen der realen Objekte präsentiert wurden, zeigten sie kein Wissen über die bekannte Größe von Objekten. Sie sahen die abgebildeten Objekte in bekannten und neuen Größen gleich lange an.

Ähnlich zu den Befunden aus Studie 1 richteten die 7 und 12 Monate alten bei den realen Objekten ihren ersten Blick zuerst auf das physisch größere Objekt innerhalb eines Paares. Dieser Befund ließ sich bei den Abbildungen nur finden, wenn bekannte Größe und Maxi-Größe miteinander gepaart wurden, nicht aber bei bekannter und Mini-Größe. Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass die Abbildungen in Maxi-Größe auf Grund ihrer absoluten physischen Größe die initiale visuelle Aufmerksamkeit der Säuglinge auf sich zogen. Diese waren die physisch größten Objekte innerhalb einer Objektkategorie. Hierdurch könnten sie stärker ins Auge gestochen sein. Eingeschränkt wird diese Annahme jedoch dadurch, dass die Abbildung des Schnullers in Maxi-Größe kleiner war als die Abbildung der Trinklernflasche in bekannter Größe. Diese sahen die Säuglinge jedoch nie miteinander gepaart. Auch der bisherige Forschungsstand zeigt für Abbildungen kein konsistentes Bild in Bezug auf die initiale visuelle Orientierung zu physisch größeren Objekten (Guan & Corbetta, 2012; Newman et al., 2001). Denkbar wäre, dass die Zuwendung der initialen visuellen Aufmerksamkeit zum physisch größeren Objekt besonders bei realen Objekten von Bedeutung ist, beispielsweise, weil diese eine visuell-räumliche Orientierung ermöglichen.

Anknüpfend an die Befunde aus Studie 1 zeigt sich in vorliegender Studie, dass 7 und 12 Monate alte Säuglinge Wissen über die bekannte Größe von alltäglichen Objekten demonstrieren, wenn sie Objekte zusätzlich manuell explorieren dürfen. Die Möglichkeit zur manuellen Exploration führt demnach zu einer besseren Verarbeitung und einem besseren Abruf der bekannten Größe. Zum einen könnte es sein, dass die Säuglinge auf Grund ihrer manuellen Interaktion mit den Objekten, die physische Größe der Objekte anhand von propriozeptiven Reizen (Chen, Sperandio & Goodale, 2018), aber auch im Vergleich zur Größe ihrer eigenen Hände (Linkenauger et al., 2013) besser einschätzen können. Zum anderen könnte es sein, dass die bekannte Größe für die 7 Monate alten Säuglinge nur bei der manuellen Interaktion von Bedeutung ist, da die Möglichkeit zur manuellen Interaktion zu einer anderen Bewertung des Objektes führen könnte. So könnten Säuglinge, wenn sich Objekte in greifbarer Nähe befinden, auch die Handlungsanforderungen dieser Objekte wie zum Beispiel die Möglichkeit aus der Trinklernflasche zu trinken, in ihrer visuellen Verarbeitung berücksichtigen. Des Weiteren ermöglicht die gleichzeitige visuelle und manuelle Exploration eines Objektes, Informationen über verschiedene Sinnessysteme zu erhalten. Die Gelegenheit, Objekte bimodal zu explorieren, könnte zu einer elaborierten Objektverarbeitung führen (Beaucage et al., 2020; Jovanovic et al., 2008; Kaufman et al., 2003). Dies wiederum könnte das Wissen der Säuglinge über die bekannte Größe alltäglicher Objekte aktivieren. Demzufolge können Säuglinge ab 7 Monaten sich nicht nur die Größe eines neuen Objektes merken, dem sie kurz zuvor begegnet sind (Granrud et al., 1985), sondern sie besitzen auch Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte.

Obwohl Säuglinge beider Altersgruppen Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte bei realen Objekten demonstrieren, zeigen sie kein solches Wissen bei den Abbildungen derselben Objekte. Die Abbildungen und realen Objekte lieferten den Säuglingen ähnliche visuelle (Stereopsis, Parallaxe) und propriozeptive Hinweisreize bezüglich ihrer Entfernung und Größe. Zusätzlich war es sowohl bei den realen Objekten als auch bei den Abbildungen den Säuglingen möglich, diese in Bezug zu sich selbst beziehungsweise zur Größe ihrer eigenen Hände zu setzen. Aus diesen Gründen lässt sich der fehlende Abruf des Wissens über die bekannte Größe nicht auf Unterschiede in der Verfügbarkeit von Informationen zurückführen. Vielmehr kommen verschiedene andere Erklärungen in Betracht.

Eine Begründung könnte darin liegen, dass das abgebildete Objekt im Vergleich zu seinem realen Pendant keine Handlungen ermöglicht. Beim Berühren oder Abtasten der Abbildungen könnte der Säugling feststellen, dass Saugen oder Trinken bei diesen nicht möglich ist. Gerade Schnuller und Trinklernflaschen sind für Säuglinge Objekte, die mit starken Handlungsaufforderungen verknüpft sind, da sie Grundbedürfnisse erfüllen. Folglich könnten Säuglinge die bekannte Größe bei den realen Objekten leichter wiedererkennen und sich deswegen stärker für die neuen Größen interessieren, wenn ihnen reale Objekte innerhalb ihrer Reichweite präsentiert werden. Abbildungen hingegen fehlen solche Handlungsaufforderungen, was sie für Säuglinge weniger ansprechend machen könnte. Die bekannte Größe der abgebildeten Objekte könnte demnach für die Säuglinge nur eine geringe Relevanz haben, ähnlich wie bei den 7 Monate alten Säuglingen in Studie 1. Diese zeigen ohne die Möglichkeit zur manuellen Interaktion kein Wissen über die bekannte Größe von Objekten. Der Verarbeitungsvorteil für reale Objekte bei jüngeren Säuglingen könnte somit mit der Möglichkeit zur manuellen Exploration zusammenhängen.

Denkbar wäre in diesem Zusammenhang auch, dass die manuelle Interaktion mit einem realen Objekt, unabhängig von den spezifischen Handlungsaufforderungen, Informationen bezüglich der Größe allgemein und auch der bekannten Größe liefert. Die Größe eines Objektes muss in die Handlungsplanung einbezogen werden, damit ein Objekt erfolgreich ergriffen werden kann. Bei Abbildungen hingegen lassen sich über manuelle Interaktionen mit diesen keine Information über die Größe des abgebildeten Objektes ableiten. Dies würde allerdings nicht erklären, warum die 12 Monate alten Säuglinge kein Wissen über die bekannte Größe bei Abbildungen zeigen, da sie bei realen Objekten auch außerhalb der Reichweite in der Lage sind, zwischen den bekannten und den neuen Größen zu unterscheiden. Ihr Wissen über die bekannte Größe könnte jedoch gefestigter sein, sodass sie es auch ohne manuelle Interaktion abrufen können.

Daneben wäre es auch möglich, dass Säuglinge über ihre täglichen Erfahrungen erst noch lernen müssen, dass sich reale Objekte und Abbildungen dieser in ihren Eigenschaften unterscheiden, aber auch übereinstimmen können. Die 7 und 12 Monate alten Säuglinge könnten dementsprechend noch zu jung gewesen sein, um zu erkennen, dass die dargestellte Größe des abgebildeten Objektes der bekannten Größe des realen Objektes entspricht. Es gibt

Hinweise, dass Kinder zwischen 3 und 4 Jahren derart stabile mentale Repräsentation von Objekten haben, dass ihr Wissen über die bekannte Größe auch bei Abbildungen aktiviert wird (Long et al., 2019). Es könnte daher sein, dass Säuglinge erst später die bekannte Größe eines Objektes auf einer Abbildung wiedererkennen und von neuen Größen unterscheiden können.

Die Befunde dieser Studie gemeinsam mit den Befunden aus Studie 1 liefern starke Hinweise für einen Verarbeitungsvorteil für reale Objekte im Säuglingsalter. Einer der Gründe für einen Verarbeitungsvorteil für reale Objekte im Säuglingsalter könnte sein, dass reale Objekte im Vergleich zu Abbildungen dieser die visuelle Aufmerksamkeit stärker auf sich ziehen (DeLoache et al., 1979; Gerhard et al., 2016). In vorliegender Studie scheint dies jedoch nicht der ausschlaggebende Grund zu sein. Die Säuglinge betrachten zwar die realen Objekte länger, dieser Unterschied ist jedoch auf die längere Betrachtung der neuen Größen zurückführbar. Für die bekannten Größen zeigt sich kein solcher Unterschied. Demnach scheinen die 7 und 12 Monate alten Säuglinge nicht generell ein geringeres Interesse an den Abbildungen zu haben. Möglich wäre, dass, wenn ein reales Objekt und eine Abbildung desselben nebeneinander präsentiert werden, reale Objekte die visuelle Aufmerksamkeit stärker auf sich ziehen (DeLoache et al., 1979; Gerhard et al., 2016). In vorliegender Studie hingegen wurden den Säuglingen entweder reale Objekte oder Bilder dieser gezeigt, aber nie ein reales Objekt und eine Abbildung desselben gleichzeitig.

Zusammengefasst liefern die Ergebnisse der vorliegenden Studie einen tieferen Einblick darin, unter welchen Bedingungen Säuglinge die bekannte Größe alltäglicher Objekte wiedererkennen. Zum einen demonstrieren die Ergebnisse, dass auch jüngere Säuglinge, nämlich 7 Monate alte, Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte zeigen, wenn sie die Objekte nicht nur betrachten, sondern auch manuell mit diesen interagieren dürfen. Wenn jedoch dieselben Objekte als Abbildungen dargestellt werden, erkennen weder die 7 noch die 12 Monate alten Säuglinge die bekannte Größe wieder. Das Verstehen der bekannten Größe von alltäglichen Objekten scheint somit im ersten Lebensjahr sowohl von der Möglichkeit zur manuellen Interaktion als auch vom Stimulusformat abhängig zu sein.

5. Studie 3: Wissen über die bekannte Größe bei Kombination von realen Objekten und Abbildungen dieser bei 12-monatigen Säuglingen

5.1 Einleitung

Die Befunde der zuvor beschriebenen Studien sprechen dafür, dass Säuglinge zwischen 7 und 12 Monaten Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte besitzen. Dieses Wissen zeigen sie jedoch nur bei realen Objekten und nicht bei Abbildungen dieser. Unklar bleibt demnach, ab welchem Alter und unter welchen Bedingungen Säuglinge ihr Wissen über die bekannte Größe von Objekten auch bei Abbildungen dieser aktivieren können.

Eine Erklärung für die mangelnde Wiedererkennung der bekannten Größe von abgebildeten Objekten könnte sein, dass Säuglinge noch nicht verstehen, dass die abgebildete Größe der bekannten Größe des jeweiligen Objektes entspricht. Eine Möglichkeit die Wiedererkennung der bekannten Größe auf den Abbildungen zu erleichtern, könnte darin liegen, ein reales Objekt als Referenz neben einer Abbildung zu präsentieren. Wenn die Säuglinge ein reales Objekt in bekannter Größe gleichzeitig mit einer Abbildung in einer anderen Größe sehen, könnte das reale Objekt das Wissen der Säuglinge über die bekannte Größe aktivieren. Die gleichzeitige Präsentation würde den Säuglingen ermöglichen, die Abbildungen nicht nur in Relation zu sich selbst (Chen et al., 2018; Linkenauger et al., 2013), sondern auch in Relation zum realen Objekt zu verarbeiten. Dies könnte Unterschiede in der Größe für die Säuglinge hervorheben.

In Bezug auf Objekte werden Transferleistungen von einer Abbildung auf ein reales Objekt berichtet, wenn das reale Objekt und dessen Abbildung eine hohe Ähnlichkeit zueinander aufweisen. Hohe Ähnlichkeiten zwischen den Formaten begünstigen somit eine erfolgreiche Wiedererkennung eines Objektes in einem anderen Format (Jowkar-Baniani & Schmuckler, 2011; Keates et al., 2014; Rose et al., 1983; Shinsky & Jachens, 2014). Allerdings untersuchten bisher nur wenige Studien die visuelle Verarbeitung realer Objekte und Abbildungen dieser im direkten Vergleich. Wenn reale Objekte und ihre Abbildungen gleichzeitig präsentiert werden, lässt sich eine starke visuelle Präferenz für reale Objekte finden (DeLoache et al., 1979; Gerhard et al., 2016; Slater et al., 1984). Diese Studien boten allerdings dasselbe Objekt als

reales Objekt und identische Abbildung dar. In vorliegender Studie wurde zwar auch dasselbe Objekt in unterschiedlichen Formaten präsentiert, aber reales Objekt und Abbildung unterschieden sich zusätzlich in ihren Größen, um zu untersuchen, inwiefern die Säuglinge die Größen der realen Objekte und der abgebildeten Objekte in Bezug zueinander setzen.

Im Rahmen der vorliegenden Studie sollte geprüft werden, ob und inwieweit die gleichzeitige Anwesenheit eines realen Objektes in bekannter Größe neben Abbildungen in neuen Größen die Aktivierung des Wissens über die bekannte Größe im Säuglingsalter begünstigt. Hierzu wurden 12 Monate alte Säuglinge untersucht, da sie bereits stabil Wissen über die bekannte Größe von Objekten zeigen. Eine Gruppe von 12 Monate alten Säuglingen sah ein reales Objekt in bekannter Größe neben einer Abbildung in neuer Größe (Maxi- oder Mini-Größe). Eine andere Gruppe von 12 Monate alten Säuglingen sah eine Abbildung in bekannter Größe neben einem realen Objekt in neuer Größe. Letztere diente als Kontrollbedingung. Dies erlaubte, die möglichen Befunde auch unter dem Aspekt einer visuellen Präferenz für die realen Objekte unabhängig von der jeweiligen Größe zu betrachten. Als abhängige Variablen dienten wie in den Vorgängerstudien die ersten Blicke sowie die Blickdauer.

Hinsichtlich der ersten Blicke ergeben sich aus dem Forschungsstand zwei Annahmen. Die Säuglinge könnten entweder eine initiale visuelle Präferenz für das jeweils größere Objekt (Guan & Corbetta, 2012; Libertus et al., 2013; Newman et al., 2001; Sensoy, Culham & Schwarzer, 2020) oder eine initiale visuelle Präferenz für die realen Objekte (DeLoache et al., 1979; Gerhard et al., 2016; Slater et al., 1984) aufweisen. Für die mittlere Blickdauer kommen ebenfalls verschiedene Möglichkeiten in Betracht. Zum einen ist es wie bei den ersten Blicken möglich, dass die Säuglinge, unabhängig von der präsentierten Größe, die realen Objekte länger betrachten als die Abbildungen dieser (DeLoache et al., 1979; Gerhard et al., 2016; Slater et al., 1984). Zum anderen könnten die Säuglinge auf Grund der gleichzeitigen Präsentation der realen Objekte die bekannte Größe leichter wiedererkennen und so eine Neuheitspräferenz in Form einer längeren Blickdauer für die neuen Größen aufweisen.

5.2 Methoden

Stichprobe:

Die endgültige Stichprobe bestand aus 47 gesunden 12 Monate alten Säuglingen. Die Säuglinge wurden zufällig zwei Gruppen zugeordnet. Eine Gruppe sah die realen Objekte in bekannten Größen und die Abbildungen in neuen Größen (Gruppe A). Eine zweite Gruppe sah die Abbildungen in bekannten Größen und die realen Objekte in neuen Größen (Gruppe B). Gruppe A umfasste 26 Säuglinge, die im Schnitt 12 Monate und 17 Tage alt waren ($SD = 8$ Tage; 13 Mädchen). Gruppe B setzte sich aus 21 Säuglingen mit einem durchschnittlichen Alter von 12 Monaten und 20 Tagen ($SD = 7$ Tage; 11 Mädchen) zusammen. Fünf Säuglinge wurden aus der endgültigen Stichprobe wegen der folgenden Gründe ausgeschlossen: Quengeln oder Weinen ($n = 1$) sowie Zeigegesten oder Kommentare der Eltern zu den Stimuli ($n = 4$). Zur Überprüfung, ob sich Gruppe A und Gruppe B in ihrer Benutzungsdauer für Schnuller und Trinklernflasche unterschieden, wurde eine ANOVA mit Messwiederholung auf dem Faktor Benutzungsdauer und dem Zwischensubjektfaktor Gruppe (Gruppe A oder Gruppe B) durchgeführt. Die ANOVA zeigte einen signifikanten Haupteffekt für die Benutzungsdauer, $F(1, 45) = 16.50$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .27$, aber keine Interaktion zwischen Benutzungsdauer und Gruppe, $F(1, 45) = 1.71$, $p = .197$. Es traten auch keine weiteren signifikanten Haupteffekte oder Interaktionen auf (alle $F_s < 4$). Die Säuglinge benutzten zum Testzeitpunkt in beiden Gruppen den Schnuller im Schnitt länger ($M = 7.7$ Monate, $SD = 4.5$ Monate) als die Trinklernflasche ($M = 4.7$ Monate, $SD = 2.1$ Monate). Die Benutzungsdauer für den Schnuller und die Trinklernflasche unterschied sich jedoch nicht zwischen den beiden Gruppen.

Stimuli:

In Studie 3 wurden Schnuller und Trinklernflasche als reale Objekte und als fotorealistische Abbildungen in den drei bereits beschriebenen Größen (Mini-Größe, bekannte Größe, Maxi-Größe) als Stimuli verwendet (siehe auch Abbildung 1 und 2 im Kapitel 2).

Aufbau und Ablauf:

Eine detaillierte Beschreibung des Versuchsaufbaus und -ablaufs kann Kapitel 2 entnommen. Das Vorgehen für beide Gruppen war identisch. Jede Untersuchung bestand aus zwei Übungs- und im Gegensatz zu Studie 1 und 2 aus acht Testdurchgängen. In Studie 3 wurde das

Vorgehen aus Studie 1 und 2 kombiniert. Die Stimuli wurden paarweise zuerst außerhalb der Reichweite und dann direkt im Anschluss innerhalb der Reichweite des Säuglings präsentiert. In jedem Durchgang wurde ein reales Objekt gemeinsam mit einer Abbildung desselben präsentiert (siehe Abbildung 10).



Abbildung 10. Beispiel des experimentellen Aufbaus für Gruppe A mit dem realen Schnuller in bekannter Größe (links) und der Abbildung des Schnullers in der Maxi-Größe (rechts) außerhalb der Reichweite des Säuglings.

Die Präsentationsdauer betrug für beide Reichweiten jeweils 20 Sekunden. Die Kombination aus realen Objekten und Bildern sowie die zugeordneten Größen für die einzelnen Gruppen lassen sich Tabelle 1 entnehmen.

Tabelle 1. Zusammensetzung der Kombination aus realen Objekten und Abbildungen in bekannten und neuen Größen für die beiden Gruppen

Zusammensetzung	Bekannte Größen	Neue Größen (maxi, mini)
Gruppe A	Reales Objekt	Abbildung
Gruppe B	Abbildung	Reales Objekt

Außerhalb der Reichweite wurden die realen Objekte und Abbildungen dieser zu Beginn jeden Durchgangs, 35 cm von der Tischkante auf der Seite des Säuglings entfernt, auf den markierten Positionen platziert. Innerhalb der Reichweite befanden sich die realen Objekte und Abbildungen 15 cm entfernt. Falls ein Säugling während der Übungsdurchgänge außerhalb der Reichweite an die präsentierten Objekte oder Bilder herankam, wurden diese während der Testdurchgänge weiter entfernt platziert, sodass die Stimuli für die Säuglinge nicht erreichbar waren. Umgekehrt wurden sie innerhalb der Reichweite näher platziert, falls sie für

den Säugling in den Übungsdurchgängen nicht erreichbar waren. Nach jedem Durchgang wurden die Stimuli aus dem Sichtfeld des Säuglings entfernt.

Der Ablauf der Durchgänge für den Schnuller in Gruppe A sah beispielsweise wie folgt aus: Der Säugling sah zuerst den Schnuller als reales Objekt in bekannter Größe gemeinsam mit einer Abbildung des Schnullers in Maxi-Größe außerhalb der Reichweite (1), dann sah er oder sie den Schnuller als reales Objekt in bekannter Größe und die Abbildung des Schnullers in Maxi-Größe innerhalb der Reichweite (2). Im nächsten Durchgang wurde dem Säugling der Schnuller als reales Objekt in bekannter Größe neben einer Abbildung des Schnullers in Mini-Größe außerhalb der Reichweite dargeboten (3) und direkt im Anschluss wurden der Schnuller als reales Objekt in bekannter Größe und die Abbildung des Schnullers in Mini-Größe innerhalb der Reichweite präsentiert (4). Das Vorgehen wurde entsprechend für die Trinklernflaschen wiederholt. Gruppe B durchlief dieselbe Prozedur, sah jedoch immer die Abbildungen in bekannten Größen und die realen Objekte in neuen Größen.

Kodierung und Datenanalyse:

Innerhalb der Reichweite konnten auch hier die ersten Blicke und die mittlere Blickdauer Zeitperioden beinhalten, in denen die Säuglinge die Stimuli betrachteten und gleichzeitig manuell mit diesen interagierten. Für die Bestimmung der Interrater-Reliabilität wurden ungefähr 50% ($n = 24$) der Blickdaten erneut kodiert. Die Interrater-Reliabilität überstieg für die Häufigkeiten der ersten Blicke sowie die mittlere Blickdauer .90 (Pearson's r).

Bei den statistischen Analysen der ersten Blicke wurden die Häufigkeiten der ersten Blicke innerhalb der beiden Paare (bekannt-maxi-Paar und bekannt-mini-Paar) betrachtet. Hierzu wurden 2x2x2 ANOVAs mit Messwiederholung auf dem Faktor Größe (bekannt oder maxi/mini) und Reichweite (außerhalb oder innerhalb) sowie dem Zwischensubjektfaktor Gruppe (Gruppe A oder Gruppe B) durchgeführt. Bei der mittleren Blickdauer wurde die mittlere Blickdauer auf die bekannten und neuen (Maxi- und Mini-Größe gemeinsam) Größen miteinander verglichen. Für die statistische Analyse der mittleren Blickdauer wurde ebenfalls eine 2x2x2 ANOVA mit Messwiederholung auf dem Faktor Größe (bekannt oder neu) und Reichweite (außerhalb oder innerhalb) sowie dem Zwischensubjektfaktor Gruppe (Gruppe A oder Gruppe B) berechnet. Signifikante Interaktionen wurden mit *post-hoc* messwiederholten ANOVAs und/oder *post-hoc t*-Tests (zweiseitig; Bonferroni korrigiert) weiter analysiert.

5.3 Ergebnisse

Vorabanalysen der ersten Blicke und der mittleren Blickdauer ergaben keinen signifikanten Effekt der Objektkategorie (Schnuller oder Trinklernflasche) und des Geschlechts (alle $F_s < 2$). Dementsprechend wurden die Daten über beide Objektkategorien und Geschlechter hinweg zusammengefasst.

Häufigkeiten der ersten Blicke:

Für die Häufigkeiten der ersten Blicke wurde für jedes Paar (bekannt-maxi-Paar oder bekannt-mini-Paar) eine messwiederholte ANOVA berechnet. Für das bekannt-maxi-Paar zeigte die ANOVA mit den Innersubjektfaktoren Größe (bekannt oder maxi) und Reichweite (außerhalb oder innerhalb) sowie dem Zwischensubjektfaktor Gruppe (Gruppe A oder Gruppe B) keinen Haupteffekt für Größe, $F(1, 45) = 1.54, p = .221$, jedoch eine signifikante Interaktion zwischen Größe \times Gruppe, $F(1, 45) = 25.52, p \leq .001, \eta_p^2 = .36$. Es zeigten sich keine weiteren signifikanten Haupteffekte oder Interaktionen (alle $F_s < 3$). Die signifikante Interaktion zwischen Größe und Gruppe wurde mit *post-hoc* abhängigen *t*-Tests (zweiseitig; Bonferroni korrigiert, $\alpha = .025$) für jede Gruppe getrennt weiter analysiert (siehe Abbildung 11). Für Gruppe A zeigte sich ein signifikanter Unterschied in den Häufigkeiten der ersten Blicke, $t(25) = 2.41, p = .024$, Cohen's $d = 0.93$. Die Säuglinge richteten in beiden Reichweiten ihren ersten Blick häufiger zuerst auf die realen Objekte in bekannten Größen ($M = 2.46, SD = 1.17$) als auf die Abbildungen in Maxi-Größen ($M = 1.42, SD = 1.06$). Für Gruppe B zeigte sich ebenfalls ein signifikanter Unterschied in den Häufigkeiten der ersten Blicke, $t(20) = -6.00, p \leq .001$, Cohen's $d = -2.23$. Die Säuglinge richteten in Gruppe B in beiden Reichweiten ihren ersten Blick häufiger zuerst auf die realen Objekte in Maxi-Größen ($M = 2.71, SD = 0.78$) als auf die Abbildungen in bekannten Größen ($M = 1.00, SD = 0.71$).

Für das bekannt-mini-Paar ergab die messwiederholte ANOVA mit den Innersubjektfaktoren Größe (bekannt oder mini) und Reichweite (außerhalb oder innerhalb) sowie dem Zwischensubjektfaktor Gruppe (Gruppe A oder Gruppe B) einen marginal signifikanten Haupteffekt für Größe, $F(1, 45) = 3.73, p = .060, \eta_p^2 = .08$, sowie eine signifikante Interaktion zwischen Größe \times Gruppe, $F(1, 45) = 61.91, p \leq .001, \eta_p^2 = .58$. Weitere signifikante Haupteffekte oder Interaktionen wurden nicht gefunden (alle $F_s < 3$). Die signifikante Interaktion zwischen Größe und Gruppe wurde mit *post-hoc* abhängigen *t*-Tests (zweiseitig, Bonferroni korrigiert, $\alpha = .025$)

für jede Gruppe getrennt weiter analysiert. Für Gruppe A ergab sich ein signifikanter Unterschied in den Häufigkeiten der ersten Blicke, $t(25) = 4.04$, $p \leq .001$, Cohen's $d = 1.56$. Die Säuglinge richteten ihren ersten Blick häufiger auf die realen Objekte in bekannten Größen ($M = 2.77$, $SD = 1.11$) als auf die Abbildungen in Mini-Größen ($M = 1.15$, $SD = 0.97$). Für Gruppe B zeigte sich ebenfalls ein signifikanter Unterschied in den Häufigkeiten der ersten Blicke, $t(20) = -7.68$, $p \leq .001$, Cohen's $d = -3.08$. Die Säuglinge richteten ihren ersten Blick häufiger zuerst auf die realen Objekte in Mini-Größen ($M = 3.20$, $SD = 0.98$) als auf die Abbildungen in bekannten Größen ($M = 0.52$, $SD = 0.75$).

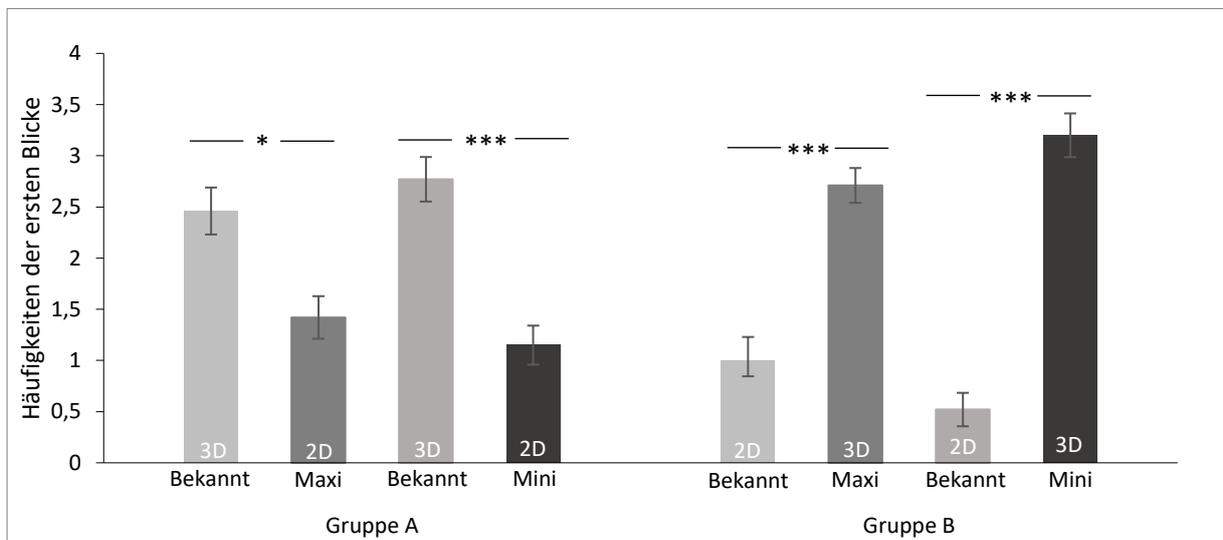


Abbildung 11. Die Häufigkeiten der ersten Blicke für die bekannten und Maxi-Größen im bekannt-maxi-Paar und die bekannten und Mini-Größen im bekannt-mini-Paar über beide Reichweiten für Gruppe A und Gruppe B getrennt dargestellt. In Abhängigkeit der Gruppe wurden die bekannten Größen als reales Objekt und die neuen Größen als Abbildungen dieser (Gruppe A) präsentiert oder umgekehrt (Gruppe B). 3D steht für die Stimuli, die als reale Objekte präsentiert wurden, und 2D für die Stimuli, die als Abbildungen präsentiert wurden. Die Fehlerbalken stellen den Standardfehler des Mittelwerts dar. Anmerkung. * $p \leq .05$, *** $p \leq .001$.

Zusammenfassend wendeten die 12 Monate alten Säuglinge in Gruppe A und Gruppe B ihren ersten Blick häufiger den realen Objekten zu. Es zeigten sich keine Unterschiede in den ersten Blicken in Abhängigkeit des Paares oder der Größe.

Mittlere Blickdauer:

Für die Analyse der mittleren Blickdauer wurde zunächst eine messwiederholte ANOVA mit den Innersubjektfaktoren Größe (bekannt oder neu) und Reichweite (außerhalb oder innerhalb) sowie dem Zwischensubjektfaktor Gruppe (Gruppe A oder Gruppe B) berechnet. Die ANOVA ergab einen signifikanten Haupteffekt für Größe, $F(1, 45) = 8.82$, $p = .005$, $\eta_p^2 = .16$, eine signifikante Zweifachinteraktion zwischen Größe \times Gruppe, $F(1, 45) = 69.99$, $p \leq .001$, η_p^2

= .61, sowie eine signifikante Dreifachinteraktion zwischen Reichweite \times Größe \times Gruppe, $F(1, 45) = 10.76$, $p = .002$, $\eta_p^2 = .19$. Es wurden keine weiteren signifikanten Haupteffekte oder Interaktionen gefunden (alle $F_s < 2$). Um die Dreifachinteraktion zwischen Reichweite, Größe und Gruppe weiter zu analysieren, wurden *post-hoc* ANOVAs (Bonferroni korrigiert, $\alpha = .008$) mit Messwiederholung auf dem Faktor Größe (bekannt oder neu) und dem Zwischensubjektfaktor Gruppe (Gruppe A oder Gruppe B) für beide Reichweiten getrennt berechnet.

Außerhalb der Reichweite ergab sich ein signifikanter Haupteffekt für Größe, $F(1, 45) = 8.55$, $p = .005$, $\eta_p^2 = .16$, sowie eine signifikante Interaktion zwischen Größe und Gruppe, $F(1, 45) = 89.55$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .67$. Es zeigten sich keine weiteren signifikanten Effekte (alle $F_s < 4$). Die Zweifachinteraktion zwischen Größe und Gruppe wurde mit *post-hoc* abhängigen *t*-Tests (zweiseitig; Bonferroni korrigiert, $\alpha = .008$) für jede Gruppe einzeln weiter aufgeschlüsselt (siehe Abbildung 12). Für Gruppe A zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der mittleren Blickdauer zwischen den realen Objekten in bekannten Größen und den Abbildungen in neuen Größen, $t(25) = 4.62$, $p \leq .001$, Cohen's $d = 1.27$. Die Säuglinge in Gruppe A blickten außerhalb der Reichweite länger auf die realen Objekte in bekannten Größen ($M = 5.11$ s, $SD = 2.54$ s) als auf die Abbildungen in neuen Größen ($M = 2.49$ s, $SD = 1.44$ s). Für Gruppe B zeigte sich ebenfalls ein signifikanter Unterschied zwischen den Abbildungen in bekannten Größen und den realen Objekten in neuen Größen, $t(20) = -9.03$, $p \leq .001$, Cohen's $d = -2.42$. Die Säuglinge in Gruppe B betrachteten außerhalb der Reichweite die realen Objekte in den neuen Größen ($M = 7.11$ s, $SD = 2.49$ s) länger als die Abbildungen in bekannten Größen ($M = 2.15$ s, $SD = 1.35$ s).

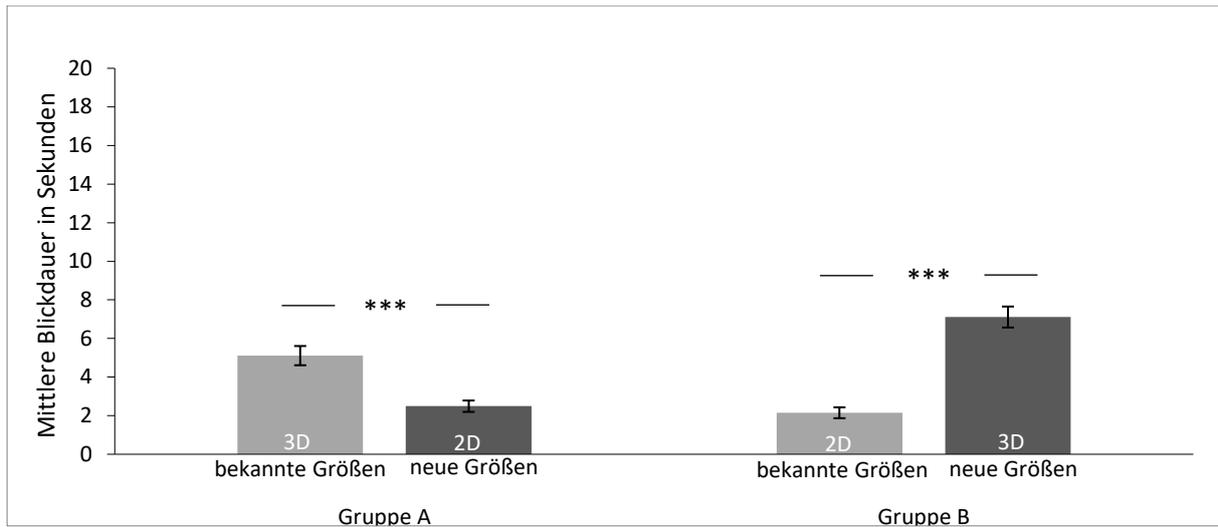


Abbildung 12. Die mittlere Blickdauer (in Sekunden) für die bekannten und neuen Größen, die außerhalb der Reichweite präsentiert wurden, für Gruppe A und Gruppe B getrennt dargestellt. In Abhängigkeit der Gruppe wurden die bekannten Größen als reales Objekt und die neuen Größen als Abbildungen dieser (Gruppe A) präsentiert oder umgekehrt (Gruppe B). 3D steht für die Stimuli, die als reale Objekte und 2D für die Stimuli, die als Abbildungen präsentiert wurden. Die Fehlerbalken stellen den Standardfehler des Mittelwerts dar. Anmerkung. *** $p \leq .001$.

Innerhalb der Reichweite ergab sich für die *post-hoc* ANOVA (Bonferroni korrigiert, $\alpha = .008$) mit Messwiederholung auf dem Faktor Größe (bekannt oder neu) und dem Zwischen-subjektfaktor Gruppe (Gruppe A oder Gruppe B) ein signifikanter Haupteffekt für Größe, $F(1, 45) = 4.58$, $p = .038$, $\eta_p^2 = .09$ sowie eine signifikante Interaktion zwischen Größe und Gruppe, $F(1, 45) = 24.52$, $p \leq .001$, $\eta_p^2 = .35$. Es wurden keine weiteren signifikanten Effekte gefunden (alle $F_s < 1$). Die Zweifachinteraktion wurde mit *post-hoc* abhängigen *t*-Tests (zweiseitig; Bonferroni korrigiert, $\alpha = .008$) für jede Gruppe einzeln weiter analysiert (siehe Abbildung 13). Für Gruppe A zeigte sich kein Unterschied in der mittleren Blickdauer zwischen den realen Objekten in bekannten Größen und den Abbildungen in neuen Größen, $t(25) = 1.80$, $p = .085$. Die Säuglinge in Gruppe A betrachteten innerhalb der Reichweite die realen Objekte in bekannten Größen ($M = 4.71$ s, $SD = 2.85$ s) und die Abbildungen in neuen Größen ($M = 3.42$ s, $SD = 3.07$ s) gleich lange. Für Gruppe B zeigte sich jedoch ein signifikanter Unterschied in der mittleren Blickdauer zwischen den Abbildungen in bekannten Größen und den realen Objekten in neuen Größen, $t(20) = -6.51$, $p \leq .001$, Cohen's $d = -1.35$. Die Säuglinge in Gruppe B sahen innerhalb der Reichweite die realen Objekte in neuen Größen ($M = 5.68$ s, $SD = 2.57$ s) länger an als die Abbildungen in bekannten Größen ($M = 2.44$ s, $SD = 2.16$ s).

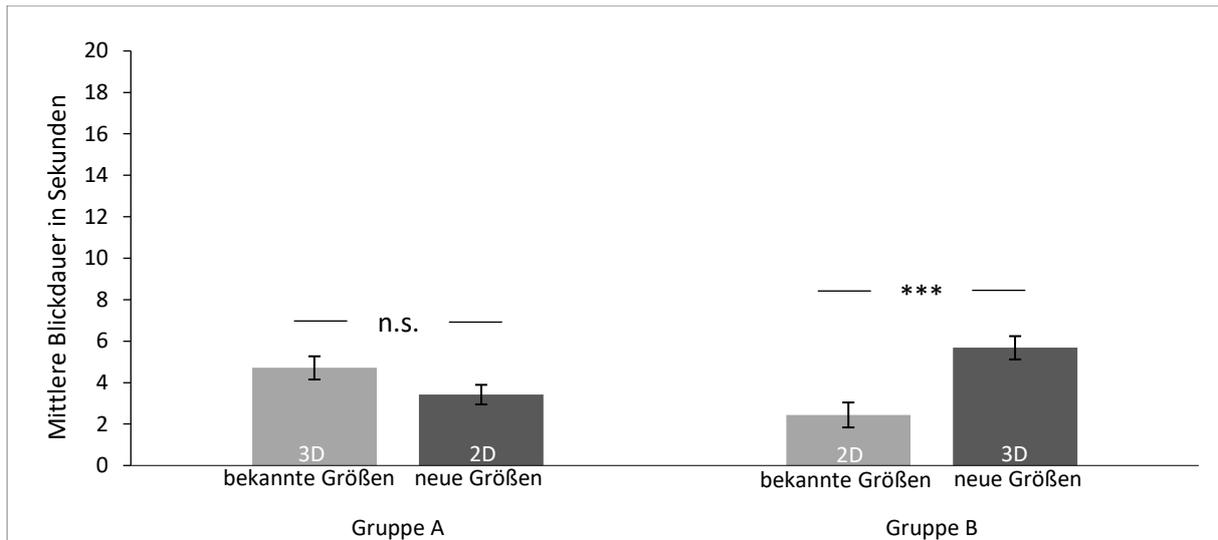


Abbildung 13. Die mittlere Blickdauer (in Sekunden) für die bekannten und neuen Größen, die innerhalb der Reichweite präsentiert wurden, für Gruppe A und Gruppe B getrennt dargestellt. In Abhängigkeit der Gruppe wurden die bekannten Größen als reales Objekt und die neuen Größen als Abbildungen dieser (Gruppe A) präsentiert oder umgekehrt (Gruppe B). 3D steht für die Stimuli, die als reale Objekte präsentiert wurden, und 2D für die Stimuli, die als Abbildungen präsentiert wurden. Die Fehlerbalken stellen den Standardfehler des Mittelwerts dar. Anmerkung. *** $p \leq .001$, n.s. nicht signifikant.

Zusammenfassend zeigt sich, dass außerhalb der Reichweite die Säuglinge in beiden Gruppen die realen Objekte, unabhängig von ihrer Größe, länger betrachteten. Innerhalb der Reichweite zeigt sich in Abhängigkeit der Gruppenzuordnung ein unterschiedliches Blickmuster. Während die Säuglinge in Gruppe A die realen Objekte in bekannten Größen und die Abbildungen in neuen Größen gleich lange betrachteten, sahen die Säuglinge in Gruppe B die realen Objekte in neuen Größen länger an als die Abbildungen in bekannten Größen.

5.4 Diskussion

Das Hauptanliegen der vorliegenden Studie war die Erforschung der Frage, ob und inwiefern die gleichzeitige Präsentation eines realen Objektes als Referenz die Verarbeitung der bekannten Größe verbessert. Daneben sollten bisherigen Befunde zur initialen Blickpräferenz für das jeweils physisch größere Objekt repliziert und erweitert werden. Die 12 Monate alten Säuglinge zeigten in ihren ersten Blicken keine Präferenz für das jeweils physisch größere Objekt, sondern eine starke visuelle Präferenz für die realen Objekte. Diese Präferenz war unabhängig davon, ob die realen Objekte in bekannten oder neuen Größen präsentiert wurden. Ähnlich zeigt sich auch an der mittleren Blickdauer eher eine visuelle Präferenz für die realen

Objekte als eine Neuheitspräferenz für die neuen Größen. Die 12 Monate alten Säuglinge zeigten in ihrer mittleren Blickdauer keine erfolgreiche Unterscheidung zwischen bekannten und neuen Größen und dementsprechend kein Wissen über die bekannte Größe von Objekten. Außerhalb der Reichweite betrachteten die Säuglinge in beiden Gruppen die realen Objekte länger als die Abbildung dieser. Innerhalb der Reichweite hingegen fand sich eine solche visuelle Präferenz nur bei den Säuglingen in Gruppe B, welche die realen Objekte in neuen Größen länger ansahen, als die Abbildungen in bekannten Größen. In Gruppe A hingegen unterschied sich die mittlere Blickdauer für die realen Objekte in bekannten Größen und die Abbildungen in neuen Größen nicht.

In vorliegender Studie trat keine initiale visuelle Präferenz in Form der ersten Blicke für das physisch größere Objekt auf. Vielmehr wendeten die Säuglinge ihren ersten Blick immer auf das reale Objekt, unabhängig von der Größe und auch der Reichweite des jeweiligen Objektes. Die Befunde können im Sinne einer Blickpräferenz für die realen Objekte interpretiert werden. Das reale Objekt könnte salienter sein als die entsprechende Abbildung, beispielsweise, weil es informations- und detailreicher ist, konsistente monokulare und binokulare visuelle Hinweisreize liefert und die Möglichkeit zur Interaktion bietet (Snow et al., 2011). Daneben wird der erste Blick im Säuglingsalter mit einer initialen Orientierungsreaktion assoziiert, bei der diejenigen Informationen zuerst verarbeitet werden, die eine minimale Informationsverarbeitung erfordern, aber gleichzeitig auch eine schnelle visuelle Orientierung erlauben (Cohen, 1972; Ruff & Rothbart, 2001). Möglich wäre, dass bei der gleichzeitigen Präsentation eines realen Objektes und einer Abbildung desselben, die Unterscheidung, ob es sich um ein reales Objekt oder eine Abbildung handelt, schneller verarbeitet werden kann als die Größe. Dies könnte auch zu einer starken initialen Blickpräferenz für die realen Objekte in vorliegender Studie beigetragen haben.

Betrachtet man die mittlere Blickdauer, so scheint die visuelle Aufmerksamkeit der 12 Monate alten Säuglinge weniger von der Bekanntheit der dargestellten Größen beeinflusst zu sein als vom Stimulusformat. Die Säuglinge zeigten in beiden Gruppen keine konsistente visuelle Diskrimination der präsentierten Größen, die einen Rückschluss auf das Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte zulässt. Auch hier zeichnet sich, ähnlich wie bei den ersten Blicken, eine starke visuelle Präferenz für die realen Objekte ab. Innerhalb der Reichweite

findet sich jedoch eine solche visuelle Präferenz nur für die realen Objekte in den neuen Größen. Sowohl außerhalb als auch innerhalb der Reichweite scheint demnach die Bekanntheit der Größe erst einmal eine untergeordnete Rolle zu spielen, wenn reale Objekte und Abbildungen dieser gleichzeitig präsentiert werden. Interessanterweise fällt beim Betrachten der deskriptiven Daten auf, dass die Säuglinge in Gruppe B die realen Objekte in den neuen Größen länger zu betrachten scheinen als die Säuglinge in Gruppe A die realen Objekte in bekannten Größen. Passend dazu ist ein Unterschied in der mittleren Blickdauer in beiden Reichweiten nur beobachtbar, wenn ein reales Objekt in neuer Größe mit einer Abbildung in bekannter Größe gepaart wird. Hier lässt sich spekulieren, dass die 12 Monate alten Säuglingen doch eine gewisse Wiedererkennungslleistung zeigen und sich stärker für die realen Objekte interessieren, weil diese Größen ihnen unbekannt sind. Dies lässt jedoch lediglich Rückschlüsse auf die Aktivierung des Wissens über die bekannte Größe alltäglicher Objekte bei realen Objekten zu, da die 12 Monate alte Säuglinge nur dann eine visuelle Präferenz für die neuen Größen zeigen, wenn ihnen reale Objekte präsentiert werden. Sie könnten hier allein anhand der Größe der realen Objekte feststellen, dass diese nicht der bekannten Größe entspricht, die sie aus ihrem Alltag kennen.

Die Säuglinge in Gruppe A zeigten auch einen bedeutsamen Unterschied in ihrer mittleren Blickdauer entsprechend einer visuellen Präferenz für reale Objekte, jedoch nur, wenn sie die Objekte zum ersten Mal, nämlich außerhalb der Reichweite, sahen. Bei der zweiten Präsentation, in der sich die Objekte innerhalb der Reichweite befanden, verschwand dieser Unterschied. Deskriptiv gesehen betrachteten die Säuglinge die realen Objekte länger als die Abbildungen, aber im Vergleich zur vorangegangenen Bedingung, nimmt die Blickdauer für die realen Objekte ab und die Blickdauer für die Abbildungen zu. Dies lässt sich auch in geringerem Maße in Gruppe B beobachten. Bemerkenswert ist dennoch, dass die visuelle Präferenz für die realen Objekte in Gruppe A innerhalb der Reichweite verschwindet, obwohl realen Objekten in Interaktionsnähe eine besondere Rolle zugesprochen wird. In der Reichweite ist es möglich, mit den realen Objekten direkt zu interagieren anstatt sie nur zu betrachten (Beaucage et al., 2020; Bushong et al., 2010; Gomez et al., 2018), sodass man ein größeres Interesse an realen Objekten erwarten könnte. Folglich könnte sich die Abnahme der visuellen Aufmerksamkeit auf die realen Objekte und die Zunahme dieser auf die abgebildeten Objekte vorsichtig als ein Vergleichen der Größen zwischen den Stimulusformaten interpretieren lassen.

Obwohl Säuglinge bereits im ersten Lebensjahr ein reales Objekt auf einer Abbildung wiedererkennen können und umgekehrt (Jowkar-Baniani & Schmuckler, 2011; Rose et al., 1983; Shinsky & Jachens, 2014), lassen sich diese Befunde nicht auf die Verarbeitung der bekannten Größe auf Abbildungen ausweiten. Mit 12 Monaten sind Säuglinge noch nicht in der Lage, die Größe eines abgebildeten Objektes adäquat zu verarbeiten und die bekannte Größe wiederzuerkennen. Die Säuglinge erkennen noch nicht, dass die auf der Abbildung dargestellte Größe der tatsächlichen bekannten Größe des realen Objektes entspricht, auch dann nicht, wenn sie ein reales Objekt in bekannter Größe im Vergleich sehen. Demzufolge könnten die 12 Monate alten Säuglinge noch zu jung für eine erfolgreiche Unterscheidung zwischen bekannten und neuen Größen bei Abbildungen zu sein. Es besteht auch die Möglichkeit, dass die 12 Monate alten Säuglinge nicht erfolgreich zwischen bekannten und neuen Größen diskriminierten, da ihre visuelle Aufmerksamkeit erst einmal an die realen Objekte gebunden wurde. Bei einer längeren Darbietungsdauer könnten die Säuglinge ihren visuellen Fokus auch auf die Größe der Objekte richten. Zukünftige Studien könnten das Versuchsdesign so anpassen, dass den Säuglingen mehr Zeit für die visuelle Verarbeitung zur Verfügung steht.

Insgesamt deutet sich an, dass 12 Monate alte Säuglinge auf Abbildungen noch nicht zwischen bekannten und neuen Größen unterscheiden können. Sie zeigen diese Diskrimination auch dann nicht, wenn ein reales Objekt als Referenz präsentiert wird und die Möglichkeit bietet, die Größe des realen Objektes direkt mit der Größe des abgebildeten Objektes zu vergleichen. Die Anwesenheit eines realen Objektes scheint demnach die Wiedererkennung der bekannten Größe auf Abbildungen nicht zu begünstigen. Gegen Ende des ersten Lebensjahres generalisiert sich demnach das Wissen über die bekannte Größe von Objekten noch nicht auf Abbildungen dieser.

6. Studie 4: Wissen über die bekannte Größe von fotorealistischen Abbildungen bei 15-monatigen Säuglingen

6.1 Einleitung

Studie 1 bis 3 verdeutlichen, dass 7 und 12 Monate alte Säuglinge die bekannte Größe alltäglicher Objekte nur bei realen Objekten, nicht aber bei Abbildungen derselben erfolgreich verarbeiten und abrufen können. Folglich scheint sich im ersten Lebensjahr das Wissen über die bekannte Größe noch nicht auf Abbildungen zu generalisieren. Grundsätzlich und auch im Sinne eines generellen Verarbeitungsvorteils für reale Objekte scheinen Säuglinge ihr Wissen bei realen Objekten leichter aktivieren zu können als bei Abbildungen dieser. So können Säuglinge zwar ab 9 Monaten zwischen normalen und untypischen Körpern visuell differenzieren, dieselbe Unterscheidung auf Abbildungen weisen sie jedoch erst 6 Monate später, nämlich mit 15 Monaten, auf (Heron & Slaughter, 2010). Das Alter von 15 Monaten stellt hierbei einen ersten Anhaltspunkt dafür dar, ab wann Säuglinge möglicherweise auch die bekannte Größe eines Objektes auf einer Abbildung wiedererkennen könnten. Darüber hinaus sind 15 Monate alte Säuglinge bereits deutlich fortgeschrittener darin, Gelerntes von einem Format in ein anderes zu übertragen. So können sie beispielsweise Handlungen über verschiedene Formate imitieren (Zack et al., 2009; Zack et al., 2013), Objekteigenschaften anhand von Bilderbüchern erlernen und diese Eigenschaften auf die entsprechenden realen Objekte übertragen (Ganea et al., 2009; Keates et al., 2014).

An den Forschungsstand anknüpfend wurde die Aktivierung des Wissens über die bekannte Größe bei Abbildungen in vorliegender Studie bei 15 Monate alten Säuglingen untersucht. Den Säuglingen wurden wie in Studie 2 Abbildungen von Schnullern und Trinklernflaschen in bekannten und neuen Größen präsentiert. Betrachtet wurden auch hier die ersten Blicke sowie die mittlere Blickdauer. In Bezug auf die ersten Blicke wurde erwartet, dass die Säuglinge entweder ihren ersten Blick auf die physisch größeren Abbildungen wenden oder wie in den vorherigen Studien keine konsistente initiale Blickpräferenz für das physisch größere Objekt auf Abbildungen aufweisen. Für die mittlere Blickdauer kamen zwei Möglichkeiten in Betracht. Zum einen könnten die 15 Monate alten Säuglinge eine längere Blickdauer für die Abbildungen in neuen Größen zeigen und somit bereits ihr Wissen über die bekannte Größe von Objekten auch bei Abbildungen erfolgreich aktivieren. Zum anderen könnte die

bekannte Größe, wie in den vorherigen Studien, auf Abbildungen einen geringen oder keinen Einfluss auf die Blickdauer der Säuglinge haben.

6.2 Methoden

Stichprobe:

Die endgültige Stichprobe setzte sich aus 27 gesunden 15 Monate alten Säuglingen zusammen, die im Schnitt 15 Monate und 15 Tage alt waren ($SD = 9$ Tage; 16 Mädchen). Fünf Säuglinge wurden aus der endgültigen Stichprobe wegen der folgenden Gründe ausgeschlossen: Quengeln oder Weinen ($n = 4$) oder technischer Fehler bei der Videoaufzeichnung ($n = 1$). Zum Zeitpunkt des Experimentes benutzten die Säuglinge einen Schnuller durchschnittlich für eine Dauer von 12.4 Monaten ($SD = 4.3$ Monate) und eine Trinklernflasche für 7.1 Monate ($SD = 2.4$ Monate).

Stimuli:

In Studie 4 wurden wie in Studie 2 Schnuller und Trinklernflasche als fotorealistische Abbildungen in den drei zuvor beschriebenen Größen (Mini-Größe, bekannte Größe, Maxi-Größe) verwendet (siehe auch Abbildung 2 und 3 in Kapitel 2).

Aufbau und Ablauf:

Eine detaillierte Beschreibung des Versuchsaufbaus und -ablaufs findet sich in Kapitel 2. Jede Erhebung in Studie 4 setzte sich aus zwei Übungs- und acht Testdurchgängen zusammen. Die Stimuli wurden in dieser Studie wie in Studie 3 paarweise zuerst außerhalb der Reichweite und dann direkt im Anschluss innerhalb der Reichweite der Säuglinge präsentiert. Die Präsentationsdauer betrug jedoch im Gegensatz zu Studie 3 außerhalb der Reichweite (wie in Studie 1) 10 Sekunden und innerhalb der Reichweite (wie in Studie 2) 20 Sekunden. Dies ist darin begründet, dass Studie 4 parallel zu den ersten beiden Studien gestaltet werden sollte, sodass die Ergebnisse der unterschiedlichen Studien miteinander vergleichbar sind. Anders als in Studie 3 wurden in vorliegender Studie wie in den beiden ersten Studien die Stimuli in nur einem Format, nämlich als Abbildungen, präsentiert. Die Abbildungen wurden zu Beginn jeden Durchgangs auf den markierten Positionen platziert. Außerhalb der Reichweite betrug die Entfernung mindestens 45 cm und innerhalb der Reichweite höchstens 15 cm gemessen von der

Tischkante auf der Seite des Säuglings (siehe Abbildung 14). Falls die Abbildungen für die Säuglinge in den Übungsdurchgängen außerhalb der Reichweite erreichbar waren, wurden sie in den Testdurchgängen weiter entfernt platziert. Andersherum wurden sie innerhalb der Reichweite näher platziert, falls sie in den Übungsdurchgängen nicht erreichbar waren.



Abbildung 14. Beispiel des experimentellen Aufbaus mit den Abbildungen der Trinklernflasche in Maxi-Größe (links) und in bekannter Größe (rechts) innerhalb der Reichweite des 15-monatigen Säuglings.

Kodierung und Datenanalyse:

Innerhalb der Reichweite konnten auch in vorliegender Studie die ersten Blicke und die mittlere Blickdauer Zeitperioden beinhalten, in denen die Säuglinge die Stimuli betrachteten und gleichzeitig manuell mit diesen interagierten. Für die Bestimmung der Interrater-Reliabilität wurden ungefähr 50% ($n = 14$) der Blickdaten erneut kodiert. Die Interrater-Reliabilität überstieg für die Häufigkeiten der ersten Blicke sowie die mittlere Blickdauer .90 (Pearson's r).

Bei den statistischen Analysen der ersten Blicke wurden die Häufigkeiten der ersten Blicke innerhalb der beiden Paare (bekannt-maxi-Paar und bekannt-mini-Paar) über beide Reichweiten hinweg analysiert. Hierzu wurden 2x2 ANOVAs mit Messwiederholung auf dem Faktor Größe (bekannt oder maxi/mini) und Reichweite (außerhalb oder innerhalb) für jedes Paar einzeln durchgeführt. Bei der mittleren Blickdauer wurde die mittlere Blickdauer auf die bekannten und neuen (Maxi- und Mini-Größe gemeinsam) Größen miteinander verglichen. Für

die statistische Analyse der mittleren Blickdauer wurden für jede Reichweite (außerhalb oder innerhalb) abhängige *t*-Tests (zweiseitig) berechnet, um die mittlere Blickdauer für die bekannten und neuen Größen (Maxi- und Mini-Größe zusammen) miteinander zu vergleichen.

6.3 Ergebnisse

Vorabanalysen der ersten Blicke und der mittleren Blickdauer ergaben keinen signifikanten Effekt der Objektkategorie (Schnuller oder Trinklernflasche) und des Geschlechts (alle $F_s < 2$). Dementsprechend wurden die Daten über beide Objektkategorien und Geschlechter hinweg zusammengefasst.

Häufigkeiten der ersten Blicke:

Für die Häufigkeiten der ersten Blicke wurde für jedes Paar (bekannt-maxi-Paar oder bekannt-mini-Paar) eine messwiederholte ANOVA berechnet. Für das bekannt-maxi-Paar zeigte die messwiederholte ANOVA mit den Innersubjektfaktoren Größe (bekannt oder maxi) und Reichweite (außerhalb oder innerhalb) keine signifikanten Haupteffekte oder Interaktionen (alle $F_s < 3$). Für das bekannt-mini-Paar zeigte dieselbe ANOVA mit Messwiederholung auf dem Faktor Größe (bekannt oder mini) und Reichweite (außerhalb oder innerhalb) ebenfalls keine signifikanten Haupteffekte oder Interaktionen (alle $F < 3$). Die genaue *F*-Statistik lässt sich Tabelle 2 entnehmen.

Tabelle 2. Ergebnisse der messwiederholten ANOVAs für die Häufigkeiten der ersten Blicke für das bekannt-maxi- und bekannt-mini-Paar für beide Reichweiten

Häufigkeiten der ersten Blicke	Bekannt-maxi-Paar			Bekannt-mini-Paar		
	$F(1, 26)$	p	η_p^2	$F(1, 26)$	p	η_p^2
Reichweite	0.19	.663	.01	0.00	1.00	.00
Größe	2.30	.141	.08	2.04	.166	.07
Reichweite × Größe	2.25	.146	.08	0.21	.648	.01

Die 15 Monate alten Säuglinge richteten im bekannt-maxi-Paar sowohl außerhalb als auch innerhalb der Reichweite ihren ersten Blick gleich häufig auf die Abbildungen in bekannten ($M = 1.69$, $SD = 0.84$) und in Maxi-Größen ($M = 2.19$, $SD = 0.88$). Im bekannt-mini-Paar zeigten die Säuglinge ebenfalls über beide Reichweiten hinweg keine Präferenz im ersten Blick für die Abbildungen in bekannten ($M = 1.74$, $SD = 0.94$) oder in Mini-Größen ($M = 2.26$, $SD = 0.94$). Insgesamt zeigten die 15 Monate alten Säuglinge keine Präferenz für die physisch größeren Abbildungen in ihren ersten Blicken.

Mittlere Blickdauer:

Für die Analyse der mittleren Blickdauer wurden zwei abhängige t -Tests (zweiseitig) für jede Reichweite (außerhalb oder innerhalb) getrennt durchgeführt. Außerhalb der Reichweite zeigte sich kein signifikanter Unterschied in der mittleren Blickdauer zwischen den Abbildungen in bekannten und neuen Größen, $t(26) = 0.93$, $p = .361$. Ähnlich wurde auch innerhalb der Reichweite kein Unterschied in der mittleren Blickdauer zwischen den Abbildungen in bekannten und neuen Größen gefunden, $t(26) = -0.60$, $p = .554$. Die Mittelwerte und Standardabweichungen finden sich in Tabelle 3. Die 15 Monate alten Säuglinge sahen in beiden Reichweiten die Abbildungen in bekannten und neuen Größen ungefähr gleich lange an.

Tabelle 3. Mittelwerte und Standardabweichungen der mittleren Blickdauer in Sekunden für die bekannten und neuen Größen außerhalb und innerhalb der Reichweite

Mittlere Blickdauer in Sekunden	Bekannte Größen		Neue Größen	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Außerhalb der Reichweite	2.61	1.37	2.34	0.99
Innerhalb der Reichweite	5.49	2.88	5.96	2.99

Zusätzlich wurden für jede Reichweite zwei abhängige t -Tests (zweiseitig) für das bekannt-maxi- und bekannt-mini-Paar getrennt berechnet. Außerhalb der Reichweite zeigte sich weder für das bekannt-maxi-, $t(26) = 0.72$, $p = .480$, noch das bekannt-mini-Paar, $t(26) = 0.86$, $p = .399$, ein signifikanter Unterschied zwischen den bekannten oder Maxi-/Mini-Größen. Innerhalb der Reichweite ergab sich ebenfalls weder für das bekannt-maxi-, $t(26) = 0.76$, $p = .455$, noch das bekannt-mini-Paar, $t(26) = -1.57$, $p = .129$, ein signifikanter Unterschied zwischen den bekannten oder Maxi-/Mini-Größen. Die Mittelwerte und Standardabweichungen

lassen sich Tabelle 4 entnehmen. Die Säuglinge betrachten auch innerhalb der beiden Paare die Abbildungen in bekannten und neuen Größen gleiche lange.

Tabelle 4. Mittelwerte und Standardabweichungen der mittleren Blickdauer in Sekunden für das bekannt-maxi- und bekannt-mini-Paar für beide Reichweiten

Mittlere Blickdauer in Sekunden	Bekannt-maxi-Paar				Bekannt-mini-Paar			
	Bekannte Größen		Maxi- Größen		Bekannte Größen		Mini- Größen	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Außerhalb der Reichweite	2.58	1.77	2.29	1.23	2.64	1.18	2.39	1.15
Innerhalb der Reichweite	5.71	3.63	4.95	3.43	5.26	3.20	6.97	3.89

Für die mittlere Blickdauer zeigte sich sowohl in der gemeinsamen Analyse über beide Paare hinweg als auch in den Einzelanalysen kein Unterschied zwischen bekannten und neuen Größen.

6.4 Diskussion

Das Hauptziel der vorliegenden Studie war die Erforschung der Frage, ob 15 Monate alte Säuglinge ihr Wissen über die bekannte Größe auch bei Abbildungen aktivieren können. Daneben sollte auch untersucht werden, ob 15 Monate alte Säuglinge bei Abbildungen eine initiale Blickpräferenz für das physisch größere Objekt zeigen. Die 15 Monate alten Säuglinge zeigten in ihrem ersten Blick keine Präferenz für das physisch größere Objekt. Sowohl außerhalb als auch innerhalb ihrer Reichweite wendeten sie ihren ersten Blick gleichermaßen auf die unterschiedlich großen, abgebildeten Objekte. In Hinblick auf die mittlere Blickdauer ließ sich bei den 15 Monate alten Säuglingen ebenfalls kein Unterschied bezüglich der bekannten und neuen Größen finden. Das Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte scheint sich demnach auch mit 15 Monaten noch nicht auf Abbildungen von realen Objekten zu generalisieren.

Die 15 Monate alten Säuglinge wiesen keine initiale Blickpräferenz in Form der ersten Blicke für die physisch größeren Abbildungen auf. Zum einen zeichnet sich zusammen mit den Befunden aus Studie 2 ab, dass die Größe eines abgebildeten Objektes nicht konsistent zu

einer initialen Orientierungsreaktion zum physisch größten Objekt führt, wie es bei den realen Objekten der Fall war. Es könnte sein, dass realen Objekten eine andere Relevanz in Bezug auf eine erste visuelle Orientierungsreaktion zukommt, da reale Objekte beispielsweise eine Orientierung im Raum selbst und im Gegensatz zu Abbildungen ein Interaktionspotential bieten. Zum anderen scheint die initiale Blickpräferenz zum physisch größeren Objekt vor allem im ersten Lebensjahr aufzutreten. Ähnlich zu den vorliegenden Befunden zeigten die 12 bis 15 Monate alten Säuglinge in der Studie von Newman et al. (2001) ebenfalls keine initiale Blickpräferenz für das physisch größere, reale Objekt. Mit zunehmendem Alter scheinen andere Eigenschaften als die absolute physische Größe eines Objektes stärker in den Fokus der Säuglinge zu rücken, auch was ihre initiale Orientierungsreaktion betrifft.

Obwohl 15 Monate alte Säuglinge im Vergleich zu 12 Monate alten bereits ausgereifere Fähigkeiten in Bezug auf die Verarbeitung und den Transfer zwischen realen Objekten und Abbildungen dieser aufweisen (Ganea et al., 2009; Heron & Slaughter, 2010; Keates et al., 2014; Zack et al., 2009; Zack et al., 2013), sind sie noch nicht in der Lage, bekannte Größen visuell von neuen Größen auf Abbildungen zu unterscheiden. Die mangelnde Diskriminationsfähigkeit kann hierbei nicht auf ein fehlendes Interesse der Säuglinge zurückgeführt werden. Die Säuglinge betrachteten die Abbildungen auch bei der zweiten Präsentation genauso lange oder möglicherweise auch länger als außerhalb der Reichweite. Vergleicht man die deskriptiven Daten zur gesamten Blickdauer pro Testdurchgang innerhalb der Reichweite der 15 Monate alten Säuglinge mit denen der 7 und 12 Monate alten Säuglingen aus Studie 2, so fällt auf, dass die Gesamtbetrachtungszeit für die 15 Monate alten länger (ungefähr 11 Sekunden) ist als bei den 7 (ungefähr 7 Sekunden) und 12 Monate (ungefähr 9 Sekunden) alten Säuglingen. Die längere Blickdauer veranschaulicht, dass die Säuglinge die abgebildeten Objekte mit zunehmendem Alter tiefergehender verarbeiten können (Reynolds, 2015). Hier gilt es allerdings zu beachten, dass den Säuglingen außerhalb der Reichweite insgesamt eine kürzere Zeit (10 Sekunden pro Durchgang) zur Verfügung stand als innerhalb der Reichweite (20 Sekunden pro Durchgang). Somit lässt sich die mittlere Blickdauer diesbezüglich nicht uneingeschränkt vergleichen, da eine längere Dauer des Durchgangs auch zu einer längeren Betrachtungszeit führen kann.

Die Erklärungsmöglichkeiten für die fehlende Aktivierung des Wissens über die bekannte Größe bei abgebildeten Objekten, die in Studie 2 bereits ausführlich erörtert wurden,

lassen sich auch auf vorliegende Studie anwenden. Ein Erklärungsansatz ist zum einen, dass sich die Größe des abgebildeten Objektes selbst bei Möglichkeit zur manuellen Interaktion nicht direkt aus der Abbildung selbst ableiten lässt. Jedoch erhielten die Säuglinge beispielsweise über das räumliche Sehen oder die Propriozeption ähnliche visuelle und motorische Hinweisreize für die realen Objekte und Abbildung bezüglich ihrer Größe und Entfernung. Zum anderen könnte es sein, dass die Säuglinge auch mit 15 Monaten noch zu jung sind, um zu verstehen, dass die dargestellte Größe auf den Abbildungen mit der bekannten Größe des jeweiligen Objektes in der realen Welt übereinstimmt. Die Untersuchung älterer Altersgruppen sowie eine Verknüpfung verschiedener Methoden wie sie auch in den Studien der vorliegenden Arbeit verwendet wurden, könnte hierbei zu einem tieferen Verständnis über die Aktivierung des Wissens über die bekannte Größe über verschiedene Formate hinweg beitragen.

Gemeinsam mit den Ergebnissen aus Studie 2 kommen auch methodische Begründungen in Betracht. So könnte es sein, dass die Säuglinge die bekannte Größe auf einem abgebildeten Objekt nicht wiedererkennen konnten, weil die abgebildeten Objekte ohne referentiellen Kontext präsentiert wurden. Eine Hand, die beispielsweise nach den Objekten greift, könnte hierbei helfen, die Größe des abgebildeten Objektes besser einzuschätzen. Allerdings bestand für die Säuglinge in beiden Studien die Möglichkeit, die Abbildungen manuell zu explorieren, sodass sie durchaus die Größe auch in Relation zu ihren eigenen Händen verarbeiten konnten. Auch wenn sich die manuelle Interaktion zwischen realen Objekten und Abbildungen dieser unterscheiden kann (Shuwairi, 2019; Yonas et al., 2005; Ziemer et al., 2012; Ziemer & Snyder, 2016), sind manche visuellen Eindrücke durchaus ähnlich und vergleichbar. Wenn die Säuglinge beispielsweise mit dem realen Schnuller in Mini-Größe oder dessen Abbildung manuell interagieren, so wird in beiden Fällen das gesamte Objekt von den Händen bedeckt. Wenn sie mit dem realen Schnuller oder dessen Abbildung in Maxi-Größe interagieren, können die Säuglinge es hingegen nicht mehr ganz mit ihrer Hand bedecken. Nichtsdestotrotz könnte eine Einbettung des abgebildeten Objektes in einen referentiellen Kontext den Säuglingen helfen, ihr Wissen über die bekannte Größe zu aktivieren und somit die bekannte Größe besser wieder zu erkennen. Daneben könnte ein weiterer methodischer Grund in den Abbildungen selbst liegen. Als Abbildungen wurden Fotos der realen Objekte verwendet, nicht aber die eigentlichen, im Alltag existierenden Trinklernflaschen und Schnuller. Die realen Ob-

jekte stellen somit Replika der eigentlichen realen Objekte dar. Die Abbildungen dieser erfordern somit eine gewisse Transferleistung der Säuglinge. Die Präsentation eines Fotos eines „echten“ Schnullers oder einer „echten“ Trinklernflasche könnte die Aktivierung des Wissens über die bekannte Größe auf Abbildungen begünstigen.

Zudem wurden die abgebildeten Objekte auf einem Hintergrund präsentiert, der größer war als die eigentliche Größe des abgebildeten Objektes. Wenn die Säuglinge nach den Abbildungen griffen, griffen sie demnach nach etwas Größerem und konnten so die Größe des abgebildeten Objektes nicht direkt aus ihrem Griff selbst ableiten, was bei den realen Objekten möglich ist. Die Präsentation der abgebildeten Objekte ohne Hintergrund könnte demnach die visuelle Diskrimination von bekannten und neuen Größen positiv beeinflussen, da dann beim Greifen dieselbe Größe, zu mindestens von der Höhe und Breite, zu berücksichtigen wäre. Hierbei sollte allerdings beachtet werden, dass ein Hintergrund oftmals wesentlicher Bestandteil einer bildhaften Darstellung ist und ein ausgeschnittenes Bild ohne Hintergrund den Eindruck eines flachen, realen Objektes erwecken könnte. Für die Erforschung der Unterschiede in der Verarbeitung von realen Objekten und Abbildungen, ist es jedoch auch wichtig, Abbildungen so bildhaft wie möglich darzustellen.

Zusammengefasst verdeutlichen die Ergebnisse der vorliegenden Studie, dass die absolute Größe eines abgebildeten Objektes keinen Einfluss auf die initiale Blickpräferenz von 15 Monate alten Säuglingen hat. Weiterhin können die Säuglinge mit 15 Monaten ihr Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte noch nicht auf Abbildungen aktivieren. Zu Beginn des zweiten Lebensjahres scheint sich das Wissen der Säuglinge über die bekannte Größe alltäglicher Objekte noch nicht auf Abbildungen derselben Objekte zu generalisieren.

7. Allgemeine Diskussion

Das Ziel der durchgeführten Studien war es, einen tieferen Einblick in das kindliche Erlernen von Objekteigenschaften und die Verknüpfung dieser mit spezifischen Objekten zu erhalten. Der Schwerpunkt der Arbeit lag auf der visuellen Verarbeitung und dem Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte im Säuglingsalter. Es sollte erforscht werden, ab wann und unter welchen Bedingungen Säuglinge zwischen 7 und 15 Monaten stabile mentale Repräsentationen von Objekten demonstrieren. Im Speziellen sollte der Einfluss des Stimulusformats und der Art der Exploration auf die visuelle Verarbeitung und den Abruf des Wissens über die bekannte Größe untersucht werden.

7.1 Zusammenfassung der Studienergebnisse

Die Ergebnisse der vorliegenden Studien ergänzen den bisherigen Forschungsstand um wichtige neue Erkenntnisse bezüglich der Verarbeitung der bekannten Größe alltäglicher Objekte im Säuglingsalter. Studie 1 zeigt erstmals, dass Säuglinge mit 12 Monaten eine stabile mentale Repräsentation der bekannten Größe von alltäglichen Objekten besitzen. Mit 7 Monaten hingegen demonstrieren Säuglinge kein solches Wissen bei alleiniger visueller Exploration. Studie 2 untersuchte darauf aufbauend den Einfluss der Möglichkeit zur manuellen Exploration. Die Befunde aus Studie 2 verdeutlichen, dass die Möglichkeit zur manuellen Exploration bei jüngeren Säuglingen die Aktivierung des Wissens über die bekannte Größe fördert. Zudem betrachtete Studie 2, inwieweit das Stimulusformat, die Präsentation realer Objekte oder Abbildungen dieser, den Abruf des Wissens über die bekannte Größe beeinflusst. Wo hingegen Säuglinge im ersten Lebensjahr die bekannte Größe eines Objektes bei realen Objekten erfolgreich verarbeiten können, zeigen sie dies nicht bei Abbildungen derselben Objekte. Studie 3 prüfte, inwieweit die gleichzeitige Darbietung eines realen Objektes neben einer Abbildung desselben Objektes die Aktivierung des Wissens über die bekannte Größe positiv beeinflusst. Sie illustriert, dass die Anwesenheit eines realen Objektes als Referenz bei 12 Monate alten Säuglingen nicht zu einer (besseren) Aktivierung ihres Wissens über die bekannte Größe abgebildeter Objekte führt. Zuletzt untersuchte Studie 4, ob Säuglinge im zweiten Lebensjahr ihr Wissen über die bekannte Größe auch auf Abbildungen aktivieren können.

Sie verdeutlicht, dass Säuglinge auch mit 15 Monaten noch nicht in der Lage sind, ihr Wissen über die bekannte Größe von Objekten auf Abbildungen derselben zu übertragen.

Alles in einem kristallisiert sich durch die vorliegenden Befunde anschaulich heraus, dass Säuglinge ab einem Alter von 7 Monaten Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte besitzen. Dieses Wissen festigt sich bis zum Ende des ersten Lebensjahres und kann dann auch unabhängig von der Art der Exploration abgerufen werden. Allerdings ist der Abruf des Wissens bis zum Alter von 15 Monaten abhängig vom Stimulusformat, sodass sich das Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte noch nicht auf Abbildungen derselben Objekte generalisiert. Insgesamt demonstrieren die vier durchgeführten Studien erstmals, wie sich die Art der Exploration und das Stimulusformat gegenseitig bei der Verarbeitung der Größe eines Objektes und der Wissensaktivierung beeinflussen. Reale Objekte, insbesondere in greifbarer Nähe, führen zu einem besseren Abruf des Wissens über die bekannte Größe als Abbildungen dieser.

7.2 Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte im Säuglingsalter

Das Hauptanliegen der vorliegenden Arbeit war die Untersuchung der Frage, ab wann und unter welchen Bedingungen Säuglinge Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte zeigen. Die Erkenntnisse aus Studie 1 und 2 liefern erstmals Nachweise, dass Säuglinge ab dem 7. Lebensmonat Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte besitzen. Somit sind Säuglinge bereits im ersten Lebensjahr nicht nur in der Lage, die Größe eines Objektes als konstant wahrzunehmen (Day & McKenzie, 1981; Granrud, 2006; McKenzie et al., 1980; Slater et al., 1990) und zwischen physisch größeren und kleineren Objekten zu unterscheiden (Cohen, 1972; Guan & Corbetta, 2012; Libertus et al., 2013; Newman et al., 2001), sondern sie verstehen auch, dass Objekte mit einer bestimmten bekannten Größe einhergehen. Diese neuen Erkenntnisse illustrieren, dass Säuglinge Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte, ähnlich wie Wissen über die bekannte Größe menschlicher Gesichter und Körper, schon im ersten Lebensjahr erwerben (Tsuruhara et al., 2014; Yonas et al., 1982).

Zwei Aspekte sind hierbei besonders hervorzuheben. Das untersuchte Wissen der Säuglinge basierte allein auf ihren alltäglichen Erfahrungen, da Objekte verwendet wurden, mit denen die Säuglinge aus ihrem täglichen Leben vertraut waren. Zum anderen beeinflusste das

Wissen über die bekannte Größe bei den älteren Säuglingen die visuelle Wahrnehmung auch dann, wenn keine manuelle Interaktion möglich war. Beides ermöglicht einen tiefergehenden Einblick in das kindliche Lernen und Verstehen der Eigenschaft Größe. Die Säuglinge erkannten dabei die bekannte Größe sowohl im Vergleich zu größeren als auch kleineren Versionen wieder. Somit kann ausgeschlossen werden, dass sie die Größe der Objekte nur in Bezug auf die absolute physische Größe (Guan & Corbetta, 2012; Libertus et al., 2013; Newman et al., 2001) beziehungsweise nur in Bezug auf die Greif- oder Manipulierbarkeit der Objekte visuell verarbeiteten (Libertus et al., 2013; Newman et al., 2001). Vielmehr wird deutlich, dass die Säuglinge auf ihr gelerntes Wissen zurückgreifen und ihre visuelle Aufmerksamkeit auf das Neue richten. Bemerkenswert ist, dass Säuglinge schon mit 7 Monaten die Größe ihres eigenen Schnullers oder ihrer eigenen Trinklernflasche auf weitere Objekte derselben Kategorie generalisieren können. Sie verstehen somit bereits, dass Objekte eine bestimmte physische Größe haben können. Durch ihre zahlreichen, täglichen Interaktionen mit Objekten erlernen sie somit Regelmäßigkeiten dieser, die sie dann auch auf andere, unbekannte Objekte derselben Kategorie übertragen können (Smith, Jayaraman, Clerkin & Yu, 2018).

Darüber hinaus liefern diese Befunde erste Hinweise, dass gegen Ende des ersten Lebensjahres Säuglinge, ähnlich wie Kleinkinder und Erwachsene, die bekannte Größe eines Objektes automatisch aktivieren könnten, wenn sie ein Objekt wiedererkennen (Gabay et al., 2013; Gabay et al., 2016; Gliksman et al., 2016; Konkle & Oliva, 2012a; Long et al., 2019). So könnte es sein, dass bereits im Säuglingsalter der Grundstein für eine neuronale Organisation von Objekten entsprechend der bekannten Größe im occipitotemporalen Kortex gelegt wird (Julian et al., 2017; Konkle & Oliva, 2012b; Konkle & Caramazza, 2013). Für diese Annahme sprechen neben der neuen Erkenntnis, dass Säuglinge bereits mit 7 Monaten ein Objekt mental mit einer bestimmten Größe verknüpfen, auch Befunde, die zeigen, dass Säuglinge bereits zwischen großen und kleinen Objekten unterscheiden können (Cohen, 1972; Guan & Corbetta, 2012; Libertus et al., 2013; Newman et al., 2001) und die Größe eines Objektes in möglichen Interaktionen mit Objekten berücksichtigen (Libertus et al., 2013; Newman et al., 2001). Die Verarbeitung der Größe im Säuglingsalter weist somit Parallelen zur Verarbeitung dieser im Erwachsenenalter auf. Die Unterscheidung zwischen großen und kleinen Objekten, die besonders in der initialen visuellen Orientierungsreaktion zu beobachten ist, könnte Vorläufer dieser

Unterscheidung auf sprachlicher beziehungsweise konzeptueller Ebene sein. Die Berücksichtigung der Größe eines Objektes in Abhängigkeit der eigenen Interaktionsmöglichkeiten impliziert eine Anpassung der eigenen Handlungen an die jeweilige Größe eines Objektes. Das Wissen über die bekannte Größe ermöglicht den Säuglingen schließlich eine effiziente Verarbeitung des visuellen Inputs in Bezug auf die Erreichbarkeit und Manipulierbarkeit des Gesehenen. Gemeinsam verdeutlichen diese Befunde, dass die Größe eines Objektes bereits ab dem Säuglingsalter eine wichtige Komponente der mentalen Repräsentation eines Objektes darstellt.

Obwohl Säuglinge bereits ab 7 Monaten Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte besitzen, ist der Abruf ihres Wissens über das erste Lebensjahr hinaus stark vom Stimulusformat sowie der Art der Exploration abhängig. Reale Objekte in greifbarer Nähe führen zu einem besseren Abruf der bekannten Größe als reale Objekte außerhalb der Reichweite oder Abbildungen derselben Objekte. Mögliche Gründe dafür, warum Säuglinge bereits ab 7 Monaten Wissen über die bekannte Größe bei realen Objekten, nicht aber bei fotorealistischen Abbildungen derselben demonstrieren und der Zusammenhang zur manuellen Interaktion, werden im weiteren Verlauf erörtert.

7.3 Der Einfluss des Stimulusformats auf den Abruf des Wissens über die bekannte Größe von Objekten

Säuglinge besitzen zwar ab 7 Monaten Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte, generalisieren dieses Wissen jedoch auch 8 Monate später, mit 15 Monaten, noch nicht auf Abbildungen derselben Objekte. Diese Erkenntnisse betten sich in eine Reihe von Befunden ein, die einen Verarbeitungsvorteil für reale Objekte bei kognitiven Prozessen finden. Ein Verarbeitungsvorteil für reale Objekte zeigt sich insbesondere beim Gedächtnis (Rose et al., 1983; Ruff et al., 1976; Snow et al., 2014), bei der Objekterkennung (Carver et al., 2006; Chainay & Humphreys, 2001; Holler et al., 2019; Humphrey et al., 1994), sowie der Aufmerksamkeit (DeLoache et al., 1979; Gerhard et al., 2016; Gomez et al., 2018). Vorliegende Studien erweitern den bestehenden Forschungsstand um den Abruf des Wissens über die bekannte Größe im Säuglingsalter. Sie illustrieren anschaulich, wie das Stimulusformat den Wis-

sensabruf im Säuglingsalter beeinflusst und demonstrieren den positiven Einfluss realer Objekte auf die Aktivierung dieses Wissens. Der Verarbeitungsvorteil für reale Objekte in vorliegender Arbeit lässt sich dabei, wie bereits zuvor erörtert, weder über die Verfügbarkeit unterschiedlicher visueller Informationen noch allein über eine stärkere Bindung der visuellen Aufmerksamkeit an reale Objekte erklären. Vielmehr weisen die Ergebnisse, auch unter Berücksichtigung der Befunde zur initialen visuellen Orientierungsreaktion, darauf hin, dass Säuglinge die Größe eines Objektes in Abhängigkeit des Formates unterschiedlich verarbeiten könnten.

Eine mögliche Erklärung für diesen Befund ist, dass die gelernte Größe eines Objektes im Säuglingsalter zunächst nur mit dem realen Objekt, nicht aber mit Abbildungen desselben Objektes verknüpft ist. Anhand von Erfahrungen mit realen Objekten erwerben Säuglinge Wissen über diese Objekte. Dieses Wissen können sie bereits auf ähnliche reale Objekte ausweiten, nicht aber auf Abbildungen dieser. Dementsprechend erkennen die Säuglinge die bekannte Größe nur bei realen Objekten wieder. Für eine erfolgreiche Wiedererkennung der bekannten Größe auf Abbildungen müssen Säuglinge erst eine mentale Verknüpfung zwischen einem realen Objekt und einer entsprechenden Abbildung aufbauen. Diese Verknüpfung wird basierend auf Erfahrungen um Objekteigenschaften erweitert, die sich zwischen realen Objekten und ihren Abbildungen unterscheiden, aber auch übereinstimmen können. Diese Annahme könnte auch erklären, warum die Säuglinge trotz der Anwesenheit eines realen Objektes als Referenz kein Wissen über die bekannte Größe zeigten. Die Größe des realen Objektes wird nicht in Bezug zur Größe des abgebildeten Objektes gesetzt. Die Fähigkeit, spezifische Eigenschaften, die über die alleinige Wiedererkennung hinausgehen, von einem Format in ein anderes zu übertragen, scheint sich verstärkt gegen Ende zweiten Lebensjahr zu entwickeln (Ganea et al., 2008; Ganea et al., 2009; Geraghty et al., 2014; Keates et al., 2014; Shinsky & Jachens, 2014; Zack et al., 2009; Zack et al., 2013). So können Säuglinge eine mit Hilfe einer Abbildung gelernte Objekteigenschaft erst mit 21 Monaten auf das reale Gegenstück übertragen, aber auch nur dann, wenn das reale Objekt identisch mit der Abbildung ist. Ein solcher Transfer findet nicht statt, wenn das reale Objekt beispielsweise in einer anderen Farbe präsentiert wird als die Abbildung (Khu, Graham & Ganea, 2014).

Möglich wäre in diesem Zusammenhang jedoch auch, dass Säuglinge bereits verstehen, dass die Größe eines abgebildeten Objektes häufig von der Größe des realen Gegenstückes

abweicht. Die zugrunde liegende Annahme wäre, dass Säuglinge, beispielsweise über ihre Erfahrungen mit Bilderbüchern verstehen, dass die Größe eines abgebildeten Objektes deutlich von der bekannten Größe des realen Objektes abweichen kann. In Bezug auf die Wiedererkennung eines abgebildeten Objektes stellt die Größe somit, auch wenn sie der bekannten Größe entspricht, eine weniger verlässliche Objekteigenschaft dar. Nichtsdestotrotz spielt die Größe eines Objektes eine Rolle bei der visuellen Verarbeitung von Abbildungen. Im Erwachsenenalter führen Abbildungen von Objekten zu einer automatischen Aktivierung des Wissens über die bekannte Größe dieser (Gabay et al., 2013; Gabay et al., 2016; Gliksman et al., 2016; Henik et al., 2017; Konkle & Oliva, 2012a). Erste Belege für eine erfolgreiche Ausweitung des Wissens über die bekannte Größe auf abgebildete Objekte im Kindesalter liegen ab einem Alter von 3 Jahren vor (Long et al., 2019). Die beiden Erklärungsansätze schließen sich jedoch nicht gegenseitig aus. Die bekannte Größe eines Objektes könnte zunächst nur mit dem realen Objekt selbst mental verknüpft sein. Gleichzeitig könnten Säuglinge bereits verstehen, dass die Größe auf Abbildungen oftmals nicht der bekannten Größe entspricht. Im Laufe der Entwicklung könnte dann die bekannte Größe mental auch mit den entsprechenden Abbildungen verknüpft werden, indem Säuglinge ihr Wissen über die Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen realen Objekten und Abbildungen dieser über ihre Erfahrungen immer weiter ausdifferenzieren.

Neben den bereits aufgeführten Erklärungsansätzen wäre es auch denkbar, dass in der visuellen Verarbeitung realer, greifbarer Objekte Handlungsmöglichkeiten berücksichtigt werden. Die physische Größe eines Objektes ist wichtig für die Planung und Durchführung zielgerichteter Handlungen und könnte somit bei der Verarbeitung realer Objekte stärker im Fokus der Verarbeitung liegen (Faillenot, Decety & Jeannerod, 1999; Gallivan, McLean, Valyear, Pettypiece & Culham, 2011). Der Verarbeitungsvorteil für reale Objekte könnte sich somit in Bezug auf die Verarbeitung der bekannten Größe mit der Interaktionsmöglichkeit realer Objekte begründen lassen.

7.4 Der Einfluss der manuellen Interaktion in Abhängigkeit des Stimulusformats auf den Abruf des Wissens über die bekannte Größe von Objekten

Ältere Säuglinge können ihr Wissen über die bekannte Größe von Objekten auch allein durch die Betrachtung realer Objekte aktivieren. Jüngere Säuglinge hingegen scheinen die aktive manuelle Interaktion mit realen Objekten für den Abruf des Wissens über die bekannte Größe zu benötigen. Diese neu gewonnenen Erkenntnisse fügen sich in bestehende Befunde ein, die für eine bessere Objektverarbeitung im Säuglingsalter sprechen, wenn die Möglichkeit zur manuellen Interaktion besteht (Jovanovic et al., 2008; Kaufman et al., 2003; Möhring & Frick, 2013; Slone et al., 2018; Wilcox et al., 2007). Gemeinsam verstärken diese Erkenntnisse die Annahme, dass der Verarbeitungsvorteil realer Objekte teilweise auf der Möglichkeit zur manuellen Interaktion basieren könnte. Dies könnte insbesondere bei der Verarbeitung der Größe eines Objektes der Fall sein.

Eine mögliche Erklärung, warum reale, greifbare Objekte besser oder anders verarbeitet werden, bietet die Theorie der zwei Pfade der visuellen Objektverarbeitung (Goodale, Milner, Jakobson & Carey, 1991; Goodale & Milner, 1992; Goodale & Milner, 2018; Milner & Goodale, 2008). Die physische Größe eines Objektes ist ein wichtiger visueller Hinweisreiz sowohl für die Wiedererkennung eines Objektes (Kaufman et al., 2003) als auch für die Planung und Ausführung zielgerichteter Handlungen (Faillelot et al., 1999; Gallivan et al., 2011). Reale Objekte, die sich in greifbarer Nähe befinden und somit manuell exploriert werden können, werden im Sinne der Theorie der zwei Pfade eher im dorsalen Pfad verarbeitet, der mit Handlungsplanung und -durchführung assoziiert ist. Wenn Säuglinge nach den realen Objekten greifen, könnte die Größe der Objekte in den Fokus der visuellen Verarbeitung treten, damit das Objekt erfolgreich ergriffen werden kann. Dies könnte erklären, warum 7 Monate alte Säuglinge nur dann Wissen über die bekannte Größe zeigen, wenn sie mit den realen Objekten interagieren dürfen. Die manuelle Interaktion mit realen Objekten könnte gerade bei den jüngeren Säuglingen zu einem Wiedererkennen der bekannten Größe führen und die Größenunterschiede zwischen den realen Objekten hervorheben. Im Alter von 12 Monaten können Säuglinge dann, ohne dass sie mit den Objekten aktiv interagieren, ihr Wissen über die bekannte Größe abrufen. Sie könnten bereits deutlich mehr Erfahrungen mit den Objekten gesammelt haben und demnach über ein stabileres Wissen über die bekannte Größe verfügen. Hinzu kommt auch, dass 12 Monate alte Säuglinge durch das Krabbeln oder auch Laufen ihre Umwelt

selbstständiger explorieren können, was ebenfalls mit dem Aufbau stabiler mentaler Repräsentationen einhergeht (Schwarzer, 2014). Aus diesen Gründen könnte ihr Wissen über die bekannte Größe bereits gefestigter sein als das Wissen der 7 Monate alten Säuglinge und dementsprechend unabhängig von der Art der Exploration sein.

Mit Hilfe der Theorie der zwei Pfade lässt sich auch begründen, warum Säuglinge zwischen 7 und 15 Monaten kein Wissen über die bekannte Größe demonstrieren, wenn ihnen Abbildungen präsentiert werden. Neben der reinen Verarbeitung von Informationen, die mit Handlungsplanung und -durchführung assoziiert sind, wird auch diskutiert, ob der dorsale Pfad insbesondere zur Verarbeitung realer Objekte beiträgt. Hierbei könnten im dorsalen Pfad jene Informationen verarbeitet werden, die relevant in Bezug auf das Interaktionspotentials eines Objektes sind, auch ohne dass sich dieses in direkter greifbarer Nähe befindet (Freud, Behrmann & Snow, 2020). Passend zu dieser Annahme führen reale Objekte zu einer stärkeren und anhaltenderen neuronalen Aktivierung in Arealen, die mit automatischer Handlungsvorbereitung in Zusammenhang stehen (Marini et al., 2019). Darüber hinaus fördern reale Objekte in bekannter Größe die Wiedererkennung von Objekten bei Patient*Innen mit visueller Agnosie, die ventrale Läsionen und Beeinträchtigungen in der Wiedererkennung aufweisen (Holler et al., 2019). Dies liefert ebenfalls Hinweise, dass der dorsale Pfad mit der Verarbeitung realer Objekte assoziiert sein könnte. Eine Verarbeitung über den dorsalen Pfad könnte demnach in vorliegender Studie die Wiedererkennung der bekannten Größe nur bei realen Objekten begünstigen. Bei Abbildungen hingegen könnte auf Grund des mangelnden Interaktionspotentials die Wiedererkennung des abgebildeten Objektes im Fokus der visuellen Verarbeitung stehen. Für die alleinige Wiedererkennung eines Objektes ist es nicht notwendig, dass die exakte Größe verarbeitet wird.

Die neu gewonnenen Erkenntnisse lassen sich auch im Rahmen entwicklungspsychologischer Theorien der Wahrnehmungsentwicklung interpretieren. Gemäß der konstruktivistischen Theorie der Wahrnehmungsentwicklung nach Piaget bildet die Möglichkeit zur manuellen Interaktion die Grundlage für den kindlichen Wissenserwerb. Indem Säuglinge Objekte auf unterschiedliche Arten manuell explorieren, zum Beispiel die Oberflächen oder Kanten abfahren, sammeln sie sensumotorische Erfahrungen mit diesen Objekten und bauen mentale Repräsentationen dieser auf (Piaget & Cook, 1952). Durch die Möglichkeit zur manuellen Exploration der realen Objekte werden Säuglinge somit in die Situation versetzt, in der sie auch in

ihrem Alltag Eigenschaften von Objekten erlernen. Dies könnte den Fokus der Säuglinge auf die Unterschiede in der Größe der präsentierten realen Objekte lenken und zu einem stärkeren visuellen Interesse an den Objekten in neuen Größen führen, da diese den Säuglingen neue Informationen bieten. Die koordinierte visuelle und manuelle Exploration von Objekten bietet Säuglingen die Möglichkeit, Objekte auf unterschiedliche Art zu erfahren. Nach der Theorie der *embodied cognition* ist das kindliche Lernen in körperlichen Erfahrungen verankert. Jede einzelne Erfahrung und Interaktion führt zu einem sich immer weiter ausdifferenzierenden Wissen über die Außenwelt, indem Säuglinge immer mehr Regelmäßigkeiten in ihrer Umwelt entdecken (Smith & Gasser, 2005).

Auch aus ökologischer Sicht nach Gibson ist es einleuchtend, dass reale Objekte zu einer besseren Aktivierung des Wissens über Objekte führen. Reale Objekte besitzen im Gegensatz zu Abbildungen dieser Affordanzen, die dem Säugling Informationen über das jeweilige Objekt bieten und neue Handlungen anregen. Durch die manuelle Interaktion mit den realen Objekten nimmt der Säugling somit neue Umweltinformationen wahr, in diesem Fall die abweichende Größe der viel kleineren oder größeren Versionen. Die abweichende Größe wiederum bedingt, dass der Säugling anders nach dem jeweiligen Objekt greifen oder anders mit diesem interagieren muss, da es beispielsweise viel leichter oder schwerer ist als gewohnt. Zugrunde liegt sowohl ökologischen als auch konstruktivistischen Ansätzen die Annahme, dass die aktive Auseinandersetzung mit der eigenen Umwelt im Sinne eines *enabling* einen maßgeblichen Einfluss auf die perzeptuelle und kognitive Entwicklung hat. Durch die aktive Auseinandersetzung werden somit eine Reihe von Entwicklungsprozessen angestoßen (Adolph & Hoch, 2019).

Insbesondere unter Berücksichtigung der Annahme, dass Wahrnehmung, Handlung und Kognition im Säuglingsalter eng miteinander verwoben sind (Schwarzer & Degé, 2014), bietet die manuelle Interaktion mit realen Objekten Säuglingen die Möglichkeit zum Wissenserwerb (Kaufman et al., 2003; Mareschal & Johnson, 2003). Über reale Objekte können Säuglinge somit neue Erfahrungen sammeln und ihre eigenen Fähig- und Fertigkeiten ausbauen. Bei jüngeren Säuglingen könnte die Verknüpfung zwischen Wahrnehmung und Handlung noch stärker ausgeprägt sein als bei älteren Säuglingen, sodass sie ihr Wissen über die reale Welt nur oder leichter aktivieren können, wenn sie reale Objekte manuell explorieren dürfen (Wilcox & Biondi, 2015b). Im weitesten Sinne fördert die aktive Auseinandersetzung mit realen Objekten und der Umwelt insgesamt die Entwicklung der Wahrnehmung, Handlung und Kognition

(Schwarzer, 2015), was sich auch in den Befunden der vorliegenden Studien widerspiegelt. Die aktive Auseinandersetzung mit der Umwelt stellt nicht die einzige Möglichkeit zum kindlichen Wissenserwerb dar (Adolph & Franchak, 2017). Sie könnte aber insbesondere beim Lernen über Objekte und ihre Eigenschaften und speziell beim Erlernen der bekannten Größe eine besondere Rolle spielen. Das Wissen über die bekannte Größe sowie die Aktivierung dieses Wissens sind gerade dann wichtig, wenn man in Interaktion mit realen Objekten tritt. Dies spiegelt sich in dem vorgefundenen Verarbeitungsvorteil für reale Objekte, der durch die Möglichkeit zur manuellen Interaktion verstärkt wird, wider. Die Aktivierung des Wissens über die bekannte Größe erlaubt Säuglingen, ihr Verhalten an die Umwelt anzupassen. Das Wissen über die bekannte Größe führt beispielsweise dazu, dass sie die Distanz eines Objektes zu sich selbst einschätzen oder ihre Griffapparatur in Vorbereitung auf eine Handlung an die Größe eines Objektes anpassen können.

Alles in einem wird deutlich erkennbar, dass die Größe eines Objektes in Abhängigkeit des Stimulusformat im Säuglingsalter unterschiedlich verarbeitet werden könnte. Daneben könnte der vorliegende Verarbeitungsvorteil realer Objekte gegenüber ihren Abbildungen im Säuglingsalter (und auch darüber hinaus) mit der Möglichkeit zur Interaktion zusammenhängen. Reale Objekte, die die Möglichkeit zur direkten Interaktion bieten, führen zu einem besseren Abruf des Wissens über die bekannte Größe alltäglicher Objekte.

7.5 Implikationen und Ausblick

Die Ergebnisse der dargestellten Forschungsprojekte bieten neue Erkenntnisse in Bezug auf die visuelle Wahrnehmung und Verarbeitung der Größe eines Objektes. Sie veranschaulichen, ab wann und unter welchen Bedingungen Säuglinge Wissen über die bekannte Größe alltäglicher Objekte zeigen und wie das Stimulusformat und die Art der Exploration den Abruf des Wissens über die bekannte Größe beeinflussen. Offen bleibt, inwiefern das Wissen über die bekannte Größe von Schnullern und Trinklernflaschen auch auf andere, weniger alltägliche Objekte übertragbar ist. Mit Schnullern und Trinklernflaschen interagieren Säuglinge mehrmals täglich und haben somit die Möglichkeit viele Erfahrungen zu sammeln. Zudem variieren diese Objekte nur gering in ihrer Größe. Säuglinge begegnen in ihrem Alltag jedoch denselben Gegenständen in verschiedenen Größen, beispielsweise den Miniaturversionen von Besteck

oder Geschirr, aber auch der Erwachsenenversion dieser Gegenstände. Hier könnte eine größere Bandbreite an verwendeten Objekten einen tieferen Einblick in die Größenverarbeitung und den Aufbau des Wissens über die bekannte Größe im Säuglingsalter geben.

Die Erforschung von Säuglingen, die 7 Monate alt oder jünger sind, könnte Aufschluss darüber geben, ab wann Säuglinge beginnen stabile interne Repräsentationen der bekannten Größe eines Objektes aufzubauen und inwiefern der Aufbau dieser mit ihren spezifischen manuellen Explorationsfertigkeiten bei realen Objekten zusammenhängt. Vorliegende Studien verdeutlichen einen positiven Einfluss der Möglichkeit zur manuellen Interaktion auf die Wissensaktivierung. Welche Aspekte der manuellen Interaktion jedoch förderlich auf die Wissensaktivierung wirken, ist unklar. Bisherige Studien haben bereits gezeigt, dass die Art wie Säuglinge Objekte manuell explorieren mit ihrer visuellen Verarbeitung von Objekten zusammenhängt. Elaborierte manuelle Explorationsfertigkeiten gehen dabei mit einer besseren visuellen Objektverarbeitung einher (Bushnell & Boudreau, 1993; Needham, 2000; Sann & Streri, 2007; Schwarzer, Freitag & Schum, 2013; Soska, Adolph & Johnson, 2010). In systematischen Untersuchungen könnte geprüft werden, ob bereits das alleinige Greifen nach einem Objekt oder spezifische manuelle Explorationsweisen wie beispielsweise das Abfahren von Kanten mit den Fingern einen positiven Einfluss auf die Aktivierung des Wissens über die bekannte Größe haben.

Neben der Untersuchung jüngerer Säuglinge könnte die Untersuchung älterer Säuglinge mit Abbildungen von realen Objekten einen Einblick in die Größenverarbeitung bei abgebildeten Objekten liefern. Andere Methoden oder die Kombination verschiedener Methoden könnten hierbei neue Erkenntnisse liefern. Säuglingen ab dem Alter von 12 Monaten, die bereits stabil Wissen über die bekannte Größe von Objekten zeigen, könnte das reale Objekt in bekannter Größe vor dem eigentlichen Experiment zur freien Exploration angeboten werden, um die Grundidee von Studie 3 weiter zu verfolgen. Die Anwesenheit eines realen Objektes könnte das Wiedererkennen der bekannten Größe begünstigen, indem die Größe des realen Objektes in Relation zur Größe des abgebildeten Objektes verarbeitet wird. Im Experiment selbst könnte man den Säuglingen dann Abbildungen in bekannten und neuen Größen präsentieren. Dies erlaubt die Untersuchung eines potenziell förderlichen Einflusses des realen Objektes auf die Wissensaktivierung, ohne dass im Test selbst die visuelle Aufmerksamkeit zu

stark auf das reale Objekt gelenkt wird. Mit etwas älteren Kindern, beispielsweise ab 24 Monaten, wären vereinfachte Versionen des Größen-Stroop-Paradigmas denkbar. Hierbei könnten Paare an Objekten verwendet werden, die stärkere Größenunterschiede aufweisen, wie zum Beispiel ein Haus im Vergleich zu einem Auto, um das grobe Wissen über die bekannte Größe zu erfassen. Paare mit geringeren Größenunterschieden, wie zum Beispiel ein Schlüssel im Vergleich zu einem Löffel, könnten Aufschluss über das spezifischere Wissen über die bekannte Größe geben.

Neben den offenen Fragen speziell zum Wissen über die bekannte Größe, ist ein wesentlicher Punkt die Frage nach der Bedeutung des Stimulusformats für die Untersuchung der kindlichen Wahrnehmung und Kognition. Die Wahl des Stimulusformats hatte in den durchgeführten Studien maßgeblichen Einfluss darauf, inwiefern Säuglinge ihr Wissen über die reale Welt demonstrieren. Obwohl Säuglinge mit 7 Monaten ihr Wissen über die bekannte Größe bei realen Objekten abrufen können, zeigen sie dies selbst mit 15 Monaten noch nicht bei Abbildungen derselben Objekte. Ein großer Teil der existierenden Forschungsarbeiten zur visuellen Wahrnehmung sowohl mit Erwachsenen als auch mit Säuglingen und Kindern nutzt Abbildungen, um Inferenzen über die visuelle Wahrnehmung der realen Welt zu ziehen. Grundlage hierfür ist die Annahme, dass Abbildungen äquivalent zu ihren realen Gegenständen zu betrachten sind und ähnlich oder auf die gleiche Weise verarbeitet werden.

Befunde aus der jüngerer Forschung sprechen allerdings dafür, dass reale Objekte und Abbildungen dieser auf neuronaler und behavioraler Ebene unterschiedlich verarbeitet werden (zum Beispiel Bornstein & Mash, 2010; Carver et al., 2006; Chainay & Humphreys, 2001; Freud et al., 2018; Gerhard et al., 2016; Marini et al., 2019; Mash & Bornstein, 2012; Rose, Gottfried, Melloy-Carminar & Bridger, 1982; Rose et al., 1983; Ruff et al., 1976; Snow et al., 2011; Snow et al., 2014). Die Übertragbarkeit von Befunden, die anhand von Abbildungen gewonnen werden, lässt sich dementsprechend nicht immer auf die reale Welt übertragen, wie auch die Befunde der vorliegenden Studien verdeutlichen. Es existieren jedoch auch Befunde, die zeigen, dass die Verarbeitung von realen und abgebildeten Objekten durchaus vergleichbar sein kann. Das Betrachten von Bildern von greifbaren Werkzeugen führt beispielsweise zu einer automatischen Aktivierung von motorischen Arealen, die mit Handlungsplanung assoziiert sind (Proverbio, Adorni & D'Aniello, 2011; Proverbio, 2012; Wamain, Gabrielli & Coello, 2016). Diese Aktivierung fällt zwar schwächer aus als bei realen Werkzeugen (Marini et al.,

2019), weist aber dennoch auf eine ähnliche Verarbeitung hin. Welche Faktoren zu einer vergleichbaren Verarbeitung führen, ist bisher jedoch ungeklärt. Ein wichtiger Faktor im Säuglingsalter könnte die Ähnlichkeit zwischen realem Objekt und Abbildung sein (DeLoache et al., 1979; Jowkar-Baniani & Schmuckler, 2011). Diese fördert im Säuglingsalter den erfolgreichen Transfer von Wissen zwischen Formaten. Zukünftige Studien könnten Objekteigenschaften wie die Farbe, Form, Orientierung oder Größe systematisch variieren, um so festzustellen, welche Objekteigenschaften den Wissenstransfer begünstigen. Die Relevanz der Übertragbarkeit von Wissen über Objekte auf Abbildungen dieser geht dabei über den Wissenserwerb im Säuglingsalter hinaus. In Schulen wird beispielsweise Wissen auch über Abbildungen in Büchern vermittelt. Ein genaueres, wissenschaftliches Verständnis für einen erfolgreichen Wissenstransfer von einem Format in ein anderes kann einen förderlichen und praktisch relevanten Input für die Gestaltung von angemessenen Lehrbüchern liefern.

Zusätzlich lassen sich mit Hilfe von bildgebenden Verfahren wie der Elektroenzephalografie (EEG), aber auch der funktionellen Nahinfrarotspektroskopie (fNIRS) die neuronalen Grundlagen der visuellen Verarbeitung von realen Objekten und Abbildungen dieser untersuchen (Vanderwert & Nelson, 2014; Wilcox & Biondi, 2015a). Diese könnten ebenfalls Aufschluss darüber geben, wann und unter welchen Bedingungen eine vergleichbare Verarbeitung von realen Objekten und Abbildungen stattfindet. Insbesondere die Verwendung von bildgebenden Verfahren ab einem jungen Alter eröffnet die Möglichkeit, grundlegende kognitive und neuronale Strukturen zu erforschen, die letztendlich zur Entwicklung menschlichen Wissens führen (Azhari et al., 2020). In Zusammenhang mit dem Aufbau menschlichen Wissens stellt sich auch die Frage nach der neuronalen Organisation von Objekten im visuellen System. Bei Erwachsenen spielt mitunter, wie bereits erörtert, die bekannte Größe eine wichtige Rolle in der neuronalen Organisation (Julian et al., 2017; Konkle & Oliva, 2012b; Konkle & Caramazza, 2013). Inwiefern Objekte im kindlichen Gehirn ebenfalls in Abhängigkeit ihrer Größe unterschiedliche Areale aktivieren und ab wann Objekte entsprechend ihrer bekannten Größe neuronal angeordnet werden, ist bisher im Säuglingsalter noch nicht untersucht worden. Studien mit Säuglingen könnten hierbei einen Einblick darin gewähren, welche Eigenschaften von Objekten, auch neben der bekannten Größe, wesentlich für den Aufbau und die Organisation mentaler Repräsentationen sind.

7.6 Schlussfolgerung

Die neu gewonnenen Erkenntnisse untermauern bestehende Theorien und Befunde zu Zusammenhängen zwischen Wahrnehmung, Handlung und Kognition. Sie legen am Beispiel der Objektverarbeitung die enge Verwebung dieser Bereiche dar und veranschaulichen, dass gerade im Säuglingsalter eine Betrachtung der Wahrnehmung ohne gleichzeitige Berücksichtigung von Handlung und Kognition kaum denkbar ist. Insgesamt demonstrieren die durchgeführten Studien erstmals unter kontrollierten und systematisch variierenden Bedingungen, wie die Art der Exploration sowie das Stimulusformat den Abruf des Wissens über die bekannte Größe im Säuglingsalter beeinflussen. Dabei wird die Bedeutung der Verarbeitung der Größe eines Objektes für die visuelle Wahrnehmung bereits ab einem jungen Alter unterstrichen. Bereits im ersten Lebensjahr verknüpfen Säuglinge ein Objekt mental mit einer bestimmten typischen Größe und besitzen somit Wissen über die bekannte Größe von Objekten. Dieses Wissen wird jedoch in den ersten 15 Lebensmonaten nicht auf Abbildungen derselben Objekte generalisiert. Folglich führen insbesondere reale Objekte in greifbarer Nähe zu einer erfolgreichen Verarbeitung der bekannten Größe im Säuglingsalter.

Nicht zuletzt wird deutlich erkennbar, dass das Stimulusformat und die Art der Exploration zu unterschiedlichen Befunden in Bezug auf die visuelle Verarbeitung und den Wissensabruf führen können. Die Erforschung der visuellen Verarbeitung und des Wissens über die reale Welt anhand realer Objekte in greifbarer Nähe könnte hierbei zu einem tiefergehenden Verständnis der menschlichen Wahrnehmung sowie des menschlichen Wissenserwerbs beitragen.

8. Literaturverzeichnis

- Adolph, K. E. & Franchak, J. M. (2017). The development of motor behavior. *Wiley Interdisciplinary Reviews. Cognitive Science*, 8(1-2). <https://doi.org/10.1002/wcs.1430>
- Adolph, K. E. & Hoch, J. E. (2019). Motor Development: Embodied, Embedded, Enculturated, and Enabling. *Annual Review of Psychology*, 70, 141–164. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102836>
- Azhari, A., Truzzi, A., Neoh, M. J.-Y., Balagtas, J. P. M., Tan, H. H., Goh, P. P. et al. (2020). A decade of infant neuroimaging research: What have we learned and where are we going? *Infant Behavior & Development*, 58, 101389. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2019.101389>
- Beaucage, N., Skolney, J., Hewes, J. & Vongpaisal, T. (2020). Multisensory stimuli enhance 3-year-old children's executive function: A three-dimensional object version of the standard Dimensional Change Card Sort. *Journal of Experimental Child Psychology*, 189, 104694. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2019.104694>
- Bolles, R. C. & Bailey, D. E. (1956). Importance of object recognition in size constancy. *Journal of Experimental Psychology*, 51(3), 222–225. <https://doi.org/10.1037/h0048080>
- Bornstein, M. H. & Mash, C. (2010). Experience-based and on-line categorization of objects in early infancy. *Child Development*, 81(3), 884–897. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01440.x>
- Bourgeois, K. S., Khawar, A. W., Neal, S. A. & Lockman, J. J. (2005). Infant Manual Exploration of Objects, Surfaces, and Their Interrelations. *Infancy*, 8(3), 233–252. https://doi.org/10.1207/s15327078in0803_3
- Bushnell, E. W. & Boudreau, J. P. (1993). Motor Development and the Mind: The Potential Role of Motor Abilities as a Determinant of Aspects of Perceptual Development. *Child development*, 64(4), 1005–1021. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1993.tb04184.x>
- Bushong, B., King, L. M., Camerer, C. F. & Rangel, A. (2010). Pavlovian Processes in Consumer Choice: The Physical Presence of a Good Increases Willingness-to-Pay. *American Economic Review*, 100(4), 1556–1571. <https://doi.org/10.1257/aer.100.4.1556>

- Campos, J. J., Anderson, D. I., Barbu-Roth, M. A., Hubbard, E. M., Hertenstein, M. J. & Witherington, D. (2000). Travel Broadens the Mind. *Infancy*, 1(2), 149–219. https://doi.org/10.1207/S15327078IN0102_1
- Carver, L. J., Meltzoff, A. N. & Dawson, G. (2006). Event-related potential (ERP) indices of infants' recognition of familiar and unfamiliar objects in two and three dimensions. *Developmental Science*, 9(1), 51–62. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2005.00463.x>
- Chainay, H. & Humphreys, G. W. (2001). The real-object advantage in agnosia: Evidence for a role of surface and depth information in object recognition. *Cognitive Neuropsychology*, 18(2), 175–191. <https://doi.org/10.1080/02643290042000062>
- Chen, J., Sperandio, I. & Goodale, M. A. (2018). Proprioceptive Distance Cues Restore Perfect Size Constancy in Grasping, but Not Perception, When Vision Is Limited. *Current Biology : CB*, 28(6), 927-932.e4. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.01.076>
- Cohen, L. B. (1972). Attention-Getting and Attention-Holding Processes of Infant Visual Preferences. *Child development*, 43(3), 869. <https://doi.org/10.2307/1127638>
- Corbetta, D., Wiener, R. F. & Thurman, S. L. (2018). Learning to Reach in Infancy. In D. Corbetta & M. Santello (Hrsg.), *Reach-to-Grasp Behavior* (S. 18–41). New York, NY: Routledge, 2018. | Series: Frontiers of developmental science: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429467875-2>
- Day, R. H. & McKenzie, B. E. (1981). Infant perception of the invariant size of approaching and receding objects. *Developmental Psychology*, 17(5), 670–677. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.17.5.670>
- DeLoache, J. S., Pierroutsakos, S. L., Uttal, D. H., Rosengren, K. S. & Gottlieb, A. (1998). Grasping the Nature of Pictures. *Psychological Science*, 9(3), 205–210. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00039>
- DeLoache, J. S., Strauss, M. S. & Maynard, J. (1979). Picture perception in infancy. *Infant Behavior and Development*, 2, 77–89. [https://doi.org/10.1016/S0163-6383\(79\)80010-7](https://doi.org/10.1016/S0163-6383(79)80010-7)
- DeLoache, J. S., Uttal, D. H. & Rosengren, K. S. (2004). Scale errors offer evidence for a perception-action dissociation early in life. *Science (New York, N.Y.)*, 304(5673), 1027–1029. <https://doi.org/10.1126/science.1093567>
- Dirks, J. & Gibson, E. J. (1977). Infants' Perception of Similarity between Live People and Their Photographs. *Child development*, 48(1), 124. <https://doi.org/10.2307/1128890>

- Dosso, J. A. & Kingstone, A. (2018). Social modulation of object-directed but not image-directed actions. *PloS One*, *13*(10), e0205830. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205830>
- Faillenot, I., Decety, J. & Jeannerod, M. (1999). Human brain activity related to the perception of spatial features of objects. *NeuroImage*, *10*(2), 114–124. <https://doi.org/10.1006/nimg.1999.0449>
- Fantz, R. L. (1963). Pattern Vision in Newborn Infants. *Science (New York, N.Y.)*, *140*(3564), 296–297. <https://doi.org/10.1126/science.140.3564.296>
- Fantz, R. L. & Fagan III, J. F. (1975). Visual Attention to Size and Number of Pattern Details by Term and Preterm Infants during the First Six Months. *Child development*, *46*(1), 3. <https://doi.org/10.2307/1128828>
- Frank, M. C., Vul, E. & Johnson, S. P. (2009). Development of infants' attention to faces during the first year. *Cognition*, *110*(2), 160–170. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2008.11.010>
- Freud, E., Behrmann, M. & Snow, J. C. (2020). What Does Dorsal Cortex Contribute to Perception? *Open Mind*, 1–18. https://doi.org/10.1162/opmi_a_00033
- Freud, E., Macdonald, S. N., Chen, J., Quinlan, D. J., Goodale, M. A. & Culham, J. C. (2018). Getting a grip on reality: Grasping movements directed to real objects and images rely on dissociable neural representations. *Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, *98*, 34–48. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.02.020>
- Gabay, S., Kalanthroff, E., Henik, A. & Gronau, N. (2016). Conceptual size representation in ventral visual cortex. *Neuropsychologia*, *81*, 198–206. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.12.029>
- Gabay, S., Leibovich, T., Henik, A. & Gronau, N. (2013). Size before numbers: conceptual size primes numerical value. *Cognition*, *129*(1), 18–23. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2013.06.001>
- Gallivan, J. P., McLean, D. A., Valyear, K. F., Pettypiece, C. E. & Culham, J. C. (2011). Decoding action intentions from preparatory brain activity in human parieto-frontal networks. *The Journal of Neuroscience : the Official Journal of the Society for Neuroscience*, *31*(26), 9599–9610. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0080-11.2011>

- Ganea, P. A., Allen, M. L., Butler, L., Carey, S. & DeLoache, J. S. (2009). Toddlers' referential understanding of pictures. *Journal of Experimental Child Psychology*, 104(3), 283–295. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.05.008>
- Ganea, P. A., Pickard, M. B. & DeLoache, J. S. (2008). Transfer between Picture Books and the Real World by Very Young Children. *Journal of Cognition and Development*, 9(1), 46–66. <https://doi.org/10.1080/15248370701836592>
- Geraghty, K., Waxman, S. R. & Gelman, S. A. (2014). Learning words from pictures: 15- and 17-month-old infants appreciate the referential and symbolic links among words, pictures, and objects. *Cognitive Development*, 32, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2014.04.003>
- Gerhard, T. M., Culham, J. C. & Schwarzer, G. (2016). Distinct Visual Processing of Real Objects and Pictures of Those Objects in 7- to 9-month-old Infants. *Frontiers in Psychology*, 7, 827. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00827>
- Gerhardstein, P., Adler, S. A. & Rovee-Collier, C. (2000). A dissociation in infants' memory for stimulus size: Evidence for the early development of multiple memory systems. *Developmental Psychobiology*, 36(2), 123–135. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2302\(200003\)36:2<123::AID-DEV4>3.0.CO;2-7](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2302(200003)36:2<123::AID-DEV4>3.0.CO;2-7)
- Gibson, E. J. (1988). Exploratory Behavior in the Development of Perceiving, Acting, and the Acquiring of Knowledge. *Annual Review of Psychology*, 39(1), 1–42. <https://doi.org/10.1146/annurev.ps.39.020188.000245>
- Gibson, E. J. (2000). Perceptual Learning in Development: Some Basic Concepts. *Ecological Psychology*, 12(4), 295–302. https://doi.org/10.1207/S15326969ECO1204_04
- Gibson, E. J. & Rader, N. (1979). Attention. In G. A. Hale & M. Lewis (Hrsg.), *Attention and Cognitive Development* (Bd. 170, S. 1–21). Boston, MA: Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-2985-5_1
- Gliksman, Y., Itamar, S., Leibovich, T., Melman, Y. & Henik, A. (2016). Automaticity of Conceptual Magnitude. *Scientific Reports*, 6, 21446. <https://doi.org/10.1038/srep21446>
- Gogel, W. C. (1969). The effect of object familiarity on the perception of size and distance. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 21(3), 239–247. <https://doi.org/10.1080/14640746908400218>
- Gogel, W. C. (1976). An indirect method of measuring perceived distance from familiar size. *Perception & Psychophysics*, 20(6), 419–429. <https://doi.org/10.3758/BF03208276>

- Gogel, W. C. & Da Silva, J. A. (1987a). Familiar size and the theory of off-sized perceptions. *Perception & Psychophysics*, 41(4), 318–328. <https://doi.org/10.3758/BF03208233>
- Gogel, W. C. & Da Silva, J. A. (1987b). A two-process theory of the response to size and distance. *Perception & Psychophysics*, 41(3), 220–238. <https://doi.org/10.3758/bf03208221>
- Gogel, W. C. & Mertens, H. W. (1967). Perceived size and distance of familiar objects. *Perceptual and Motor Skills*, 25(1), 213–225. <https://doi.org/10.2466/pms.1967.25.1.213>
- Gomez, M. A., Skiba, R. M. & Snow, J. C. (2018). Graspable Objects Grab Attention More Than Images Do. *Psychological Science*, 29(2), 206–218. <https://doi.org/10.1177/0956797617730599>
- Goodale, M. A., Milner, A. D., Jakobson, L. S. & Carey, D. P. (1991). A neurological dissociation between perceiving objects and grasping them. *Nature*, 349(6305), 154–156. <https://doi.org/10.1038/349154a0>
- Goodale, M. A. & Milner, A.D. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in Neurosciences*, 15(1), 20–25. [https://doi.org/10.1016/0166-2236\(92\)90344-8](https://doi.org/10.1016/0166-2236(92)90344-8)
- Goodale, M. A. & Milner, A. D. (2018). Two visual pathways - Where have they taken us and where will they lead in future? *Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, 98, 283–292. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.12.002>
- Gottfried, A. W., Rose, S. A. & Bridger, W. H. (1977). Cross-Modal Transfer in Human Infants. *Child development*, 48(1), 118. <https://doi.org/10.2307/1128889>
- Granrud, C. E. (2006). Size constancy in infants: 4-month-olds' responses to physical versus retinal image size. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 32(6), 1398–1404. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.32.6.1398>
- Granrud, C. E., Haake, R. J. & Yonas, A. (1985). Infants' sensitivity to familiar size: The effect of memory on spatial perception. *Perception & Psychophysics*, 37(5), 459–466. <https://doi.org/10.3758/BF03202878>
- Grill-Spector, K. & Weiner, K. S. (2014). The functional architecture of the ventral temporal cortex and its role in categorization. *Nature Reviews. Neuroscience*, 15(8), 536–548. <https://doi.org/10.1038/nrn3747>
- Guan, Y. & Corbetta, D. (2012). What Grasps and Holds 8-Month-Old Infants' Looking Attention? The Effects of Object Size and Depth Cues. *Child Development Research*, 2012(3), 1–10. <https://doi.org/10.1155/2012/439618>

- Haber, R. N. & Levin, C. A. (2001). The independence of size perception and distance perception. *Perception & Psychophysics*, *63*(7), 1140–1152. <https://doi.org/10.3758/BF03194530>
- Hastorf, A. H. (1950). The Influence of Suggestion on the Relationship Between Stimulus Size and Perceived Distance. *The Journal of psychology*, *29*(1), 195–217. <https://doi.org/10.1080/00223980.1950.9712784>
- Henik, A., Glikzman, Y., Kallai, A. & Leibovich, T. (2017). Size Perception and the Foundation of Numerical Processing. *Current Directions in Psychological Science*, *26*(1), 45–51. <https://doi.org/10.1177/0963721416671323>
- Heron, M. & Slaughter, V. (2010). Infants' responses to real humans and representations of humans. *International Journal of Behavioral Development*, *34*(1), 34–45. <https://doi.org/10.1177/0165025409345047>
- Holler, D. E., Behrmann, M. & Snow, J. C. (2019). Real-world size coding of solid objects, but not 2-D or 3-D images, in visual agnosia patients with bilateral ventral lesions. *Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2019.02.030>
- Humphrey, G. K., Goodale, M. A., Jakobson, L. S. & Servos, P. (1994). The role of surface information in object recognition: studies of a visual form agnosic and normal subjects. *Perception*, *23*(12), 1457–1481. <https://doi.org/10.1068/p231457>
- Ittelson, W. H. (1951). Size as a Cue to Distance: Static Localization. *The American Journal of Psychology*, *64*(1), 54. <https://doi.org/10.2307/1418595>
- Johnson, M. H., Dziurawiec, S., Ellis, H. & Morton, J. (1991). Newborns' preferential tracking of face-like stimuli and its subsequent decline. *Cognition*, *40*(1-2), 1–19. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(91\)90045-6](https://doi.org/10.1016/0010-0277(91)90045-6)
- Jovanovic, B., Duemmler, T. & Schwarzer, G. (2008). Infant development of configural object processing in visual and visual-haptic contexts. *Acta Psychologica*, *129*(3), 376–386. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2008.09.003>
- Jowkar-Baniani, G. & Schmuckler, M. A. (2011). Picture Perception in Infants: Generalization From Two-Dimensional to Three-Dimensional Displays. *Infancy*, *16*(2), 211–226. <https://doi.org/10.1111/j.1532-7078.2010.00038.x>

- Julian, J. B., Ryan, J. & Epstein, R. A. (2017). Coding of Object Size and Object Category in Human Visual Cortex. *Cerebral Cortex (New York, N.Y. : 1991)*, 27(6), 3095–3109. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhw150>
- Kaufman, J., Mareschal, D. & Johnson, M. H. (2003). Graspability and object processing in infants. *Infant Behavior and Development*, 26(4), 516–528. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2002.10.001>
- Kavšek, M., Granrud, C. E. & Yonas, A. (2009). Infants' responsiveness to pictorial depth cues in preferential-reaching studies: a meta-analysis. *Infant Behavior & Development*, 32(3), 245–253. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2009.02.001>
- Kavšek, M., Yonas, A. & Granrud, C. E. (2012). Infants' sensitivity to pictorial depth cues: a review and meta-analysis of looking studies. *Infant Behavior & Development*, 35(1), 109–128. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2011.08.003>
- Keates, J., Graham, S. A. & Ganea, P. A. (2014). Infants transfer nonobvious properties from pictures to real-world objects. *Journal of Experimental Child Psychology*, 125, 35–47. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2014.02.003>
- Khu, M., Graham, S. A. & Ganea, P. A. (2014). Learning from picture books: Infants' use of naming information. *Frontiers in Psychology*, 5, 144. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00144>
- Konkle, T. & Caramazza, A. (2013). Tripartite organization of the ventral stream by animacy and object size. *The Journal of Neuroscience : the Official Journal of the Society for Neuroscience*, 33(25), 10235–10242. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0983-13.2013>
- Konkle, T. & Oliva, A. (2012a). A familiar-size Stroop effect: real-world size is an automatic property of object representation. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 38(3), 561–569. <https://doi.org/10.1037/a0028294>
- Konkle, T. & Oliva, A. (2012b). A real-world size organization of object responses in occipitotemporal cortex. *Neuron*, 74(6), 1114–1124. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.04.036>
- Lederman, S. J. & Klatzky, R. L. (2009). Haptic perception: a tutorial. *Attention, Perception & Psychophysics*, 71(7), 1439–1459. <https://doi.org/10.3758/APP.71.7.1439>

- Lederman, S. J. & Klatzky, R. L. (1987). Hand movements: A window into haptic object recognition. *Cognitive Psychology*, *19*(3), 342–368. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(87\)90008-9](https://doi.org/10.1016/0010-0285(87)90008-9)
- Levy, I., Hasson, U., Avidan, G., Hendler, T. & Malach, R. (2001). Center-periphery organization of human object areas. *Nature Neuroscience*, *4*(5), 533–539. <https://doi.org/10.1038/87490>
- Libertus, K., Gibson, J., Hidayatallah, N. Z., Hirtle, J., Adcock, R. A. & Needham, A. (2013). Size matters: how age and reaching experiences shape infants' preferences for different sized objects. *Infant Behavior & Development*, *36*(2), 189–198. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2013.01.006>
- Libertus, K., Landa, R. J. & Haworth, J. L. (2017). Development of Attention to Faces during the First 3 Years: Influences of Stimulus Type. *Frontiers in Psychology*, *8*, 1976. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01976>
- Linkenauger, S. A., Leyrer, M., Bülthoff, H. H. & Mohler, B. J. (2013). Welcome to wonderland: the influence of the size and shape of a virtual hand on the perceived size and shape of virtual objects. *PloS One*, *8*(7), e68594. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0068594>
- Long, B. & Konkle, T. (2017). A familiar-size Stroop effect in the absence of basic-level recognition. *Cognition*, *168*, 234–242. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2017.06.025>
- Long, B., Konkle, T., Cohen, M. A. & Alvarez, G. A. (2016). Mid-level perceptual features distinguish objects of different real-world sizes. *Journal of Experimental Psychology. General*, *145*(1), 95–109. <https://doi.org/10.1037/xge0000130>
- Long, B., Moher, M., Carey, S. & Konkle, T. (2019). Real-world size is automatically encoded in preschoolers' object representations. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, *45*(7), 863–876. <https://doi.org/10.1037/xhp0000619>
- Mareschal, D. & Johnson, M. H. (2003). The “what” and “where” of object representations in infancy. *Cognition*, *88*(3), 259–276. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(03\)00039-8](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(03)00039-8)
- Marini, F., Breeding, K. A. & Snow, J. C. (2019). Distinct visuo-motor brain dynamics for real-world objects versus planar images. *NeuroImage*, *195*, 232–242. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.02.026>

- Mash, C. & Bornstein, M. H. (2012). 5-Month-Olds' Categorization of Novel Objects: Task and Measure Dependence. *Infancy*, 17(2), 179–197. <https://doi.org/10.1111/j.1532-7078.2011.00076.x>
- McKenzie, B. E., Tootell, H. E. & Day, R. H. (1980). Development of visual size constancy during the 1st year of human infancy. *Developmental Psychology*, 16(3), 163–174. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.16.3.163>
- Milner, A. D. & Goodale, M. A. (2008). Two visual systems re-viewed. *Neuropsychologia*, 46(3), 774–785. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.10.005>
- Möhring, W. & Frick, A. (2013). Touching up mental rotation: effects of manual experience on 6-month-old infants' mental object rotation. *Child Development*, 84(5), 1554–1565. <https://doi.org/10.1111/cdev.12065>
- Needham, A. (2000). Improvements in Object Exploration Skills May Facilitate the Development of Object Segregation in Early Infancy. *Journal of Cognition and Development*, 1(2), 131–156. <https://doi.org/10.1207/S15327647JCD010201>
- Newman, C., Atkinson, J. & Braddick, O. (2001). The development of reaching and looking preferences in infants to objects of different sizes. *Developmental Psychology*, 37(4), 561–572. <https://doi.org/10.1037//0012-1649.37.4.561>
- Paivio, A. (1975). Perceptual comparisons through the mind's eye. *Memory & Cognition*, 3(6), 635–647. <https://doi.org/10.3758/BF03198229>
- Peelen, M. V. & Downing, P. E. (2007). The neural basis of visual body perception. *Nature Reviews. Neuroscience*, 8(8), 636–648. <https://doi.org/10.1038/nrn2195>
- Piaget, J. & Cook, M. (1952). *The origins of intelligence in children*. New York: W W Norton & Co. <https://doi.org/10.1037/11494-000>
- Pierroutsakos, S. L. & DeLoache, J. S. (2003). Infants' Manual Exploration of Pictorial Objects Varying in Realism. *Infancy*, 4(1), 141–156. https://doi.org/10.1207/S15327078IN0401_7
- Pierroutsakos, S. L. & Troseth, G. L. (2003). Video Verité: Infants' manual investigation of objects on video. *Infant Behavior and Development*, 26(2), 183–199. [https://doi.org/10.1016/S0163-6383\(03\)00016-X](https://doi.org/10.1016/S0163-6383(03)00016-X)
- Predebon, J. (1987). Familiar size and judgments of distance: Effects of response mode. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 25(4), 244–246. <https://doi.org/10.3758/BF03330344>

- Predebon, J. (1992). The influence of object familiarity on magnitude estimates of apparent size. *Perception*, 21(1), 77–90. <https://doi.org/10.1068/p210077>
- Predebon, J. (1993). The familiar-size cue to distance and stereoscopic depth perception. *Perception*, 22(8), 985–995. <https://doi.org/10.1068/p220985>
- Proverbio, A. M. (2012). Tool perception suppresses 10-12Hz μ rhythm of EEG over the somatosensory area. *Biological Psychology*, 91(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2012.04.003>
- Proverbio, A. M., Adorni, R. & D'Aniello, G. E. (2011). 250 ms to code for action affordance during observation of manipulable objects. *Neuropsychologia*, 49(9), 2711–2717. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.05.019>
- Reid, V. M., Dunn, K., Young, R. J., Amu, J., Donovan, T. & Reissland, N. (2017). The Human Fetus Preferentially Engages with Face-like Visual Stimuli. *Current Biology : CB*, 27(12), 1825-1828.e3. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.05.044>
- Reynolds, G. D. (2015). Infant visual attention and object recognition. *Behavioural Brain Research*, 285, 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2015.01.015>
- Rose, S. A., Gottfried, A. W. & Bridger, W. H. (1983). Infants' Cross-Modal Transfer from Solid Objects to Their Graphic Representations. *Child development*, 54(3), 686. <https://doi.org/10.2307/1130056>
- Rose, S. A., Gottfried, A. W., Melloy-Carminar, P. & Bridger, W. H. (1982). Familiarity and novelty preferences in infant recognition memory: Implications for information processing. *Developmental Psychology*, 18(5), 704–713. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.18.5.704>
- Ruff, H. A., Kohler, C. J. & Haupt, D. L. (1976). Infant recognition of two- and three-dimensional stimuli. *Developmental Psychology*, 12(5), 455–459. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.12.5.455>
- Ruff, H. A. & Rothbart, M. K. (2001). *Attention in early development. Themes and variations*. New York: Oxford University Press.
- Sann, C. & Streri, A. (2007). Perception of object shape and texture in human newborns: evidence from cross-modal transfer tasks. *Developmental Science*, 10(3), 399–410. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2007.00593.x>

- Schwarzer, G. (2014). How Motor and Visual Experiences Shape Infants' Visual Processing of Objects and Faces. *Child Development Perspectives*, 8(4), 213–217. <https://doi.org/10.1111/cdep.12093>
- Schwarzer, G. (2015). Wahrnehmung. In M. Hasselhorn, S. Schneider & W. Kunde (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie der Kindheit* (S. 138–164). Stuttgart, GERMANY: Kohlhammer Verlag.
- Schwarzer, G. & Degé, F. (2014). Theorien der Wahrnehmungsentwicklung. In L. Ahnert (Hrsg.), *Theorien in der Entwicklungspsychologie* (Bd. 23, S. 94–121). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-34805-1_4
- Schwarzer, G., Freitag, C. & Schum, N. (2013). How Crawling and Manual Object Exploration are Related to the Mental Rotation Abilities of 9-Month-Old Infants. *Frontiers in Psychology*, 4, 97. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00097>
- Sellaro, R., Treccani, B., Job, R. & Cubelli, R. (2015). Spatial coding of object typical size: evidence for a SNARC-like effect. *Psychological Research*, 79(6), 950–962. <https://doi.org/10.1007/s00426-014-0636-7>
- Sensoy, Ö., Culham, J. C. & Schwarzer, G. (2020). Do infants show knowledge of the familiar size of everyday objects? *Journal of experimental child psychology*, 195. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2020.104848>
- Sereno, S. C., O'Donnell, P. J. & Sereno, M. E. (2009). Size matters: bigger is faster. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* (2006), 62(6), 1115–1122. <https://doi.org/10.1080/17470210802618900>
- Shinsky, J. L. & Jachens, L. J. (2014). Picturing objects in infancy. *Child Development*, 85(5), 1813–1820. <https://doi.org/10.1111/cdev.12243>
- Shuwairi, S. M. (2019). Haptic exploration of depicted and real objects by 9-month-old infants. *Infant and Child Development*, 28(2), e2125. <https://doi.org/10.1002/icd.2125>
- Slater, A., Mattock, A. & Brown, E. (1990). Size constancy at birth: Newborn infants' responses to retinal and real size. *Journal of experimental child psychology*, 49(2), 314–322. [https://doi.org/10.1016/0022-0965\(90\)90061-C](https://doi.org/10.1016/0022-0965(90)90061-C)
- Slater, A., Morison, V. & Rose, D. (1984). New-born infants' perception of similarities and differences between two- and three-dimensional stimuli. *British Journal of Developmental Psychology*, 2(4), 287–294. <https://doi.org/10.1111/j.2044-835X.1984.tb00936.x>

- Slaughter, V., Stone, V. E. & Reed, C. (2004). Perception of Faces and Bodies. *Current Directions in Psychological Science*, 13(6), 219–223. <https://doi.org/10.1111/j.0963-7214.2004.00312.x>
- Slone, L. K., Moore, D. S. & Johnson, S. P. (2018). Object exploration facilitates 4-month-olds' mental rotation performance. *PLoS One*, 13(8), e0200468. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200468>
- Smith, L. B. & Gasser, M. (2005). The development of embodied cognition: six lessons from babies. *Artificial Life*, 11(1-2), 13–29. <https://doi.org/10.1162/1064546053278973>
- Smith, L. B., Jayaraman, S., Clerkin, E. & Yu, C. (2018). The Developing Infant Creates a Curriculum for Statistical Learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 22(4), 325–336. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2018.02.004>
- Snow, J. C., Pettypiece, C. E., McAdam, T. D., McLean, A. D., Stroman, P. W., Goodale, M. A. et al. (2011). Bringing the real world into the fMRI scanner: repetition effects for pictures versus real objects. *Scientific Reports*, 1, 130. <https://doi.org/10.1038/srep00130>
- Snow, J. C., Skiba, R. M., Coleman, T. L. & Berryhill, M. E. (2014). Real-world objects are more memorable than photographs of objects. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 837. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00837>
- Soska, K. C., Adolph, K. E. & Johnson, S. P. (2010). Systems in development: motor skill acquisition facilitates three-dimensional object completion. *Developmental Psychology*, 46(1), 129–138. <https://doi.org/10.1037/a0014618>
- Southgate, V., Csibra, G., Kaufman, J. & Johnson, M. H. (2008). Distinct processing of objects and faces in the infant brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(4), 741–749. <https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20052>
- Tsuruhara, A., Corrow, S., Kanazawa, S., Yamaguchi, M. K. & Yonas, A. (2014). Infants' ability to respond to depth from the retinal size of human faces: comparing monocular and binocular preferential-looking. *Infant Behavior & Development*, 37(4), 562–570. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2014.07.002>
- Vanderwert, R. E. & Nelson, C. A. (2014). The use of near-infrared spectroscopy in the study of typical and atypical development. *NeuroImage*, 85 Pt 1, 264–271. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.10.009>

- Wagner, M. (2012). Sensory and Cognitive Explanations for a Century of Size Constancy Research. In G. Hatfield & S. Allred (Hrsg.), *Visual Experience* (S. 63–86). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199597277.003.0004>
- Wamain, Y., Gabrielli, F. & Coello, Y. (2016). EEG μ rhythm in virtual reality reveals that motor coding of visual objects in peripersonal space is task dependent. *Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, 74, 20–30. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2015.10.006>
- Wilcox, T. & Biondi, M. (2015a). fNIRS in the developmental sciences. *Wiley Interdisciplinary Reviews. Cognitive Science*, 6(3), 263–283. <https://doi.org/10.1002/wcs.1343>
- Wilcox, T. & Biondi, M. (2015b). Object processing in the infant: lessons from neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(7), 406–413. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.04.009>
- Wilcox, T., Woods, R., Chapa, C. & McCurry, S. (2007). Multisensory exploration and object individuation in infancy. *Developmental Psychology*, 43(2), 479–495. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.2.479>
- Yonas, A., Granrud, C. E., Chov, M. H. & Alexander, A. J. (2005). Picture Perception in Infants: Do 9-Month-Olds Attempt to Grasp Objects Depicted in Photographs? *Infancy*, 8(2), 147–166. https://doi.org/10.1207/s15327078in0802_3
- Yonas, A., Pettersen, L. & Granrud, C. E. (1982). Infants' Sensitivity to Familiar Size as Information for Distance. *Child development*, 53(5), 1285. <https://doi.org/10.2307/1129018>
- Zack, E., Barr, R., Gerhardstein, P., Dickerson, K. & Meltzoff, A. N. (2009). Infant imitation from television using novel touch screen technology. *British Journal of Developmental Psychology*, 27(Pt 1), 13–26. <https://doi.org/10.1348/026151008X334700>
- Zack, E., Gerhardstein, P., Meltzoff, A. N. & Barr, R. (2013). 15-month-olds' transfer of learning between touch screen and real-world displays: language cues and cognitive loads. *Scandinavian Journal of Psychology*, 54(1), 20–25. <https://doi.org/10.1111/sjop.12001>
- Ziemer, C. J., Plumert, J. M. & Pick, A. D. (2012). To Grasp or Not to Grasp: Infants' Actions Toward Objects and Pictures. *Infancy*, 17(5), 479–497. <https://doi.org/10.1111/j.1532-7078.2011.00100.x>
- Ziemer, C. J. & Snyder, M. (2016). A Picture You Can Handle: Infants Treat Touch-Screen Images More Like Photographs than Objects. *Frontiers in Psychology*, 7, 1253. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01253>

Publikationsliste:

Zeitschriftenartikel (peer review):

Sensoy, Ö., Culham, J.C. & Schwarzer, G. (2020). Do infants show knowledge of the familiar size of everyday objects?. *Journal of Experimental Child Psychology*. Volume 195, July 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2020.104848>

Sensoy, Ö., Culham, J.C. & Schwarzer, G. (eingereicht). The Advantage of Real Objects over Matched Pictures in Infants' Processing of the Familiar Size of Objects.

Konferenzbeiträge (peer review):

Sensoy, Ö.; Culham, J.C. & Schwarzer, G. (2020). How Different Conditions Contribute to Familiar Size Knowledge of Common Objects in 7- and 12-Month-Olds. *Virtual International Congress of Infant Studies (VICIS) 2020 (Poster)*.

Sensoy, Ö., Culham, J. C. & Schwarzer G. (2019). Only Real Objects, But Not Photographs Enhance Infants' Understanding of the Familiar Size of Objects. *Fachgruppentagung Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie (PAEPSY), Leipzig, Germany (Poster)*.

Sensoy, Ö.; Culham, J.C. & Schwarzer, G. (2019). Real Objects and Visual-Manual Exploration Enhance Infants' Understanding of Object Size. *2019 Biennial Meeting of the Society for Research in Child Development (SRCD), Baltimore, Maryland, USA (Poster)*.

Sensoy, Ö.; Culham, J.C. & Schwarzer, G. (2018). 7- and 12-month-old infants' understanding of the true size of objects in visual and visual-manual contexts. *51st Congress of the German Psychological Society (DGPs), Frankfurt, Germany (Poster)*.

Sensoy, Ö.; Culham, J.C. & Schwarzer, G. (2018). Do infants understand the true size of familiar objects? *XXI International Congress of Infant Studies (ICIS) 2018 Biennial Congress, Philadelphia, USA (Poster)*.

Sensoy, Ö.; Culham, J.C. & Schwarzer, G. (2018). The true size of a familiar object influences 12-month-old infants' visual preferences. *60th Conference of Experimental Psychologists (TeaP), Marburg, Germany (Poster)*.