



universität  
wien

# MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Musik und Bewegung:  
Die Fähigkeit von Säuglingen audio-visuelle  
Synchronie wahrzunehmen“

verfasst von / submitted by

Lilith Valerie Falschlehner, BSc

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of  
Master of Science (MSc)

Wien, 2021 / Vienna 2021

Studienkennzahl lt. Studienblatt /  
degree programme code as it appears on  
the student record sheet:

UA 066 840

Studienrichtung lt. Studienblatt /  
degree programme as it appears on  
the student record sheet:

Masterstudium Psychologie UG2002

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof.<sup>in</sup> Dr.<sup>in</sup> Stefanie Höhl

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung und theoretischer Hintergrund .....</b>	<b>3</b>
1.1	Synchronie im Säuglingsalter.....	4
1.2	Die Wahrnehmung von audio-visueller Synchronie im Säuglingsalter.....	5
1.3	Musik und Rhythmen im Säuglingsalter.....	7
1.4	Musikalische Vorerfahrung.....	9
1.5	Online-Studien .....	10
<b>2</b>	<b>Fragestellungen und Hypothesen.....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>Methode.....</b>	<b>14</b>
3.1	Stichprobenbeschreibung .....	14
3.2	Untersuchungsdesign .....	16
3.3	Studienablauf.....	16
3.4	Gemessene Variablen und Messinstrumente.....	18
3.5	Statistische Analysen.....	23
<b>4</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>24</b>
4.1	Ergebnisse der Eye-Tracking-Daten .....	26
4.1.1	<i>Deskriptive Statistik</i> .....	26
4.1.2	<i>Hypothese 1</i> .....	27
4.1.3	<i>Hypothese 2</i> .....	28
4.1.4	<i>Explorative Analysen</i> .....	28
4.2	Ergebnisse der Video-Daten.....	29
4.2.1	<i>Deskriptive Statistik</i> .....	29
4.2.2	<i>Hypothese 1</i> .....	30
4.2.3	<i>Hypothese 2</i> .....	31
4.2.4	<i>Explorative Analysen</i> .....	31
4.3	Ergebnisse der post-hoc Power-Analyse.....	32

<b>5</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>32</b>
5.1	Limitationen und Implikationen für die Zukunft .....	36
5.2	Conclusio.....	38
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>39</b>
<b>7</b>	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>44</b>
<b>8</b>	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>44</b>
<b>9</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>44</b>
<b>10</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>45</b>

## 1 Einleitung und theoretischer Hintergrund

Von Geburt an sind Säuglinge mit einer Vielzahl von Reizen und Informationen konfrontiert. Viele dieser Reize sind für Säuglinge gleichzeitig mit mehreren Sinnesmodalitäten wahrnehmbar (Bahrack et al., 2002, Bahrack & Lickliter, 2000). Studien zeigen, dass zeitliche Synchronie, also das gleichzeitige Auftreten von Reizen oder Prozessen, die Wahrnehmung von und die Reaktion auf diese Reize verbessert (Lewkowicz, 1996). Es stellt sich somit die Frage, ab welchem Alter Säuglinge zeitliche Synchronie zwischen zwei Reizen wahrnehmen können. Studien bestätigen, dass dies von der Art und der Komplexität der Reize abhängig ist (z.B. Gerson et al., 2015; Hannon et al., 2017; Kubicek et al., 2014; Lewkowicz, 2003). In der vorliegenden Studie wurde der Fokus auf auditive und visuelle Reize gelegt, welche auch im Säuglingsalter besonders präsent und markant sind. Diverse Studien berichten, dass bei einfachen audio-visuellen Reizen, wie zum Beispiel einem springenden Ball, zeitliche Synchronie zwischen den Reizen schon in der ersten Hälfte des ersten Lebensjahres wahrgenommen werden kann (Lewkowicz, 1996; Provasi et al., 2017). Bei der Betrachtung von komplexeren Reizen, wie etwa Sprache, scheint es jedoch noch nicht ganz eindeutig zu sein, ab wann Säuglinge hier zeitliche Synchronie wahrnehmen können (Kubicek et al., 2014; Pons & Lewkowicz, 2014). Zur Wahrnehmungs-Fähigkeit von audio-visueller Synchronie im Säuglingsalter, bei Musik und Bewegung beziehungsweise Tanz, gibt es erst wenige Erkenntnisse. Laut einer Studie gelingt es bei einer Reizkombination bestehend aus einem Musikstück und dazugehörigem Tanz fünf bis acht Monate alten Säuglingen, im Gegensatz zu acht bis zwölf Monate alten, noch nicht audio-visuelle Synchronie wahrzunehmen (Hannon et al., 2017). Diesen Erkenntnissen stehen jedoch Studienergebnisse entgegen, welche die Sensibilität von sehr jungen Säuglingen für Synchronie bestätigen (Feldman, 2012; Wass et al., 2020) und die gute musikalische und rhythmische Wahrnehmung von Neugeborenen und Säuglingen zeigen (Háden et al., 2015; Winkler et al., 2009). Aus dieser Diskrepanz ergibt sich die Frage, ob Säuglinge audio-visuelle Synchronie in der ersten Hälfte des ersten Lebensjahres wahrnehmen können, wenn sowohl der musikalische als auch der visuelle Reiz des Tanzens beziehungsweise der Bewegung einfach und sozial bedeutsam für die Säuglinge sind. In der vorliegenden Arbeit soll dieser Frage nachgegangen werden und die individuelle Erfahrung mit Musik als zusätzlicher Einflussfaktor auf die kindliche Wahrnehmung von audio-visueller Synchronie näher betrachtet werden.

## 1.1 Synchronie im Säuglingsalter

Säuglinge werden in eine Welt geborgen, die aus einer Fülle von multimodalen Reizen und Informationen besteht (Lewkowicz, 1996; 2003; 2010). Unter multimodalen Reizen verstehen wir Reize und Informationen, die von mehreren Sinnen wahrgenommen werden können. Ein Beispiel für einen multimodalen Reiz stellt Sprache dar. Säuglinge nehmen von Geburt an Sprache wahr; diese hören sie und sehen zugleich die Lippenbewegungen der sprechenden Person. Die Intersensory Redundancy Hypothese von Bahrick und Lickliter (2000) beschäftigt sich mit multimodalen Informationen und besagt, dass durch diese, im Vergleich zu unimodalen Informationen, welche nur mit einer Sinnesmodalität wahrgenommen werden können, die Wahrnehmungs- und Reaktionsgenauigkeit von Säuglingen erhöht wird (Bahrick et al., 2002; Bahrick & Lickliter, 2000). Des Weiteren kann davon ausgegangen werden, dass, wenn multimodale Reize zeitlich synchron stattfinden, sich die Wahrnehmung dieser Reize abermals verbessert (Bahrick & Lickliter, 2000; Lewkowicz, 1996). Zeitliche Synchronie beschreibt Prozesse, welche gleichzeitig stattfinden. Dabei ist zeitliche Synchronie nicht auf einen bestimmten Sinn begrenzt. Mittels aller Sinnesmodalitäten kann zeitliche Synchronie wahrgenommen werden (Provasi et al., 2017). Synchronie hilft Säuglingen jedoch nicht nur bei der Wahrnehmung von multimodalen Reizen (Lewkowicz, 1996), sondern ihr kommt im Leben eines Säuglings auf verschiedenen Ebenen eine zentrale Rolle zu. Synchronie beeinflusst zum Beispiel auch soziale Interaktionen (Feldman, 2012; Trainor & Cirelli, 2015; Wass et al., 2020). Es bildet sich schon drei bis vier Monate nach der Geburt interpersonelle Synchronie zwischen Säuglingen und ihren Bezugspersonen (Feldman, 2012). Zum Beispiel passen Bezugspersonen und Säuglinge ihr Blickverhalten, die Stimmen, Berührungen oder auch affektive Verhaltensweisen in Interaktionen aneinander an (Feldman, 2012). Auch auf neuronaler Ebene schlussfolgerte Bell (2020) aufgrund diverser Studien, dass es zu einer physiologischen Synchronie in den Gehirnen von Müttern und ihren Säuglingen kommt. Wass und Kolleg\*innen (2020) zeigten auf, dass schon junge Säuglinge sensibel für Synchronie in sozialen Interaktionen mit Bezugspersonen sind. Auf das Fehlen von Synchronie wird von Säuglingen sensibel reagiert (Pratt et al., 2015). Interpersonelle Synchronie spielt somit eine zentrale Rolle bei der Betreuung von Säuglingen und in der Beziehung zwischen Säuglingen und ihren Müttern beziehungsweise ihren Bezugspersonen (Bell, 2020; Pratt et al., 2015). Synchronie ist jedoch auch bei Interaktionen mit fremden Personen von Bedeutung. Säuglinge nehmen interpersonelle Synchronie auch zwischen sich und fremden Personen wahr und die erlebte Synchronie beeinflusst ihr Verhalten (Cirelli, Einarson et al., 2014; Cirelli, Wan et al., 2014;

Trainor & Cirelli, 2015). Zusammenfassend kann geschlussfolgert werden, dass Synchronie schon sehr früh im Leben eines Säuglings auf diversen Ebenen und im Besonderen in sozialen Situationen eine zentrale Bedeutung zukommt. Säuglinge sind nicht nur schon in den ersten Monaten nach der Geburt sensibel für Synchronie, sondern agieren auch in Synchronie mit anderen und erleben diese somit aktiv. Es stellt sich jedoch die Frage nach der Wahrnehmung von Synchronie im Säuglingsalter. Können Säuglinge zeitliche Synchronie zwischen zwei Reizen beim Beobachten wahrnehmen? Dies kann je nach der Art des Reizes und mit welchen Modalitäten diese wahrgenommen werden, unterschiedlich sein. In dieser Arbeit liegt der Fokus auf auditiven und visuellen Reizen, die im Leben jedes Säuglings sehr präsent sind. Im folgenden Abschnitt soll nun die Entwicklung der Fähigkeit von Säuglingen audio-visuelle Synchronie zwischen Reizen wahrzunehmen unter verschiedenen Bedingungen näher beleuchtet werden.

## **1.2 Die Wahrnehmung von audio-visueller Synchronie im Säuglingsalter**

Allgemein kann aus der bisherigen Studienlage zusammengefasst werden, dass Säuglinge schon sehr früh in ihrem Leben, ungefähr ab einem Alter von einem Monat, unter bestimmten Bedingungen audio-visuelle Synchronie wahrnehmen können (Bahrick, 2001; Bahrick & Lickliter, 2000; Hannon et al., 2017; Kubicek et al., 2014; Lewkowicz, 1996; Provasi et al., 2017). Für die Wahrnehmungs-Fähigkeit von audio-visueller Synchronie ist es jedoch zentral, welche auditiven und visuellen Reize dargeboten werden, wie komplex diese sind und welche Eigenschaften sie kennzeichnen.

Bahrick (2001) konnte anhand des Habituations-Paradigmas zeigen, dass vier, sieben und elf Wochen alte Säuglinge schon audio-visuelle Synchronie wahrnehmen können, bei einfachen Reizen, wie dem Aufprall eines neutralen Objekts auf einer Oberfläche. Auch Studien von Lewkowicz (1996; 2003; 2010) konnten nachweisen, dass schon zwei bis vier Monate alte Säuglinge bei einfachen Reizen audio-visuelle Asynchronie wahrnehmen können. Lewkowicz (1996; 2003; 2010) untersuchte außerdem den Einfluss von zeitlicher Verzögerung zwischen Reizen genauer und stellte fest, dass der Grenzwert, ab dem die Säuglinge zwischen synchronen und asynchronen Reizen unterscheiden können, sich über die Entwicklung hinweg verändert. Auch eine Studie aus dem Jahr 2017 beschäftigte sich mit der Fähigkeit von Säuglingen audio-visuelle Synchronie wahrzunehmen (Provasi et al., 2017). In einem Habituations-Paradigma wurden vier Monate alte Säuglinge an ein Video habituiert, in dem ein auf und ab springender Ball zu sehen war. Beim Aufprall des Balls am Boden wurde synchron ein Ton abgespielt. Nach der Habituationsphase wurde in der Testphase zusätzlich

zum synchronen Video auch eine asynchrone Version des Videos präsentiert. Bei dieser wurde der Ton 450 ms nach dem Aufprall des Balls am Boden abgespielt. Die Autor\*innen fassten zusammen, dass vier Monate alte Säuglinge, unabhängig von ihrem Gestationsalter, audio-visuelle Synchronie wahrnehmen können (Provasi et al., 2017). Pons und Kolleg\*innen (Pons et al., 2012) zeigten dies bei sechs Monate alten Säuglingen. Auch Kopp und Dietrich (2013) belegten, anhand des Habituations-Paradigmas am Beispiel eines Videos von einer klatschenden Frau, dass sechs Monate alte Säuglinge audio-visuelle Asynchronie wahrnehmen können. Dies wurde von Kopp (2014) anhand von EEG-Daten erneut nachgewiesen. Somit scheint die Fähigkeit audio-visuelle Synchronie zwischen einfachen Reizen wahrnehmen zu können, sich schon sehr früh im Leben eines Säuglings zu entwickeln.

Bei der Betrachtung von komplexen Reizen, wie beispielsweise Sprache, wird jedoch deutlich, dass audio-visuelle Synchronie nicht immer so früh in der Entwicklung wahrgenommen werden kann. Studien konnten nachweisen, dass vier bis acht Monate alte Säuglinge audio-visuelle Synchronie bei getrennt gesprochenen Silben wahrnehmen können (Lewkowicz, 2003; 2010). Werden die Silben jedoch so gesprochen, dass sie ein rhythmisches Muster ergeben und nicht isoliert voneinander sind, bemerken Säuglinge audio-visuelle Synchronie nicht (Lewkowicz, 2003). Bei der Betrachtung von flüssig gesprochener Sprache ist es jedoch laut der aktuellen Studienlage nicht eindeutig, ab welchem Alter und unter welchen Bedingungen Säuglinge audio-visuelle Synchronie wahrnehmen können. Laut Kubicek und Kolleg\*innen (2014) gelingt es Säuglingen erst mit zwölf Monaten audio-visuelle Synchronie bei flüssig gesprochener Sprache wahrzunehmen. Dies gelingt laut den Autor\*innen auch nur unter der Bedingung, dass es sich um die Muttersprache der Säuglinge handelt und diese säuglingsgerichtet gesprochen wird (Kubicek et al., 2014). Pons und Lewkowicz (2014) schlussfolgerten jedoch aus ihren Untersuchungen, dass schon acht Monate alte Säuglinge audio-visuelle Synchronie bei flüssig gesprochener Sprache wahrnehmen können. Dies ist laut Pons und Lewkowicz (2014) sogar nicht nur bei der Muttersprache, sondern auch bei Sprachen, welche für den Säugling unbekannt sind, möglich. Die Fähigkeit audio-visuelle Synchronie bei Sprache wahrzunehmen, scheint sich demnach im Laufe des ersten Lebensjahres zu entwickeln.

Bei der Auseinandersetzung mit anderen komplexen Reizen, welche nicht sprachlicher, sondern musikalischer Natur sind, zeigen sich ähnliche Muster. Studien konnten zeigen, dass fünf bis sechs Monate alte Säuglinge audio-visuelle Synchronie bei einfachen musikalischen Reizen wahrnehmen können (Bahrick & Lickliter, 2000; Gerson et al., 2015). Als Reiz wurde den Säuglingen in diesen beiden Studien eine Person präsentiert, die auf eine

Trommel schlägt (Bahrick & Lickliter, 2000; Gerson et al., 2015). Audio-visuelle Synchronie wurde auch bei Fingerbewegungen zu einem musikalischen Rhythmus von zehn Monate alten Säuglingen wahrgenommen (Kragness et al., 2020). Eine Studie von Hannon und Kolleg\*innen (2017) beschäftigte sich mit komplexeren musikalischen Reizkombinationen und untersuchte die Wahrnehmung von audio-visueller Synchronie im ersten Lebensjahr zwischen Musik und Tanz. Die Autor\*innen konnten feststellen, dass Säuglinge zwischen acht und zwölf Monaten audio-visuelle Synchronie bei komplexeren musikalischen Reizen wahrnehmen können. Säuglinge zwischen fünf und acht Monaten gelingt dies bei der komplexen Reizkombination eines Musikstücks und einer tanzenden Person jedoch nicht (Hannon et al., 2017). Diesbezüglich ist es wichtig die Komplexität, die diesen Wahrnehmungsprozess kennzeichnet, näher auszuführen. Die Wahrnehmung von audio-visueller Synchronie zwischen Tanz und Musik stellt einen sehr komplexen Prozess dar. Um diese Fähigkeit zu erlangen, muss es den Säuglingen gelingen, aus dem musikalischen Reiz den Takt zu extrahieren. Folglich muss dieser mit den Bewegungsabfolgen und entstehenden Bewegungsmustern in Verbindung gebracht und verglichen werden (Hannon et al., 2017). Aufgrund der vorgestellten Studienergebnissen scheint es, dass die Fähigkeit audio-visuelle Synchronie zwischen komplexen musikalischen Reizen wahrzunehmen, sich erst am Ende des ersten Lebensjahres entwickelt. Dem entgegen stehen jedoch unter anderem Studien, die beleuchten, wie weit die Fähigkeit von Säuglingen Rhythmen und Musik wahrnehmen zu können in der ersten Hälfte des ersten Lebensjahres ausgeprägt ist (Winkler et al., 2009). Im folgenden Kapitel soll diese Thematik näher beleuchtet werden.

### **1.3 Musik und Rhythmen im Säuglingsalter**

Schon vor der Geburt sind Säuglinge mit vielen musikalischen und rhythmischen Reizen konfrontiert, wie beispielsweise ihrem eigenen Herzschlag oder dem ihrer Mutter, Musikstücken oder Sprache (Provasi et al., 2014). Auch Interaktionen im Säuglingsalter sind häufig von Bewegungen begleitet, welche synchron zu Musik oder Rhythmen stattfinden (Trainor & Cirelli, 2015). Zum Beispiel werden Säuglinge meist von Geburt an von ihren Bezugspersonen synchron zum Rhythmus von musikalischen Reizen gewiegt und geschaukelt (Cirelli et al., 2016; Cirelli et al., 2018). Des Weiteren singen Bezugspersonen sehr häufig bei Interaktionen mit ihren Säuglingen (Cirelli et al., 2018; Provasi et al., 2014). Das Singen, welches an Säuglinge gerichtet ist, wird als infant directed singing (IDS) bezeichnet und ist durch spezifische Merkmale gekennzeichnet. IDS hat allgemein eine höhere Frequenz, ein klares rhythmisches Muster und ein langsames und regelmäßigeres Tempo mit mehr Pausen

zwischen den einzelnen Phasen (Malloch & Trevarthen, 2018; Trainor, 1996). Außerdem wird IDS auf emotionaler Ebene als ausdrucksstärker beschrieben. Säuglinge präferieren IDS gegenüber Singen, welches an Erwachsene gerichtet ist (Trainor, 1996). Studien zeigen weiters, dass IDS, ähnlich wie säuglingsgerichtete Sprache, die Aufmerksamkeit der Säuglinge auf sich zieht (Costa-Giomi & Ilari, 2014). Somit spielt IDS eine zentrale Rolle bei den ersten Erfahrungen von Säuglingen mit musikalischen Reizen.

Allgemein haben Säuglinge eine sehr sensitive Wahrnehmung beim Hören von Musikstücken (Háden et al., 2015). Diverse Autor\*innen zeigten auf, dass Säuglinge Unterschiede in der Musik, wie beispielsweise Unterschiede in der Tonhöhe, dem Tempo oder dem rhythmischen Muster wahrnehmen können und auf diese reagieren (Bahrack et al., 2002; Hannon & Trebhub, 2005a; Lewkowicz, 2003; Malloch & Trevarthen, 2018). Winkler und Kolleg\*innen (2009) beschäftigten sich außerdem mit der Fähigkeit von Säuglingen den Takt eines Musikstückes wahrnehmen zu können. Die Ergebnisse zeigten, dass schon Neugeborene über die Wahrnehmung des Takts bei musikalischen Reizen verfügen. Die Forscher\*innen schlossen daraus, dass die Wahrnehmung des Taktes von Musikstücken als angeboren angesehen werden kann und Säuglinge schon von Geburt an über sehr gute musikalische Fähigkeiten verfügen (Winkler et al., 2009). Die Wahrnehmung von auditiven Rhythmen kann außerdem durch das vestibuläre Wahrnehmungssystem beeinflusst werden (Phillips-Silver & Trainor, 2005; Trainor & Cirelli, 2015). Sieben Monate alte Säuglinge, welche zuvor passiv in einem bestimmten Rhythmus geschaukelt wurden, präferierten anschließend auditive Reize mit demselben Rhythmus (Phillips-Silver & Trainor, 2005). Es kann somit davon ausgegangen werden, dass Bewegungen oder bewegt werden im Rhythmus von Musik, die akustische Interpretation des Taktes beeinflusst (Phillips-Silver & Trainor, 2005; Trainor & Cirelli, 2015). Allgemein scheint es so, wie bereits erwähnt, dass Musik und Bewegung sehr häufig in Kombination vorkommen (Cirelli et al., 2016; Phillips-Silver & Trainor, 2005). Zusammenfassend wird deutlich, dass Musik, Rhythmen und die Bewegung dazu im Leben eines Säuglings von Geburt an eine bedeutsame Rolle spielen und Säuglinge schon sehr früh über eine gute Wahrnehmung von Musik und Rhythmen verfügen (Háden et al., 2015; Winkler et al., 2009). Des Weiteren scheint es, dass IDS einen zentralen Teil bei der Erfahrung von Säuglingen mit Musik ist und die Aufmerksamkeit von Säuglingen besonders durch IDS angezogen wird (Costa-Giomi & Ilari, 2014). Im folgenden Kapitel wird nun die individuelle Erfahrung von Säuglingen mit musikalischen Reizen näher betrachtet.

## 1.4 Musikalische Vorerfahrung

Neben der Betrachtung der Fähigkeit zur Wahrnehmung von audio-visueller Synchronie bei Säuglingen, ist es zentral welche Faktoren ihre Wahrnehmung beeinflussen. Ob oder wieviel Erfahrung und aktive und passive Auseinandersetzung die Säuglinge schon mit musikalischen Reizen hatten, kann ausschlaggebend dafür sein, wie Musik wahrgenommen wird. Dies zeigten zum Beispiel Untersuchungen von Hannon und Trehub (2005a; 2005b). Die beiden Autor\*innen berichteten, dass die Auseinandersetzung mit musikalischen Reizen im ersten Lebensjahr beeinflusst, wie zeitliche Strukturen in Musikstücken wahrgenommen werden (2005b) und im ersten Lebensjahr eine Art Spezialisierung für ein bestimmtes Musiksystem erfolgt (2005a). Allgemein können Musikstücke verschiedenen Musiksystemen zugeordnet werden und jedes System zeichnet sich durch unterschiedliche Takte und Beats aus. Hannon und Trehub (2005a) gehen davon aus, dass Säuglinge im ersten Lebensjahr ihre Takt- beziehungsweise Beat-Wahrnehmung auf die in ihrer Umwelt vorherrschenden Takte und Beats des jeweiligen Musiksystems spezialisieren. Auch eine weitere Studie zeigte, dass individuelle Unterschiede bei der Verarbeitung von musikalischen Reizen in Zusammenhang mit Unterschieden in der musikalischen Vorerfahrung von Säuglingen und auch ihren Eltern bestehen (Cirelli et al., 2016). Cirelli und Kolleg\*innen (2016) fanden heraus, dass Säuglinge mit und ohne musikalische Erfahrung unterschiedliche EEG-Signale aufweisen, wenn sie einen Rhythmus zu hören bekamen. Es wurden größere EEG-Amplituden bei Säuglingen gefunden, die an einem Musikkurs teilnahmen oder von denen die Eltern musikalisch waren. Die Autor\*innen schlussfolgerten, dass die musikalische Erfahrung von Säuglingen die Musik- und Rhythmuswahrnehmung und -verarbeitung beeinflusst (Cirelli et al., 2016). Der Einfluss von musikalischen Erfahrungen auf die Wahrnehmung von Rhythmen im Säuglingsalter bestätigten auch Phillips-Silver und Trainor (2005). Sie zeigten, dass die Präferenz für einen bestimmten Rhythmus mit vorherigen Erfahrungen mit den präsentierten Rhythmen in Zusammenhang steht (Phillips-Silver & Trainor, 2005).

Der Einfluss von individuellen musikalischen Erfahrungen auf die Wahrnehmung von audio-visueller Synchronie wurde jedoch besonders im Säuglingsalter noch wenig untersucht. Untersuchungen von Gerson und Kolleg\*innen (2015) konnten jedoch erste Erkenntnisse über sechs Monate alte Säuglinge gewinnen. Gerson und Kolleg\*innen (2015) haben nachgewiesen, dass Säuglinge, die zuvor aktive musikalische Vorerfahrung in Form von aktivem Trommeln hatten, im Gegensatz zu Säuglingen ohne diese vorangegangene Erfahrung, eher audio-visuelle Synchronie wahrnehmen konnten. Die Forscher\*innen

schlussfolgerten, dass aktive musikalische Erfahrungen, wie selbst trommeln, die Sensibilität für multimodale Synchronie beeinflusst (Gerson et al., 2015). Kragness und Kolleg\*innen (2020) fanden bei einer Untersuchung von zehn Monate alten Säuglingen entsprechende Ergebnisse. Eine Eye-Tracking-Studie anhand des Präferenzparadigmas zeigte, dass die aktive Auseinandersetzung mit musikalischen Handlungen die Präferenz für asynchrone Reize verkleinert und Säuglinge mit mehr aktiver Erfahrung eher zum synchronen Reiz schauten. Daraus schlossen die Autor\*innen, dass die aktive musikalische Vorerfahrung Einfluss auf die Wahrnehmung von (A-) Synchronie bei audio-visuellen Reizen hat (Kragness et al., 2020). Zusammenfassend kann aufgrund dieser Studienergebnisse vermutet werden, dass die Vorerfahrung von Säuglingen mit musikalischen Reizen einen Einfluss auf die kindliche Fähigkeit audio-visuelle Synchronie wahrzunehmen, haben könnte. Aufgrund dessen wird in dieser Arbeit musikalische Vorerfahrung als Einflussfaktor auf die kindliche Wahrnehmung näher betrachtet.

## 1.5 Online-Studien

Aufgrund der derzeitigen globalen Covid-19 Pandemie haben sich unter anderem auch die Möglichkeiten der entwicklungspsychologischen Forschung verändert. Viele Universitäten und Forschungslabore konnte keine oder kaum Untersuchungen im Labor durchführen. Um jedoch weiterhin Studien umsetzen zu können, wurde auch in der entwicklungspsychologischen Forschung auf online durchgeführte Untersuchungen zurückgegriffen (Lourenco & Tasimi, 2020). Auch schon vor der Covid-19 Pandemie fanden diverse Studien online statt, jedoch nur anhand weniger Methoden und kaum mit Kindern und Säuglingen (Kominsky et al., 2021). Daher fehlt es an Studienergebnissen zur Qualität und dem Erfolg dieser (Bánki et al., unter Review). In diesem Kapitel wird die derzeitige Erkenntnislage über Online-Studien im Besonderen mit Säuglingen und Kindern vorgestellt.

Allgemein haben Online-Studien eine Reihe von Vorteilen gegenüber Studien, welche in Forschungslaboren durchgeführt werden. Online-Studien können oftmals größere und diverse Stichproben rekrutieren, da sie unter anderem zeitlich und örtlich ungebunden sind (Lourenco & Tasimi, 2020; Semmelmann et al., 2017; Semmelmann & Weigelt, 2018; Zaadnoordijk et al., 2021). Dies kann wiederum laut Zaadnoordijk und Kolleg\*innen (2021) zu besserer Power in Studien und erhöhter Generalisierbarkeit und Replizierbarkeit der Ergebnisse führen. Des Weiteren können bei Online-Studien Hürden, wie zum Beispiel das Aufsuchen des Labors, herabgesetzt und Untersuchungen in dem natürlichen Umfeld der Teilnehmenden umgesetzt werden (Lourenco & Tasimi, 2020; Zaadnoordijk et al., 2021).

Lourenco und Tasimi (2020) sehen weiters bei online durchgeführten Erhebungen einen besonderen Vorteil für Längsschnittstudien, da die wiederholte Teilnahme erleichtert werden kann. Online-Studien sind außerdem bei Längsschnitt- als auch Querschnittstudien für die Forschenden und die Teilnehmenden kostengünstig und zeitsparend, da die Datenerhebungen ortsungebunden und oftmals automatisiert und parallel stattfinden können (Lourenco & Tasimi, 2020; Semmelmann et al., 2017; Semmelmann & Weigelt, 2018; Zaadnoordijk et al., 2021). Zaadnoordijk und Kolleg\*innen (2021) merken außerdem als zentralen Vorteil an, dass besonders während der Covid-19 Pandemie durch Online-Studien vulnerable Gruppen, wie unter anderem Säuglinge, geschützt und Infektionen verhindert werden können. Neben den vielfältigen Vorteilen von Online-Studien müssen jedoch auch die Nachteile beleuchtet werden. Bei online durchgeführten Studien brauchen die Teilnehmenden ausnahmslos einen Computer mit einer funktionstüchtigen Internetverbindung und öfters auch Webcams, Lautsprecher und Mikrofon zur Verfügung. Dies kann für einige interessierte Personen ein Hindernis darstellen, da viele nicht über solche Geräte und eine entsprechende Internetverbindung verfügen (Kominsky et al., 2021; Lourenco & Tasimi, 2020). Lourenco und Tasimi (2020) merken an, dass es durch Online-Studien und den gerade genannten Voraussetzungen folglich zu einer Verminderung der Diversität der Stichproben kommen kann, da einkommensschwache Haushalte und Minderheiten der Zugang verwehrt wird. Dies kann laut den Autor\*innen zu einer Limitierung der Generalisierbarkeit der Studienergebnisse führen und auch die Reproduzierbarkeit dieser infrage stellen. Um dem entgegenzuwirken, sollten besonders bei Online-Studien die demographischen Daten äußerst ausführlich dargestellt werden (Lourenco & Tasimi, 2020). Bei einer Studie, welche Online-Studien und Studien in Laborsettings vergleicht, konnte jedoch kein Unterschied zwischen den beiden Stichproben hinsichtlich der demographischen Variablen gefunden werden (Bánki et al., unter Review). Da allgemein die untersuchten Stichproben in (entwicklungs-) psychologischen Studien über eine geringe Diversität verfügen und hauptsächlich westliche, gebildete, industrialisierte, wohlhabende und demokratische Personengruppen untersucht werden (Nielsen et al., 2017), scheinen sowohl Online-Studien als auch Laborstudien von der Problematik der eingeschränkten Diversität betroffen zu sein.

Datenerhebungen online können auf verschiedenste Art und anhand diverser Methoden durchgeführt werden (Kominsky et al., 2021; Zaadnoordijk et al., 2021). Grob können Online-Studien in zwei Gruppen unterteilt werden, in moderierte und unmoderierte Studien. Unter moderierten Online-Studien werden Studien verstanden, bei denen eine Studienleitung während der Datenerhebung anwesend ist und direkt mit den Teilnehmenden

interagiert. Von unmoderierten Online-Studien wird gesprochen, wenn während der Studienteilnahme keine Studienleitung anwesend ist und die Erhebung vollkommen automatisiert abläuft. Unmoderierte Studie können somit von den Teilnehmenden zu jeder Zeit durchgeführt werden (Kominsky et al., 2021; Zaadnoordijk et al., 2021). In der Forschung mit Säuglingen und Kindern sprechen Kominsky und seine Kolleg\*innen (2021) zusätzlich von einer dritten Art, welche die Eltern als eine Form von Studienleitung einsetzt. Je nach Art können verschiedene Plattformen und Online-Tools Anwendung finden, wie beispielsweise Zoom, Lookit (Scott & Schulz, 2017) oder Labvanced (Finger et al., 2017). Online-Studien können außerdem für verschiedenste Fragestellungen und dementsprechende Methoden eingesetzt werden, wie Kominsky und Kolleg\*innen (2021) anhand von sechs online durchgeführten Fallstudien zeigten. Die Fallstudien untersuchten anhand verschiedener Paradigmas, zum Beispiel dem Habituations-Paradigma, diverse Parameter, wie beispielsweise explorative und spielerische Verhaltensweisen, das Blickverhalten oder verbale Reaktionen (Kominsky et al., 2021). Mit dem Präferenzparadigma, welche in der Entwicklungspsychologie vielfach angewendet wird, beschäftigte sich Semmelmann und Kolleg\*innen (2017). Es konnte gezeigt werden, dass durch online durchgeführte Videoaufnahmen qualitativ hochwertige Daten von vier bis 24 Monate alten Säuglingen gesammelt werden konnten und somit das Präferenzparadigma auch online gut für die Bearbeitung von Fragestellungen eingesetzt werden kann (Semmelmann et al., 2017). Auch Eye-Tracking ist in der Säuglingsforschung eine wichtige und häufig eingesetzte Methode (Bánki et al., unter Review; Wass, 2016). Es gibt jedoch noch wenig Forschung über Online-Studien, welche webcam-basiertes Eye-Tracking näher untersucht haben. Semmelmann und Weigelt (2018) konnten nachweisen, dass webcam-basiertes Eye-Tracking bei Erwachsenen genaue und qualitative Daten liefern kann und somit die Anwendbarkeit dieser Methode bei Online-Studien für erwachsene Personen gegeben ist. Bánki und Kolleg\*innen (unter Review) untersuchten webcam-basiertes Eye-Tracking im Vergleich zu labor-basiertem Eye-Tracking bei vier bis sechs Monate alten Säuglingen. Es wurde gezeigt, dass sowohl die Qualität der Eye-Tracking-Daten als auch der Video-Daten im Labor höher war. Die webcam-basierten Eye-Tracking- und Video-Daten konnten jedoch das Blickverhalten der Säuglinge genauso gut wiedergeben wie die labor-basierten Daten (Bánki et al., unter Review). Aufgrund der derzeitigen Studienlage kann somit davon ausgegangen werden, dass auch Online-Studien für entwicklungspsychologische Untersuchungen von Säuglingen und Kindern herangezogen und die Vorteile von online durchgeführten Erhebungen ausgeschöpft werden können.

Fragestellungen können anhand diverser Methoden in Online-Studien bearbeitet werden, um neue Erkenntnisse über die Entwicklung im Säuglings- und Kindesalter gewinnen zu können.

## 2 Fragestellungen und Hypothesen

Aufgrund des theoretischen Hintergrunds kann nun geschlussfolgert werden, dass die Fähigkeit audio-visuelle (A-) Synchronie wahrzunehmen bei komplexen Reizkombinationen, wie Musik und Tanz beziehungsweise Bewegung, sich erst am Ende des ersten Lebensjahres entwickelt (Hannon et al., 2017). Säuglinge bis zu sechs Monaten verfügen noch nicht über diese Fähigkeit (Hannon et al., 2017). Bei einfachen musikalischen Reizen und Bewegungen, wie die Präsentation einer Person, die auf eine Trommel schlägt, gelingt dies jedoch schon in den ersten sechs Lebensmonaten (Bahrick & Lickliter, 2000; Gerson et al., 2015). Allgemein scheint die Fähigkeit zeitliche Synchronie bei einfachen audio-visuellen Reizen wahrzunehmen schon in den ersten sechs Lebensmonaten vorhanden zu sein (Bahrick 2001; Kopp, 2014; Kopp & Dietrich, 2013; Lewkowicz, 1996; Pons et al., 2012; Provasi et al., 2017). Des Weiteren geht aus diversen Studien hervor, dass Säuglinge schon von Geburt an eine feine Wahrnehmung von musikalischen Reizen, Rhythmen und deren Takt haben (Háden et al., 2015; Winkler et al., 2009) und besonders IDS die Aufmerksamkeit von Säuglingen gewinnt (Costa-Giomi & Ilari, 2014). Außerdem reagieren Säuglinge allgemein sensibel auf Synchronie in diversen Kontexten (Feldman, 2012; Provasi et al., 2014; Wass et al., 2020). Sie erleben diese sehr häufig in alltäglichen Situationen (Cirelli et al., 2016; Feldman, 2021; Trainor & Cirelli, 2015) und schon bevor sie geboren werden (Provasi et al., 2014). Somit stellt sich die Frage, ob Säuglinge in der ersten Hälfte des ersten Lebensjahres audio-visuelle Synchronie, auch bei der Reizkombination Musik und Bewegung, wahrnehmen können, wenn die Reize einfach und sozial bedeutsam sind. Als einfacher und sozial bedeutsamer auditiv-musikalischer Reiz kann aufgrund der empirischen Erkenntnisse IDS herangezogen werden (Costa-Giomi & Ilari, 2014). Als einfacher und sozial bedeutsamer visueller Reiz ist die Präsentation von Peers zu bevorzugen (Sanefuji et al., 2005). Sanefuji und Kolleg\*innen (2005) zeigten, dass Säuglinge präferiert visuelle Reize von anderen Säuglingen ansehen. Bei der Betrachtung der Wahrnehmungs-Fähigkeit von Säuglingen in der ersten Hälfte des ersten Lebensjahres von audio-visueller Synchronie bei Musik und Bewegung, muss auch die musikalische Vorerfahrung mitberücksichtigt werden. Wie Studien zeigen, beeinflusst individuelle Erfahrung mit Musik die Wahrnehmung der Säuglinge von Musik und Rhythmen (Cirelli et al., 2016; Hannon & Trehub, 2005a, 2005b) und wie audio-visuelle Synchronie im Säuglingsalter wahrgenommen wird (Gerson et al., 2015; Kragness et al., 2020). Das Ziel

dieser Studie ist es demnach, herauszufinden, ob Säuglinge in den ersten sechs Lebensmonaten audio-visuelle Synchronie wahrnehmen können, wenn die Reize einfach und sozial bedeutsam gestaltet sind und ob ihre Wahrnehmung von individueller musikalischer Vorerfahrung beeinflusst wird. Auf Basis dieser theoretischen Überlegungen und den präsentierten empirischen Studien ergaben sich somit die folgenden Fragestellungen und Hypothesen, welche mittels der vorliegenden Studie untersucht wurden.

Fragestellung 1: Nehmen vier bis sechs Monate alte Säuglinge audio-visuelle Synchronie wahr?

Hypothese 1: Vier bis sechs Monate alte Säuglinge nehmen audio-visuelle Synchronie wahr, wenn die Reize einfach und sozial bedeutsam sind.

Fragestellung 2: Beeinflusst die musikalische Vorerfahrung der Säuglinge ihre Wahrnehmung von audio-visueller Synchronie?

Hypothese 2: Es gibt einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Fähigkeit von Säuglingen audio-visuelle Synchronie wahrzunehmen und der musikalischen Vorerfahrung der Säuglinge.

Explorativ wurde außerdem der Hypothese nachgegangen: vier bis sechs Monate alte Säuglinge nehmen audio-visuelle Synchronie nicht wahr, wenn die Reize komplex sind. Darüber hinaus untersuchte die vorliegende Studie die Wahrnehmungs-Fähigkeit der Säuglinge unabhängig der Komplexität. Explorativ wurde auch betrachtet, ob Säuglinge eine Präferenz für den synchronen oder asynchronen Reiz aufweisen.

### 3 Methode

Die vorliegende Studie wurde im Rahmen eines Forschungsprojekts des Instituts für Psychologie der Entwicklung und Bildung im Arbeitsbereich der Entwicklungspsychologie (Wiener Kinderstudien) an der Universität Wien umgesetzt.

#### 3.1 Stichprobenbeschreibung

Die schlussendliche Stichprobe umfasste einen Umfang von 35 vier bis sechs Monate alten Säuglingen ( $n = 35$ ) und bestand aus 66 % männlichen ( $n = 23$ ) und 34 % weiblichen ( $n = 12$ ) Teilnehmenden. Die Säuglinge waren zum Testzeitpunkt durchschnittlich 4.77 Monate alt ( $SD = .91$ ). Es wurde 19 vier Monate ( $n = 19$ ), 5 fünf Monate ( $n = 5$ ) und 11 sechs Monate

( $n = 11$ ) alte Säuglinge in den vorliegenden Datensatz inkludiert. Die Säuglinge wurden durchschnittlich in der 39.68 Schwangerschaftswoche ( $SD = 1.15$  SSW) geboren, demnach gelten alle Teilnehmenden als reif geboren. Die Säuglinge hatten ein durchschnittliches Geburtsgewicht von 3527.49 g ( $SD = 412.87$  g) und waren im Mittel bei der Geburt 51.49 cm ( $SD = 2.29$  cm) groß. Der APGAR-Score nach zehn Minuten wies keine Besonderheiten auf (Wert 10). Außerdem waren den Bezugspersonen zum Testzeitpunkt keine Seh- oder Hörbeeinträchtigungen bekannt.

In 89 % ( $n = 31$ ) der untersuchten Familien wurde Deutsch gesprochen. Fünfundzwanzig dieser Familien sprachen nur Deutsch ( $n = 25$ ) und sechs Säuglinge ( $n = 6$ ) wuchsen mehrsprachig auf. Außer Deutsch sprachen die Familien Bulgarisch, Französisch, Italienisch, Polnisch, Spanisch, Tschechisch, Englisch oder Slowakisch. Die Studie wurde zweimal auf Englisch und ansonsten auf Deutsch aufgerufen. Familien, die Ungarisch sprachen, wurden aus der Studie ausgeschlossen, da der auditive Reiz, das ungarische Kinderlied, für alle teilnehmenden Säuglinge unbekannt sein sollte.

Die Mütter der Teilnehmenden waren durchschnittlich 34.06 Jahre ( $SD = 4.78$  Jahre) und die Väter 38 Jahre ( $SD = 8.51$  Jahre) alt. Aufgrund der Bildungsabschlüsse kann davon ausgegangen werden, dass die Familien vorwiegend einen hohen sozioökonomischen Status aufwiesen. Die Mütter der Teilnehmenden hatten zu 86 % ( $n = 30$ ) und die Väter zu 66 % ( $n = 23$ ) einen Universitätsabschluss. Vierzehn Prozent ( $n = 5$ ) der Väter der Teilnehmenden wiesen als höchsten Bildungsabschluss einen Lehrabschluss auf. Eine der Mütter ( $n = 1$ ) gab an momentan alleinerziehend zu sein. Elf der Säuglinge ( $n = 11$ ) wuchsen mit Geschwisterkindern auf.

Vierundfünfzig Prozent der Bezugspersonen der Säuglinge spielten ein Instrument ( $n = 19$ ). Von diesen ging jedoch nur eine Bezugsperson dieser Tätigkeit professionell nach ( $n = 1$ ). Auch im Chor sang nur eine befragte Bezugsperson professionell ( $n = 1$ ). Als Hobby gingen dem Chorsingen vier Bezugspersonen nach ( $n = 4$ ). Auf einer 1-5 Skala schätzten sich die befragten Bezugspersonen zu 40 % als eher ( $n = 14$ ) und zu 29 % als mittelmäßig musikalisch ( $n = 10$ ) ein.

Die Studienteilnahme erfolgte in 94 % der Fälle mit einem Laptop ( $n = 33$ ). Nur zwei Teilnehmende verwendeten ein PC-Standgerät ( $n = 1$ ) oder ein Tablet ( $n = 1$ ). Die benutzten Geräte verfügten zu 66 % über ein Betriebssystem von Windows ( $n = 23$ ). Die weiteren Geräte liefen über Betriebssysteme von Apple wie macOS ( $n = 11$ ) oder iOS ( $n = 1$ ).

Die Rekrutierung der Bezugspersonen der Studienteilnehmer\*innen erfolgte über die freiwillige Datenbank der Wiener Kinderstudien, die Website der Wiener Kinderstudien (Kinderstudien.at), Aufrufe in den sozialen Medien (Facebook, Instagram, Twitter) und die Online-Plattform „Kinder schaffen Wissen“ (KinderSchaffenWissen.de). Die freiwillige Datenbank der Wiener Kinderstudien rekrutiert über das Allgemeine Krankenhaus Wien diverse Elterngruppe und über sozialen Medien laufend Familien, welche sich bei Interesse über ein Online-Formular in die Datenbank eintragen können. Bezugspersonen von Säuglingen im Alter von vier bis sechs Monaten wurden anschließend per Anruf oder E-Mail kontaktiert und über die Studie informiert. Die Studienteilnahme erfolgte freiwillig und die Bezugspersonen mussten vor der Teilnahme online dem Informed Consent zustimmen. Zu Beginn des Forschungsprojekts wurde die Studie von der Ethikkommission der Universität Wien genehmigt.

### **3.2 Untersuchungsdesign**

Die Fragestellungen wurden mittels einer experimentellen Online-Querschnittstudie bearbeitet. Die Online-Studie erfolgte anhand des Präferenzparadigma. Vier bis sechs Monate alte Säuglinge wurden mittels webcam-basierten Eye-Tracking und Videoaufnahmen über die Online-Plattform LabVanced (Finger et al., 2017) untersucht. Zusätzlich wurden den Bezugspersonen über LabVanced verschiedene Fragebögen vorgelegt. Die Studienteilnahme war auf Deutsch und Englisch möglich. Bei der Online-Plattform LabVanced handelt es sich um eine JavaScript Webanwendung, mit der vielfältige Online-Studien entworfen und durchgeführt werden können (Finger et al., 2017).

### **3.3 Studienablauf**

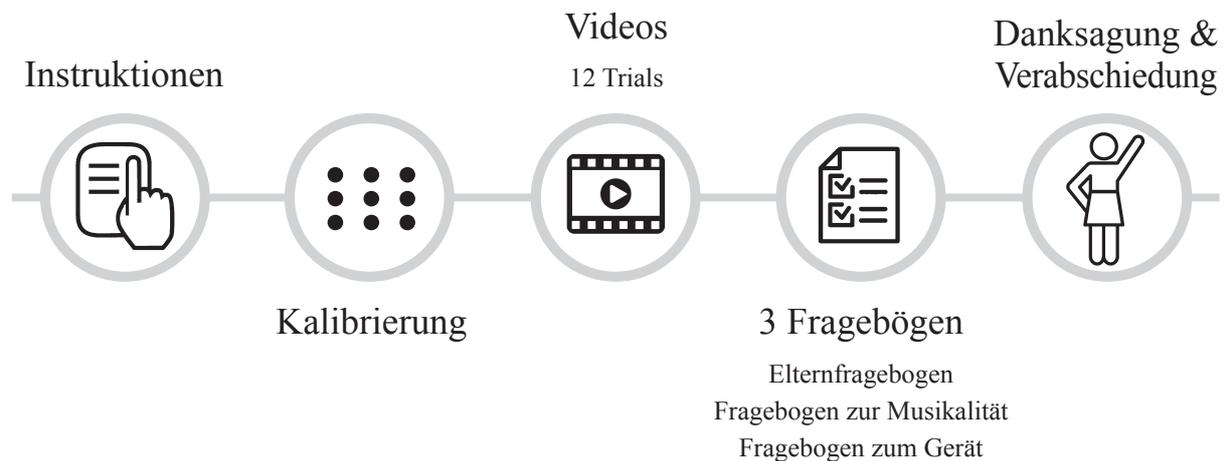
Die Bezugspersonen bekamen auf der Entwicklungspsychologie Homepage Informationen über die Studienteilnahme bereitgestellt und wurden dort über die Teilnahmebedingungen aufgeklärt. Online stimmten sie folglich dem Informed Consent zu und erhielten im Anschluss eine automatisierte E-Mail. In dieser E-Mail wurde den Bezugspersonen eine Kopie des Informed Consent und weitere Informationen zur Teilnahme zugesendet. Beispielsweise wurde der Link zur Studie und das dazugehörige Passwort bereitgestellt. Über den versendeten Link riefen die Eltern nun die Studie auf der Online-Plattform LabVanced (Finger et al., 2017) auf und nahmen an dieser zum gewünschten Zeitpunkt von Zuhause oder einem anderen ruhigen Ort teil.

Die Studienteilnahme war über Standcomputer und Laptops mit Betriebssystemen von Linux, Mac oder Windows oder Android Tablets und iPads möglich, wenn diese über eine interne oder externe Webcam und Lautsprecher verfügten. Eine Teilnahme über Smartphones war leider nicht möglich, da die Bildschirmgröße dieser Geräte für die vorliegende Studie nicht ausreichend war. Der Link zur Studie konnte in den Browsern Chrome, MS Edge und Opera geöffnet werden. Nach dem Öffnen des Links und der Eingabe des Passwortes begann die Teilnahme. Der genau Studienablauf ist in Abbildung 1 dargestellt. Zu Beginn wurden den Proband\*innen erstmals eine kurze Instruktion über den Studienablauf vorgelegt. Die Bezugspersonen wurde darüber informiert für die Studienteilnahme einen ruhigen Ort aufzusuchen und sich so zu positionieren, dass sich hinter ihnen keine Lichtquelle befindet. Das verwendete Gerät sollte auf einen Tisch gestellt werden und der Säugling möglichst aufrecht auf dem Schoß der Bezugsperson gesetzt werden, so dass der Säugling etwa 60 cm von dem Bildschirm entfernt saß. Außerdem wurden die Bezugspersonen gebeten selbst eine Sonnenbrille aufzusetzen, um zu verhindern, dass das Eye-Tracking-Programm die Augen der Bezugsperson erkennt. Die Bezugspersonen wurden außerdem aufgefordert sich während der Studie nicht zu bewegen, ihr Kind nicht anzusprechen oder anders mit ihm in Kontakt zu treten. Zusätzlich wurde den Bezugspersonen erklärt wie die Studie pausiert, abgebrochen oder einzelne Teile übersprungen werden können. In der Instruktion wurde neben der Bereitstellung von diesen allgemeinen Informationen auch die Prüfung der Internet Download-Geschwindigkeit durchgeführt, welche mindesten 10-16 MB/s aufweisen sollte, da sonst die Teilnahme gestört werden könnte. Des Weiteren wurden die Funktionstüchtigkeit und Positionierung der Webcam und der Lautsprecher und die Einstellung der Lautstärke getestet. Anschließend erfolgte die Kalibrierung des Eye-Tracking. Nach der säuglingsgerechten 9-Punkt Kalibrierung erfolgte ein kurzer Ladeprozess, während dem ein Video einer Katze zu sehen war. Danach wurden die zwölf Trials der Videos präsentiert. Vor jedem Trial wurde ein circa drei Sekunden langes Video von einem sich drehenden Stern zu säuglingsfreundlichen Tönen präsentiert, um die Aufmerksamkeit des Kindes erneut auf die Mitte des Bildschirms zu lenken. Nach der Präsentation der Videos füllten die Bezugspersonen den Elternfragebogen, den Fragebogen zur Musikalität und den Fragebogen über ihr technisches Gerät aus. Abschließend erfolgten die Danksagung, die Verabschiedung und die Präsentation von Kontaktmöglichkeiten. Die Studienteilnahme dauerte ungefähr 20 Minuten, von denen die Säuglinge circa 6 Minuten die Videos ansahen. Nach der Teilnahme erhielten die Eltern abschließend eine E-Mail, in der erneut eine Danksagung erfolgte und eine Leseprobe der eBook-Version des Buches „Das Kinderverstehbuch“ von Sandra

Winkler, der Link für die aus der Forschung entwickelten Elterntipps und eine Urkunde für die Teilnahme übermittelt wurde.

## Abbildung 1

### Studienablauf



*Anmerkung.* Die zwölf Trials wurden in pseudo-randomisierter Reihenfolge und Position präsentiert.

### 3.4 Gemessene Variablen und Messinstrumente

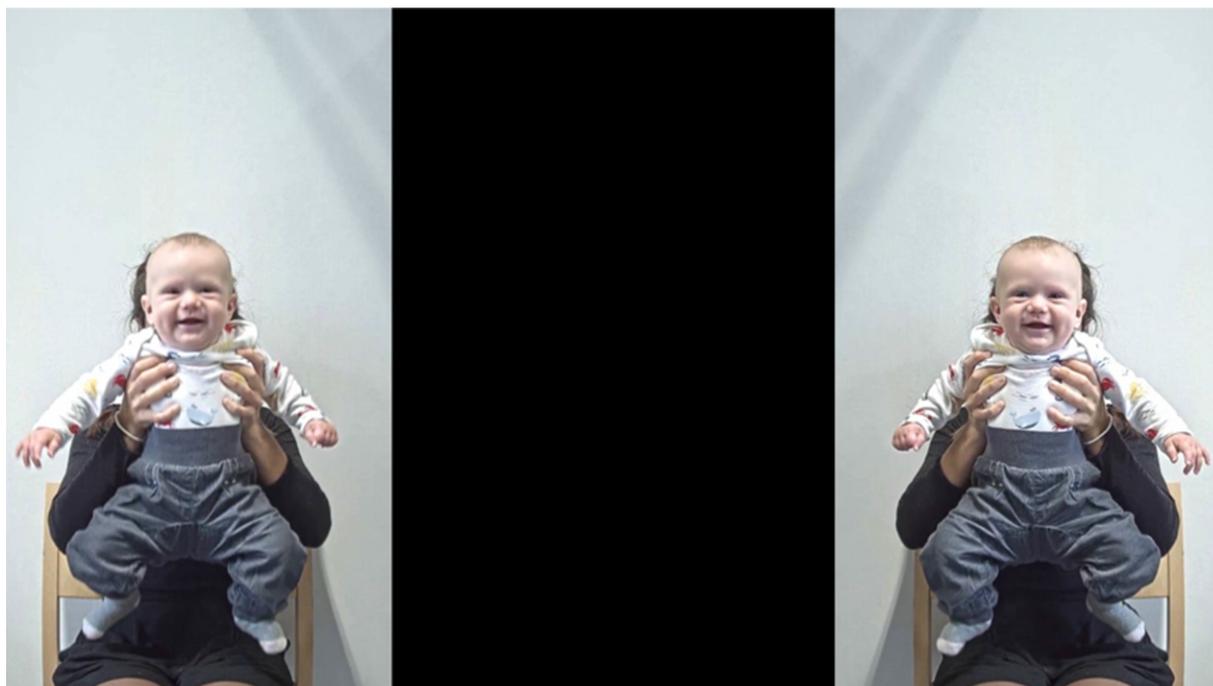
Den Säuglingen wurden über die Plattform LabVanced (Finger et al., 2017) gleichzeitig zwei von Musik begleitete Videos nebeneinander präsentiert. Die Videos dauerten circa 23 Sekunden. Bei dem auditiven Stimulus handelte es sich um ein ungarisches Kinderlied. Der visuelle Stimulus wurde mittels einer sich bewegenden beziehungsweise tanzenden Person dargestellt. Die beiden Videos unterschieden sich bezüglich der Synchronie mit dem auditiven Stimulus. Eines der beiden wurde synchron und das andere asynchron zur Musik präsentiert. Das ungarische Kinderlied war in einen Viervierteltakt. Die Bewegungen der Person als visuelle Reize wurden in der synchronen Bedingung auch im Viervierteltakt durchgeführt und die Betonung lag auf dem ersten Schlag. Bei der asynchronen Bedingung jedoch erfolgten die Bewegungen in einem Dreivierteltakt und die Betonung lag erneut auf dem ersten Schlag.

Außerdem wurde die Komplexität der auditiven und visuellen Stimuli manipuliert. Es gab zwei Bedingungen, eine einfache und eine komplexe. Bei der einfachen und sozial bedeutsamen Bedingung sahen die Säuglinge einen anderen Säugling, der auf und ab gehoben wird. In Abbildung 2 ist der visuelle Reiz der einfachen Bedingung dargestellt. Als auditiver

Reiz wurde eine einfache säuglingsgerechte Version des Kinderliedes abgespielt. Bei dieser Version des ungarischen Kinderliedes wird das Lied nur von einer einzelnen weiblichen Stimme ohne instrumentelle Begleitung gesungen und kann als IDS bezeichnet werden.

## **Abbildung 2**

*Der visuelle Reiz der einfachen Bedingung*

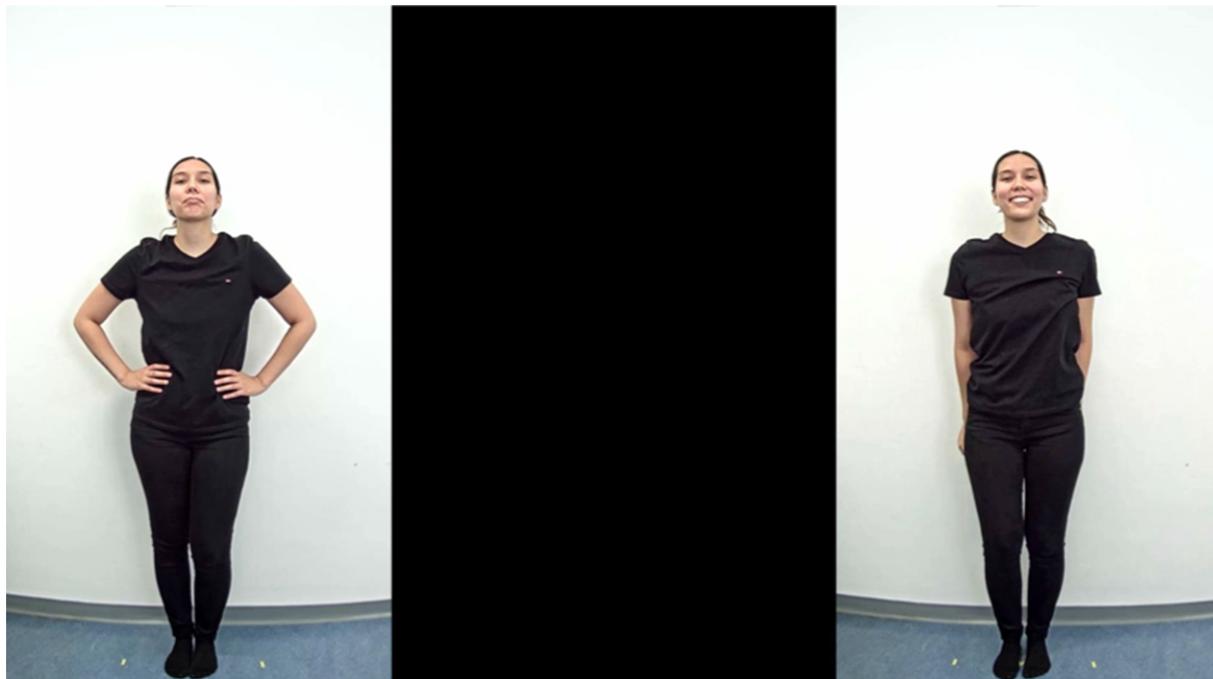


*Anmerkung.* Die Abbildung 2 zeigt ein Foto der präsentierten Videos bei der einfachen Bedingung.

Bei der komplexen Bedingung sah der Säugling als visuellen Reiz eine tanzende Frau. In Abbildung 3 ist der visuelle Reiz der komplexen Bedingung dargestellt. Das Video wurde in dieser Bedingung von einer komplexeren Version des Kinderliedes begleitet. Bei dieser Version wurde das ungarische Kinderlied von zwei Stimmen gesungen und auch Instrumente begleiteten den Gesang. Diese Version des Kinderliedes entspricht nicht dem IDS.

### Abbildung 3

*Der visuelle Reiz der komplexen Bedingung*



*Anmerkung.* Die Abbildung 3 zeigt ein Foto der präsentierten Videos bei der komplexen Bedingung.

Bei beiden Bedingungen gab es jeweils sechs Durchgänge beziehungsweise Trials. Insgesamt sahen die Säuglinge somit zwölf 23-sekündige Trials, bei denen die einfache und die komplexe Bedingung abwechselnd präsentiert wurden. Vor jedem Trial wurde ein drei Sekunden langes Video von einem sich drehenden Stern und dazugehörigem Ton dargeboten. Die Abfolge ist in Abbildung 4 dargestellt. Vier pseudo-randomisierte Listen wurden erstellt, von denen zwei mit der einfachen und zwei mit der komplexen Version der Stimuli begann, um Reihenfolge- und Positionseffekte zu vermeiden. Mit welcher Positionierung (rechts oder links) der synchronen und asynchronen Videos begonnen wurde, erfolgte auch pseudo-randomisiert. Die Zuordnung der Säuglinge zu den vier möglichen Listen erfolgte zufällig.

#### Abbildung 4

##### Abfolge der Trials



*Anmerkung.* Die Abbildung 4 zeigt, die Abfolge, in welcher die verschiedenen Reize und Bedingungen präsentiert wurden. Für die Abbildung wurde als Beispiel eine Liste ausgewählt, welche mit der Präsentation der einfachen Bedingung beginnt.

Für die Beantwortung der Fragestellung wurde das Blickverhalten der Säuglinge während der Präsentation der Videos herangezogen. Das Blickverhalten wurde über webcam-basiertes Eye-Tracking und Videoaufnahmen erhoben. Da es sich bei webcam-basierten Eye-Tracking bei Säuglingen um eine sehr neue und nicht gut untersuchte Methode handelt (Bánki et al., unter Review; Kominsky et al., 2021), sollte das Heranziehen der kodierten Video-Daten die Aussagekraft der Ergebnisse zusätzlich unterstützen. Die gesammelten Video-Daten wurden mittels Datavyu (Datavyu Team, 2014) kodiert. Für die Bestimmung der Interrater-Reliabilität wurden 20 % der Video-Daten von zwei unabhängigen Beobachter\*innen kodiert. Es wurde das Blickverhalten der Säuglinge (Blick nach links, rechts, in die Mittel oder weg vom Bildschirm) und Störverhalten von den Bezugspersonen aufgezeichnet. Es wurde kein elterliches Störverhalten festgestellt. Die Interrater-Reliabilität wurde anschließend für das Blickverhalten der Säuglinge mittels Cohen's Kappa berechnet. Es konnte mit einem Cohen's Kappa von  $K = .93$  eine hohe Übereinstimmung gefunden werden (Cohen, 1960).

Zur Bearbeitung der ersten Fragestellung „Nehmen Säuglinge in der ersten Hälfte des ersten Lebensjahres audio-visuelle Synchronie wahr?“ wurde das Blickverhalten der Säuglinge analysiert. Anhand der Eye-Tracking-Daten und Video-Daten wurden jeweils „Difference Scores“ (DS) berechnet. Die DS ergaben sich über die Zeitdauer, die zu den verschiedenen Reizen geschaut wurde. Die DS wurden berechnet in dem die „relative looking time“ zum asynchronen Reiz von der „relative looking time“ zum synchronen Reiz subtrahiert wurde und dies durch die Summe der „relative looking time“ zum asynchronen Reiz und der „relative looking time“ zum synchronen Reiz dividiert wurde (Senju & Csibra, 2008). Ein positiver DS ( $DS > 0$ ) bedeutet demnach eine Präferenz für den synchronen Reiz. Ein negativer DS ( $DS < 0$ ) sagt aus, dass eine Präferenz für den asynchronen Reiz vorliegt. Ein DS von Null ( $DS = 0$ ) entspricht einem zufälligem Blickverhalten.

Zusätzlich wurden der Bezugsperson des Säuglings drei selbsterstellte Fragebögen vorgelegt, um demographische Daten und zusätzliche Informationen zu erheben. Bei dem ersten Fragebogen handelte es sich um einen Elternfragebogen, der Fragen über das Kind und seine Bezugspersonen stellt. Es wurde unter anderem nach dem Alter des Kindes, dem Geschlecht, der Muttersprache, Geschwisterkindern und Krankheiten gefragt. Außerdem wurden Informationen über die Eltern der Säuglinge gesammelt, wie beispielsweise das Alter, den Beruf, Familien- und Bildungsstand. Der zweite Fragebogen beschäftigte sich mit der Thematik Musikalität und fand mehr über die Erfahrungen der Säuglinge und deren Bezugspersonen mit Musik heraus. Es wurden Fragen wie „Wie oft üben Sie folgende musikalische Tätigkeiten gemeinsam mit Ihrem Kind aus?“ präsentiert. Der letzte Fragebogen versuchte Informationen über das verwendete technische Gerät der Proband\*innen und die Durchführung herauszufinden. Dies gab Aufschluss über die Versuchsbedingungen und eventuelle Probleme während der Testung. Fragen wie „Welches technische Gerät haben Sie zur Teilnahme an der Studie benutzt?“ wurden gestellt.

Die Untersuchung der zweiten Fragestellung „Beeinflusst die musikalische Vorerfahrung der Säuglinge ihre Wahrnehmung von audio-visueller Synchronie?“ erfolgte mit Hilfe der DS und dem Fragebogen zur Musikalität. Die im Fragebogen zur Musikalität angegebenen Wochenstunden, die die Säuglinge mit verschiedenen musikalischen Tätigkeiten, wie zum Beispiel (Vor-) Singen, Musikhören, Musizieren, Trommeln verbringen, wurde als musikalische Vorerfahrung operationalisiert.

### 3.5 Statistische Analysen

Die gesamte statistische Analyse wurde mit Hilfe von Microsoft Excel und dem Statistikprogramm SPSS 27 durchgeführt. Das Signifikanzniveau wurde für alle durchgeführten Analysen auf ein Alpha von  $\alpha = .05$  festgelegt.

Für die Bearbeitung der Hypothese 1 wurden die berechneten DS für die einfachen Bedingungen herangezogen. Die DS der einfachen Bedingung wurden mittels dem Einstichproben *t*-Test gegen Null getestet, da Null einem zufälligen Blickverhalten entspricht. Somit wird davon ausgegangen, wenn sich der DS der einfachen Bedingung signifikant von Null unterscheidet, dass Säuglinge (A-) Synchronie wahrnehmen. Zur Überprüfung der Hypothese 2 sollte eine Pearson-Korrelation erfolgen. Nach der Prüfung der Voraussetzungen wurde jedoch auf die Spearman-Korrelation ausgewichen.

Für explorative Analysen wurde außerdem der Einstichproben *t*-Test gegen Null auf für die DS der komplexen Bedingung und für die DS unabhängig von den Bedingungen durchgeführt. Zusätzlich zur Testung gegen Null wurden die DS der einfachen Bedingung und DS der komplexen Bedingung gegeneinander getestet. Mittels des Einstichproben *t*-Test wurden die DS pro Bedingung gegen den Mittelwert der DS der anderen Bedingung getestet. Des Weiteren wurde ermittelt, ob signifikant mehr Säuglinge eine Präferenz für den synchronen oder den asynchronen Reiz zeigen. Dies wurde mithilfe eines Binomialtests ermittelt, zu dem die Säuglinge anhand ihrer DS gruppiert wurden. Eine Gruppe mit einem DS größer Null (Gruppe 1:  $DS > 0$ ), demnach eine Präferenz für den synchronen Reiz, und eine Gruppe mit einem DS kleiner Null (Gruppe 2:  $DS < 0$ ), demnach eine Präferenz für den asynchronen Reiz, wurden gebildet.

Post-hoc wurde das Blickverhalten nochmals ohne das Heranziehen von DS analysiert. Die Blickdauer zu den verschiedenen Reizen wurde im Verhältnis zur Blickdauer, die insgesamt zum Bildschirm geschaut wurde, untersucht. Ein Blickverhalten, bei welchem 50 % der Zeit zum synchronen und 50 % der Zeit zum asynchronen Reiz geschaut wird, stellt ein zufälliges Blickverhalten dar. Dementsprechend wurden die Verhältnisse, die darstellen wie lange proportional zu gesamten Blickdauer zum Bildschirm zu einem der beiden Reize geschaut wurde, mittels dem Einstichproben *t*-Test gegen den Zufall (.50) getestet. Dies wurde für die Eye-Tracking und Video-Daten und für alle Bedingungen, welche die Voraussetzungen erfüllten, durchgeführt.

## 4 Ergebnisse

Insgesamt wurden 55 Datensätze gesammelt. Vor der statistischen Analyse wurde überprüft, ob die gesammelten Daten alle Voraussetzungen erfüllen und weiterhin inkludiert werden können. Als Ausschlusskriterien galten unter anderem Kenntnisse der ungarischen Sprache, Seh- und Hörschwächen, Probleme während der Testung, wie zum Beispiel starkes Weinen, grobe Ablenkungen oder wiederholtes Ansehen der Videos, ein fehlender oder größer als 300 units „Calibration Error“. Weiters wurde festgesetzt, dass die Säuglinge keine eindeutige Präferenz für eine Position haben durften und mindesten zwei valide Trials pro Bedingung aufweisen müssen. Als valides Trial wurden alle Trials gezählt, in denen mindestens 200 ms auf beide präsentierten Videos geschaut wurden. Aufgrund von fehlenden „Calibration Error“ Daten mussten 15 Säuglinge ( $n = 15$ ) aus der Stichprobe ausgeschlossen werden. Darüber hinaus mussten zwei Säuglinge ( $n = 2$ ) exkludiert werden, da ihr „Calibration Error“ zu hoch war ( $>300$  units). Außerdem konnten die Daten von drei Säuglingen nicht in die Stichprobe mit aufgenommen werden, da die Muttersprache des Säuglings Ungarisch war ( $n = 1$ ), der Säugling während der Studienteilnahme viel weinte ( $n = 1$ ) oder der Säugling die Videos wiederholt angeschaut hatte ( $n = 1$ ). Kein Säugling zeigte eine eindeutige Präferenz für eine Position und schaute mehr als 90 % der Zeit in eine bestimmte Richtung. Alle Säuglinge hatten pro Bedingung mindesten zwei valide Trials. Die Säuglinge wiesen bei den Eye-Tracking-Daten durchschnittlich 11.34 valide Trials ( $SD = 1.63$  Trials) auf. Bei den Video-Daten hatten die Säuglinge im Mittel 11.40 valide Trials ( $SD = 1.14$  Trials). Die untersuchte Stichprobe umfasste einen Umfang von  $n = 35$  Säuglingen.

Vor der Durchführung der statistischen Analysen wurden darüber hinaus die jeweiligen Voraussetzungen der statistischen Verfahren überprüft. Die Voraussetzungen des Einstichproben  $t$ -Test wurden alle begutachtet und schließlich als gegeben beurteilt. Die Prüfung auf Normalverteilung mittels Kolmogorow-Smirnow-Test zeigte eine Normalverteilung der DS der einfachen Bedingung für die Eye-Tracking- und Video-Daten. Die Ergebnisse des Kolmogorow-Smirnow-Test sind in Tabelle 1 dargestellt. Für die Berechnung der Korrelation wird weiters die Variable der musikalischen Vorerfahrung benötigt. Die Variable ist laut des Kolmogorow-Smirnow-Test nicht normalverteilt (siehe Tabelle 1;  $p = .012$ ). Da somit die Voraussetzungen der Person-Korrelation nicht gegeben sind, wurde folglich eine Spearman-Korrelation berechnet, um den Zusammenhang von den DS der einfachen Bedingung und der musikalischen Vorerfahrung zu analysieren. Auch für die explorativen Analysen wurden die entsprechenden Variablen DS der komplexen Bedingung und DS unabhängig von den Bedingungen geprüft. Es zeigte sich, dass die beiden

Variablen laut des Kolmogorow-Smirnow-Test normalverteilt sind. Die Ergebnisse für die Eye-Tracking- und Video-Daten werden in Tabelle 1 angeführt.

**Tabelle 1**

*Ergebnisse der Testung der Variablen auf Normalverteilung*

Daten	Skala	<i>p</i> -Werte
Eye-Tracking	DS_E	.200
	DS_K	.200
	DS_A	.200
Video	DS_E	.200
	DS_K	.192
	DS_A	.200
Fragebogen	Musikalische	.012*
	Vorerfahrung	

*Anmerkung:* Ergebnisse des Kolmogorow-Smirnow-Tests aller Variablen; „DS\_E“: DS der einfachen Bedingung; „DS\_K“: DS der komplexen Bedingung; „DS\_A“: DS unabhängig von den Bedingungen (allgemein); \*  $p < .05$ ;  $n = 35$

Bezüglich der post-hoc Analyse zeigte die Testung der Voraussetzungen der Variablen, dass nur die Variable Blickdauer zum synchronen Reiz unabhängig der Bedingungen bei den Eye-Tracking-Daten keine Normalverteilung aufweist. Diese Variable wurde für weitere Analysen mittels *t*-Test ausgeschlossen. Die Ergebnisse der Testung auf Normalverteilung sind in Tabelle 2 dargestellt.

**Tabelle 2***Ergebnisse der Testung auf Normalverteilung der Blickdauer*

Daten	Bedingung	Reiz	<i>p</i> -Wert
Eye-Tracking	einfach	synchron	.097
		asynchron	.200
	komplex	synchron	.200
		asynchron	.200
	gesamt	synchron	.002**
		asynchron	.200
Video	einfach	synchron	.200
		asynchron	.200
	komplex	synchron	.200
		asynchron	.107
	gesamt	synchron	.200
		asynchron	.200

*Anmerkung:* Ergebnisse des Kolmogorow-Smirnow-Tests der Variablen Blickdauer; \*\*  $p < .01$ ;  $n = 35$

## 4.1 Ergebnisse der Eye-Tracking-Daten

### 4.1.1 Deskriptive Statistik

Die deskriptiven Ergebnisse für die verwendeten Variablen bei der Auswertung der Eye-Tracking-Daten werden in Tabelle 3 dargestellt. Die Kennwerte Mittelwert, Standardabweichung und Range werden angeführt.

**Tabelle 3***Deskriptive Statistik der Variablen für die Eye-Tracking-Daten*

Skala	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Range</i>
DS_E	-.03	.16	-.34 – .28
DS_K	.01	.13	-.24 – .38
DS_A	-.01	.09	-.15 – .22
Musikalische Vorerfahrung	17.61	11.52	1– 40

*Anmerkung:* „DS\_E“: DS der einfachen Bedingung; „DS\_K“: DS der komplexen Bedingung; „DS\_A“: DS unabhängig von den Bedingungen (allgemein); „Musikalische Vorerfahrung“: Anzahl der Wochenstunden, in denen musikalischen Aktivitäten nachgegangen wird;  $n = 35$

Die deskriptive Statistik der Variablen, die für die post-hoc Analyse des absoluten Blickverhaltens herangezogen wurden, ist in Tabelle 4 dargestellt. Es werden die Kennwerte Mittelwert, Standardabweichung und Range angegeben.

**Tabelle 4***Deskriptive Statistik der Blickdauer für die Eye-Tracking-Daten*

Bedingung	Reiz	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Range</i>
einfach	synchron	.31	.07	.17 – .42
	asynchron	.33	.08	.14 – .54
komplex	synchron	.31	.07	.15 – .48
	asynchron	.31	.09	.07 – .50
gesamt	asynchron	.32	.08	.10 – .48

*Anmerkung:*  $n = 35$

#### 4.1.2 Hypothese 1

Der Einstichproben *t*-Test bei einer Testung von DS der einfachen Bedingung gegen Null ergab keinen signifikanten Unterschied,  $t(34) = 0.94$ ,  $p = .352$ . Die DS für die einfache Bedingung unterscheiden sich demnach nicht signifikant von Null, dem Zufall.

#### 4.1.3 Hypothese 2

Die Berechnung der Spearman-Korrelation zeigte einen nicht signifikanten Zusammenhang der DS der einfachen Bedingung und der musikalische Vorerfahrung von  $r(33) = .04, p = .815$ .

#### 4.1.4 Explorative Analysen

Explorativ wurden noch weitere Analysen durchgeführt. Der Einstichproben  $t$ -Test wurde auch für die Testung von den DS der komplexen Bedingung gegen Null angewandt. Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied,  $t(34) = 0.24, p = .813$ . Auch die Testung der DS unabhängig von den Bedingungen gegen Null ergab keinen signifikanten Unterschied,  $t(34) = -0.83, p = .411$ . Die Testung der DS der beiden Bedingungen gegeneinander ergaben keine signifikanten Unterschiede. Die Testung der DS der einfachen Bedingung gegen den Mittelwert der DS der komplexen Bedingung ergab einen  $t$ -Wert von  $t(34) = -1.15 (p = .257)$  und die Testung der DS der komplexen Bedingung gegen den Mittelwert der DS der einfachen Bedingung ergab einen  $t$ -Wert von  $t(34) = 1.32 (p = .196)$ . Die Korrelation zwischen DS der komplexen Bedingung und der musikalische Vorerfahrung ergab einen nicht signifikanten Zusammenhang von  $r(33) = .13 (p = .465)$ . Auch zwischen die DS unabhängig von den Bedingungen und der musikalischen Vorerfahrung zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang,  $r(33) = .08, p = .658$ . Darüber hinaus wurde ein Binomialtest durchgeführt. Die Ergebnisse des Binomialtests sind in Tabelle 5 dargestellt. Es zeigte sich, bei einer angenommenen Verteilung von 50:50, keine überzufällige Präferenz für den synchronen oder asynchronen Reiz.

**Tabelle 5***Ergebnisse des Binomialtests für die Eye-Tracking-Daten*

Skala	<i>p</i> -Wert	Gruppe	Prozentuale Verteilung
Einfache Bedingung	.311	1	40
		2	60
Komplexe Bedingung	1.00	1	49
		2	51
Beide Bedingungen	.311	1	40
		2	60

*Anmerkung:* „Gruppe 1“: Säuglinge, die einen  $DS > 0$  aufweisen; „Gruppe 2“: Säuglinge, die einen  $DS < 0$  aufweisen;  $n = 35$

Die Ergebnisse der post-hoc Analyse der Eye-Tracking-Daten zeigten bei dem Einstichproben *t*-Test gegen .50 bei allen Bedingungen einen signifikanten Unterschied zu einem zufälligen Blickverhalten. Die Ergebnisse des Einstichproben *t*-Tests sind in Tabelle 6 dargestellt. Die Kennwerte *t*-Wert, Freiheitsgrade und *p*-Wert werden angeführt.

**Tabelle 6***Ergebnisse der Einstichproben t-Tests gegen .50 für die Eye-Tracking-Daten*

Bedingung	Reiz	<i>t</i> -Wert	<i>df</i>	<i>p</i> -Wert
einfach	synchron	-16.22	34	< .001**
	asynchron	-11.84	34	< .001**
komplex	synchron	-15.22	34	< .001**
	asynchron	-11.70	34	< .001**
gesamt	asynchron	-13.41	34	< .001**

*Anmerkung:* \*\*  $p < .01$ ;  $n = 35$

## 4.2 Ergebnisse der Video-Daten

### 4.2.1 Deskriptive Statistik

In Tabelle 7 sind die deskriptiven Ergebnisse, Mittelwert, Standardabweichung und Range der Variablen, die für die Analyse der Video-Daten verwendet wurden, angeführt.

**Tabelle 7***Deskriptive Statistik der Variablen für die Video-Daten*

Skala	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Range</i>
DS_E	-.03	.14	-.37 – .28
DS_K	-.03	.16	-.33 – .34
DS_A	-.36	.10	-.31 – .14
Musikalische Vorerfahrung	17.61	11.52	1– 40

*Anmerkung:* „DS\_E“: DS der einfachen Bedingung; „DS\_K“: DS der komplexen Bedingung; „DS\_A“: DS unabhängig von den Bedingungen (allgemein); „Musikalische Vorerfahrung“: Anzahl der Wochenstunden, in denen musikalischen Aktivitäten nachgegangen wird;  $n = 35$

Die deskriptiven Ergebnisse der Variablen, welche für die post-hoc Analysen herangezogen wurden, sind in Tabelle 8 dargestellt. Es werden die Kennwerte Mittelwert, Standardabweichung und Range wiedergegeben.

**Tabelle 8***Deskriptive Statistik der Blickdauer für die Video-Daten*

Bedingung	Reiz	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Range</i>
einfach	synchron	.47	.07	.30 – .63
	asynchron	.50	.07	.35 – .66
komplex	synchron	.47	.08	.33 – .65
	asynchron	.50	.08	.32 – .65
gesamt	synchron	.47	.05	.33 – .56
	asynchron	.50	.05	.42 – .63

*Anmerkung:*  $n = 35$

#### 4.2.2 Hypothese 1

Der Einstichproben *t*-Test von DS der einfachen Bedingung gegen Null zeigte keinen signifikanten Unterschied,  $t(34) = -1.52$ ,  $p = .139$ . Die DS der einfachen Bedingung unterscheidet sich demnach nicht signifikant von Null, dem Zufall.

#### 4.2.3 Hypothese 2

Es ergab sich mittels der Spearman-Korrelation kein signifikanter Zusammenhang der DS der einfachen Bedingung und der musikalischen Vorerfahrung,  $r(33) = .07, p = .712$ .

#### 4.2.4 Explorative Analysen

Explorativ wurden zusätzliche statistische Analysen ausgeführt. Die DS der komplexen Bedingung und die DS unabhängig von den Bedingungen wurden mittels dem Einstichproben  $t$ -Test gegen Null getestet. Für den DS der komplexen Bedingung gegen Null ergab sich mit einem  $t$ -Wert  $t(34) = -1.12$  ( $p = .275$ ) kein signifikanter Unterschied vom Zufall. Der Einstichproben  $t$ -Test für den DS unabhängig von den Bedingungen gegen Null zeigte einen signifikanten Unterschied zum Zufall,  $t(34) = -2.06, p = .048$ . Die Testung der beiden Bedingungen gegeneinander ergaben keine signifikanten Unterschiede. Der DS der einfachen Bedingung gegen den Mittelwert der DS der komplexen Bedingung ergab einen  $t$ -Wert von  $t(34) = -.26$  ( $p = .795$ ). Die Testung des DS der komplexen Bedingung gegen den Mittelwert der DS der einfachen Bedingung zeigte einen  $t$ -Wert von  $t(34) = 2.23$  ( $p = .818$ ). Es konnten keine signifikanten Zusammenhänge der DS der komplexen Bedingung ( $r(33) = -.19, p = .273$ ) und der DS unabhängig von den Bedingungen ( $r(33) = -.25, p = .150$ ) zur musikalischen Vorerfahrung gefunden werden. Abermals wurde ein Binomialtest berechnet. In Tabelle 9 sind die Ergebnisse des Binomialtests abgebildet. Bei einer angenommenen Verteilung von 50:50 zeigte sich bei keiner Bedingung eine überzufällige Präferenz für den synchronen oder asynchronen Reiz.

**Tabelle 9**

*Ergebnisse des Binomialtests für die Video-Daten*

Skala	$p$ -Wert	Gruppe	Prozentuale Verteilung
Einfache Bedingung	.090	1	34
		2	66
Komplexe Bedingung	.736	1	54
		2	64
Beide Bedingungen	.090	1	34
		2	66

*Anmerkung:* „Gruppe 1“: Säuglinge, die einen DS > 0 aufweisen; „Gruppe 2“: Säuglinge, die einen DS < 0 aufweisen;  $n = 35$

Für die post-hoc Analyse der Video-Daten konnte mittels des Einstichproben *t*-Tests gegen .50 bei der einfachen Bedingung und unabhängig von den Bedingungen ein signifikanter Unterschied des Blickverhaltens zum synchronen Reiz und einem zufälligen Blickverhalten gefunden werden. Alle weiteren Ergebnisse der Einstichproben *t*-Tests zeigten keinen signifikanten Unterschied zwischen dem Blickverhalten der Säuglinge und einem zufälligen Blickverhalten. Die Ergebnisse sind in Tabelle 10 angeführt.

**Tabelle 10**

*Ergebnisse der Einstichproben t-Tests gegen .50 für die Video-Daten*

Bedingung	Reiz	<i>t</i> -Wert	<i>df</i>	<i>p</i> -Wert
einfach	synchron	-2.85	34	.007**
	asynchron	0.32	34	.755
komplex	synchron	-1.97	34	.057
	asynchron	0.25	34	.804
gesamt	synchron	-3.55	34	.001**
	asynchron	0.53	34	.598

Anmerkung: \*\*  $p < .01$ ;  $n = 35$

### 4.3 Ergebnisse der post-hoc Power-Analyse

Die post-hoc Power-Analyse wurde mit einer Stichprobe von 35 Säuglingen durchgeführt. Für den Einstichproben *t*-Test konnte unter der Annahme von mittlerer und großer Effektgrößen ( $f = 0.30 - 0.50$ ) nach Cohen (1988) eine Power von  $1 - \beta = 0.41 - 0.82$  festgestellt werden. Dementsprechend ist die Stichprobengröße nur für das Aufzeigen von großen Effekten ( $f = 0.50$ ) bei der Durchführung der *t*-Tests angemessen. Für die Spearman-Korrelation konnte unter der Annahme von mittlerer und großer Effektgröße ( $f = 0.30 - 0.50$ ) nach Cohen (1988) eine Power von  $1 - \beta = 0.44 - 0.91$  gefunden werden. Somit scheint auch für die berechneten Korrelationen die Stichprobengröße nur für das Aufdecken von großen Effekten ( $f = 0.50$ ) geeignet zu sein.

## 5 Diskussion

Ziel der vorliegenden Studie war es die Wahrnehmungs-Fähigkeit von audio-visueller Synchronie bei vier bis sechs Monate alten Säuglingen zu untersuchen. Im Besonderen wurde die Reizkombination Musik und Bewegung beziehungsweise Tanz betrachtet. Einfache und

sozial bedeutsame Reize sollten den Säuglingen die Wahrnehmung der zeitlichen Synchronie oder Asynchronie erleichtern. Zusätzlich wurde die individuelle Vorerfahrung mit musikalischen Reizen näher beleuchtet. Für die Beantwortung der Fragestellungen und Hypothesen wurden vier bis sechs Monate alte Säuglinge anhand des Präferenzparadigmas in einer Online-Querschnittstudie untersucht. Webcam-basierte Eye-Tracking- und Video-Daten wurden analysiert. Die Ergebnisse zeigten keinen signifikanten Unterschied des Blickverhaltens der Säuglinge zu einem zufälligen Blickverhalten und auch keinen signifikanten Zusammenhang des Blickverhaltens und der musikalischen Vorerfahrung.

Für die Überprüfung von Hypothese 1, ob vier bis sechs Monate alte Säuglinge audio-visuelle Synchronie wahrnehmen, wenn die Reize einfach und sozial bedeutsam sind, wurden die DS für die einfache Bedingung berechnet und anschließend mittels dem Einstichproben *t*-Test gegen ein zufälliges Blickverhalten getestet. Es zeigte sich für beide Datentypen kein signifikanter Unterschied zwischen dem Blickverhalten beziehungsweise der DS der Säuglinge und einem zufälligem Blickverhalten. Bei der Betrachtung des Blickverhaltens der Säuglinge, unabhängig von der Komplexität der Reize, zeigte sich für die Video-Daten ein signifikanter Unterschied zu einem zufälligem Blickverhalten. Dieses Ergebnis konnte jedoch weder bei den Eye-Tracking-Daten noch bei den einzelnen Bedingungen wieder gefunden werden. Somit muss davon ausgegangen werden, dass Säuglinge in der ersten Hälfte des ersten Lebensjahres noch nicht über Wahrnehmungsfähigkeit von zeitlicher audio-visueller Synchronie verfügen, auch wenn die Reizkombination Musik und Bewegung einfach und sozial bedeutsam gestaltet wurde. Diese Ergebnisse bestätigen die Erkenntnisse von Hannon und Kolleg\*innen (2017), dass fünf bis acht Monate alte Säuglinge audio-visuelle Synchronie bei einer solch komplexen Reizkombination, wie Musik und Bewegung beziehungsweise Tanz es darstellen, noch nicht wahrnehmen können. Es scheint, dass Säuglinge in den ersten sechs Lebensmonaten audio-visuelle Synchronie bei Musik und Bewegung nur bei sehr einfachen Reizen, wie zum Beispiel einer trommelnden Person, wahrnehmen können (Bahrck & Lickliter, 2000; Gerson et al., 2015).

Ein möglicher Erklärungsansatz für die gewonnenen Ergebnisse könnte die Komplexität der dargebotenen Reize in Kombination mit dem Alter der Säuglinge sein. Trotz der vielen Erkenntnisse, die nahelegen, dass Säuglinge schon in den ersten sechs Lebensmonaten sensibel für Synchronie sind, in interpersoneller Synchronie agieren (Feldman, 2012; Wass et al., 2020) und über sehr gute musikalische Fähigkeiten verfügen (Háden et al., 2015; Winkler et al., 2009), könnte die Wahrnehmungsfähigkeit von vier bis

sechs Monate alten Säuglinge noch nicht genügend ausgereift sein. Auch die einfache und sozial bedeutsame Gestaltung der Reize, durch das Heranziehen von IDS, welches die Aufmerksamkeit von Säuglingen auf sich zieht (Costa-Giomi & Ilari, 2014) und Videos von anderen Säuglingen, welche präferiert angeschaut werden (Sanefuji et al., 2005), konnte die Wahrnehmung der zeitlichen Synchronie für solch junge Säuglinge nicht erleichtern. Es könnte sein, dass, trotz der reduzierten Komplexität, die dargebotene Reizkombination für die untersuchte Altersgruppe zu schwierig war. Es scheint demnach, dass sich die Fähigkeit audio-visuelle Synchronie bei dieser komplexen Reizkombination wahrnehmen zu können, wie Hannon und Kolleg\*innen (2017) zeigten, erst am Ende des ersten Lebensjahres entwickelt. Für weitere Studien zur Thematik könnte durch eine erneute Reduktion der Komplexität der beiden Reize und die Erweiterung der untersuchten Altersspanne auf vier bis zwölf Monate neue Erkenntnisse über die Entwicklung dieser Fähigkeit im ersten Lebensjahr gewonnen werden.

Die Erkenntnisse über interpersonelle beziehungsweise soziale Synchronie im Säuglingsalter (Cirelli, Einarson et al., 2014; Feldman, 2012; Pratt et al., 2015; Wass et al., 2020) widersprechen jedoch weiterhin den aktuellen Studienergebnissen. Es könnte sein, dass Säuglinge für interpersonelle Synchronie schon kurz nach der Geburt sensibel sind, da sie diese aktiv in sozialen Settings erleben und wahrnehmen (Feldman, 2012; Pratt et al., 2015; Wass et al., 2020). Die Wahrnehmung von zeitlicher Synchronie, in der vorliegenden Studie, stellt einen passiven Prozess dar, bei denen die Säuglinge nicht involviert sind. Studien deuten an, dass aktives Erleben von Handlungen die Fähigkeiten und die Wahrnehmung von Säuglingen verändert und verbessert (Libertus & Needham, 2010; Sommerville et al., 2005). Bei passivem Erleben konnten keine derartigen Veränderungen nachgewiesen werden (Libertus & Needham, 2010). Es könnte sein, dass somit die Erkenntnisse über interpersonelle Synchronie im frühen Säuglingsalter nicht auf die passive Wahrnehmung von zeitlicher Synchronie anwendbar sind.

Eine weitere Erklärung für die Studienergebnisse könnte sein, dass die untersuchten Säuglinge audio-visuelle Synchronie wahrgenommen haben, jedoch keine Präferenz für den synchronen oder asynchronen Reiz aufweisen. Dies bestätigten auch die Ergebnisse der Binomialtests. Diese zeigten, dass die Säuglinge keine überzufällige Blickpräferenz für Synchronie oder Asynchronie vorweisen. Auch die Testung der DS der beiden Bedingungen, einfach und komplex, gegen den Mittelwert der DS der jeweils anderen Bedingung wiesen dies nach. Durchschnittlich unterschied sich das Blickverhalten der Säuglinge beim synchronen und asynchronen Reiz nicht voneinander. Somit könnten sich die Ergebnisse auch

durch die gewählte Methodik und die Berechnung der DS Variable, welche beide auf der Präferenz der Säuglinge aufbauen, ergeben haben. Die post-hoc Analyse der Blickdauer zu den beiden Reizen zeigte überwiegend, dass sich das Blickverhalten der Säuglinge doch von einem zufälligem Blickverhalten unterscheidet. Dies wiesen die gesamten webcam-basierten Eye-Tracking-Daten nach. Auch die Video-Daten konnten belegen, dass sich das Blickverhalten der Säuglinge zum synchronen Reiz bei der einfachen Bedingung und bei der bedingungsunabhängigen Betrachtung signifikant von einem zufälligen Blickverhalten unterscheidet. Die Ergebnisse stehen im Widerspruch zu den restlichen Analyseergebnissen, da sie andeuten, dass die Säuglinge die zeitliche Synchronie der audio-visuellen Reize doch wahrgenommen haben. Dies deutet darauf hin, dass, wie bereits erwähnt, die Berechnung der DS Variable und somit das Vorhanden- oder Nicht-Vorhandensein einer Präferenz der Säuglinge Einfluss auf das gefundene Ergebnis genommen hat. In weiteren Untersuchungen sollte die Fragestellung erneut ohne das Heranziehen der kindlichen Präferenz für einen bestimmten Reiz bearbeitet werden, um dieser Problematik entgegenzuwirken und an einer Beantwortung weiterzuarbeiten.

Die Testung der Hypothese 2, ob es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Fähigkeit von Säuglingen audio-visuelle Synchronie wahrzunehmen und der musikalischen Vorerfahrung der Säuglinge gibt, erfolgte mittels einer Korrelation von den Variablen DS für die einfache Bedingung und der musikalischen Vorerfahrung. In allen Daten zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Fähigkeit der Säuglinge audio-visuelle Synchronie wahrzunehmen und ihrer individuellen Erfahrung mit musikalischen Reizen. Dies konnte auch für die komplexe Bedingung bestätigt werden. Des Weiteren konnten auch bei der Betrachtung des Blickverhaltens, unabhängig von der Komplexität, keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der kindlichen Fähigkeit und der musikalischen Vorerfahrung gefunden werden. Demzufolge scheint die Wahrnehmungs-Fähigkeit von audio-visueller Synchronie von Säuglingen nicht durch deren musikalische Vorerfahrung beeinflusst zu werden. Dieses Ergebnis steht im Widerspruch mit vorangegangenen Studienergebnissen wie beispielsweise von Gerson et al. (2015) und Kragness et al. (2020), die nachweisen konnten, dass aktive musikalische Erfahrung die Wahrnehmung von audio-visueller Synchronie bei sechs und zehn Monate alten Säuglingen beeinflusst.

Ein Grund für die Inkongruenz der gefundenen und bisherigen Studienergebnisse könnte die Definition von musikalischer Vorerfahrung sein. Die beiden bisherigen Studien untersuchten ausschließlich aktive musikalische Vorerfahrung, also das aktive Ausüben von

musikalischen Tätigkeiten. Dies deckt sich nicht vollständig mit dem Konstrukt von musikalischer Vorerfahrung in der vorliegenden Studie, da zusätzlich zum aktiven Musizieren auch passive musikalische Erfahrungen wie Musik hören oder vorgesungen bekommen, mitberücksichtigt wurden. Die passiven musikalischen Tätigkeiten bildeten in der aktuellen Studie sogar den Großteil der musikalischen Vorerfahrung ab. Studienergebnisse legen nahe, dass es essenzielle Unterschiede zwischen der aktiven und passiven Erfahrung gibt (Libertus & Needham, 2010). Libertus und Needham (2010) zeigten anhand des „Sicky Mittens Experiments“, dass nur aktive Erfahrung das Verhalten, die Fähigkeiten und die Wahrnehmung von Säuglingen beeinflusst. Säuglinge, welche ausschließlich passive Erfahrungen gesammelt haben, unterscheiden sich nicht von Säuglingen ohne Erfahrungen (Libertus & Needham, 2010). Somit könnte die verwendete Variable der musikalischen Vorerfahrung nicht aussagekräftig sein. In zukünftigen Studien sollte der Fokus dementsprechend auch auf aktiver musikalischer Vorerfahrung liegen.

Eine weitere Erklärung für das Ergebnis könnte das Alter der untersuchten Säuglinge sein. Der Großteil der vorliegenden Stichprobe war zum Testzeitpunkt unter sechs Monaten und könnten daher noch zu wenig Vorerfahrung mit musikalischen Reizen haben. In der Zukunft könnten Studien zu diesem Thema eine größere Altersspanne und im Besonderen mehr ältere Säuglinge untersuchen.

Explorativ wurde außerdem der Hypothese nachgegangen, ob vier bis sechs Monate alte Säuglinge audio-visuelle Synchronie nicht wahrnehmen, wenn die Reize komplex sind. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen dem Blickverhalten der Säuglinge, den DS, bei der komplexen Bedingung und einem zufälligen Blickverhalten gefunden werden. Somit decken sich die Ergebnisse mit den Erkenntnissen von Hannon und Kolleg\*innen (2017), dass fünf bis acht Monate alte Säuglinge audio-visuelle Synchronie bei komplexen Reizkombinationen, wie Musik und Bewegung beziehungsweise Tanz, noch nicht wahrnehmen können.

## **5.1 Limitationen und Implikationen für die Zukunft**

Eine Limitation der vorliegenden Studie ist unter anderem die kleine Stichprobengröße. Diese könnte zur Entstehung der nicht signifikanten Ergebnisse geführt haben. Mittels einer post-hoc Power-Analyse wurde festgestellt, dass bei der vorliegenden Stichprobengröße und einer ausreichenden Power bei den durchgeführten statistischen Verfahren nur große Effekte nach Cohen (1988) gefunden werden konnten. In Anbetracht des

kleinen Stichprobenumfangs, der mangelnden Power und des zusätzlich allgemein hohen sozioökonomischen Status der Bezugspersonen ist die Repräsentativität der Stichprobe und die Generalisierbarkeit der Ergebnisse eingeschränkt. Die gefundenen Ergebnisse können nicht auf die gesamte Bevölkerung übertragen, sondern nur auf westliche, gebildete, industrialisierte, wohlhabende und demokratische Bevölkerungen bezogen werden. Zukünftige Studien könnten die Fragestellungen erneut mit einer größeren Stichprobe untersuchen.

Trotz der Erkenntnisse von Bánki und Kolleg\*innen (unter Review), dass sich die Teilnehmenden in Online-Studien und Studien im Labor demographisch nicht voneinander unterscheiden, müssen die Teilnahmevoraussetzungen und mögliche Ausschlüsse mitgedacht werden. Die Generalisierbarkeit und Repräsentativität der vorliegenden Studie könnte durch die online durchgeführte Erhebung eingeschränkt sein. Wie einige Autor\*innen anmerken, stellt sich die Frage, wer über die vorausgesetzten technischen Geräte und die notwendige stabile Internetverbindung verfügt und welche Familien aufgrund dieser Voraussetzungen ausgeschlossen werden (Lourenco & Tasimi, 2020; Zaadnoordijk et al., 2021). Demnach können die Ergebnisse, wie bereits angemerkt, nicht auf einkommensschwache Familien und Minderheiten, sondern nur auf Personen der westlichen, gebildeten, industrialisierten, wohlhabenden und demokratischen Bevölkerungen bezogen werden. Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob bestimmte Familien ausgeschlossen wurden, welche ihre Säuglinge strikt vor digitalen Bildschirmen fernhalten.

Für zukünftige Studien zu diesem Thema könnte die musikalische Vorerfahrung der Säuglinge anhand eines standardisierten und validen Fragebogens, wie beispielsweise das Music@home-Questionnaire von Schaal und Kolleg\*innen (2020), erhoben werden. Dies könnte die Erfahrungen von Säuglingen mit musikalischen Reizen und Aktivität noch aussagekräftiger erheben und demnach wäre auch eine genauere Untersuchung der Verbindung zur Wahrnehmungs-Fähigkeit von zeitlicher audio-visueller Synchronie bei musikalischen Reizen möglich.

Für weitere Untersuchungen zu dieser Thematik könnte außerdem das Habituations-Paradigma herangezogen werden. Wie bereits erwähnt, könnte das Präferenzparadigma als Methode, aufgrund der Variablenberechnung und der damit einhergehenden Bedeutung der Präferenz der Säuglinge für einen Reiz, für die Bearbeitung der Fragestellungen nicht angemessen sein. Für den Fall, dass Säuglinge in den ersten sechs Lebensmonaten zwar audio-visuelle Synchronie oder Asynchronie bei Musik und Bewegung wahrnehmen können, wie die post-hoc Analyse andeutet, jedoch keine Präferenz für den synchronen oder

asynchronen Reiz zeigen, könnte eine Studie anhand des Habituations-Paradigmas diesem Problem entgegenwirken und neue Erkenntnisse generieren.

## **5.2 Conclusio**

Die vorliegende Studie untersuchte die Fähigkeit von vier bis sechs Monate alten Säuglingen audio-visuelle Synchronie bei der Reizkombination Musik und Bewegung wahrzunehmen und wie diese von individueller musikalischer Vorerfahrung beeinflusst wird. Nach unserem aktuellen Wissensstand ist diese Studie die erste, die versucht hat, anhand der einfachen und sozial bedeutsamen Gestaltung der präsentierten Reize die Wahrnehmung von zeitlicher Synchronie bei Musik und Bewegung bei Säuglingen in der ersten Hälfte des ersten Lebensjahres zu erforschen. Des Weiteren wurde, unserem Wissen nach, auch das erste Mal der Einfluss von individueller Vorerfahrung mit Musik auf die kindliche Wahrnehmungsfähigkeit von audio-visueller Synchronie bei so jungen Säuglingen untersucht. Obwohl bei der aktuellen Studie keine signifikanten Ergebnisse gefunden werden konnten, trägt sie dazu bei mehr über die Entwicklung dieser Fähigkeit zu erfahren und vorangegangene Studien zu replizieren. Es scheint, dass auch bei einfacher und sozial bedeutsamer Musik und einfachen und sozial bedeutsamen Bewegungs- beziehungsweise tänzerischen Reizen zeitliche Synchronie aufgrund der Komplexität von Säuglingen in den ersten sechs Lebensmonaten nicht wahrgenommen werden kann und die Fähigkeit nicht von der individuellen musikalischen Vorerfahrung der Säuglinge beeinflusst wird. Dementsprechend scheint sich diese Fähigkeit erst im späteren Säuglingsalter zu entwickeln. Dies liefert neue Erkenntnisse über die Wahrnehmungs-, sowie Lernprozesse und deren Entwicklung in den ersten Lebensmonaten von Säuglingen.

## 6 Literaturverzeichnis

- Bahrick, L. E. (2001). Increasing Specificity in Perceptual Development: Infants' Detection of Nested Levels of Multimodal Stimulation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 79(3), 253-270. <https://doi.org/10.1006/jecp.2000.2588>
- Bahrick, L. E., Flom, R. & Lickliter, R. (2002). Intersensory Redundancy Facilitates Discrimination of Tempo in 3-Month-Old Infants. *Developmental Psychobiology*, 41, 352-363. <https://doi.org/10.1002/dev.10049>
- Bahrick, L. E. & Lickliter, R. (2000). Intersensory Redundancy Guides Attentional Selectivity and Perceptual Learning in Infancy. *Developmental Psychology*, 36(2), 190. <https://doi.org/10.1037//0012-1649.36.2.190>
- Bánki, A., de Eccher, M., Falschlehner, L., Hoehl, S. & Markova, G. (unter Review). Comparing online webcam- and laboratory-based eye-tracking for the assessment of infants' audio-visual synchrony perception. *Frontiers in Psychology*.
- Bell, M. A. (2020). Mother-child behavioral and physiological synchrony. *Advances in Child Development and Behavior*, 58, 163-188. <https://doi.org/10.1016/bs.acdb.1010.01.006>
- Cirelli, L. K., Einarson, K. M. & Trainor, J. (2014). Interpersonal synchrony increases prosocial behavior in infants. *Developmental Science*, 17(6), 1003-1011. <https://doi.org/10.1111/desc.12193>
- Cirelli, L. K., Spinelli, C., Nozaradan, S. & Trainor, L. J. (2016). Measuring Neural Entrainment to Beat and Meter in Infants: Effects of Music Background. *Frontiers in Neuroscience*, 10, 1-11. <https://doi.org/10.3389/fnins.2016.00229>
- Cirelli, L. K., Trehub, S. E. & Trainor, L. J. (2018). Rhythm and melody as social signals for infants. *Annals of the New York Academy of Science*, 1423(1), 66-72. <https://doi.org/10.1111/nyas.13580>
- Cirelli, L. K., Wan, S. J. & Trainor, J. (2014). Fourteen-month-old infants use interpersonal synchrony as a cue to direct helpfulness. *Philosophical Transactions of Royal Society*, 369(1658), 1-8. <http://dx.doi.org/10.1089/rstb.2013.0400>
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 37-46.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. Aufl.). Lawrence Erlbaum.
- Costa-Giomi, E. & Ilari, B. (2014). Infants' Preferential Attention to Sung and Spoken Stimuli. *Journal of Research in Music Education*, 62(2), 188-194. <https://doi.org/10.1177/0022429414530564>

- Datavyu Team (2014). *Datavyu: A Video Coding Tool*. Databrary Project, New York University. URL <http://datavyu.org>.
- Feldman, R. (2012). Parent-infant synchrony: A biobehavioral model of mutual inferences in the formation of affiliative bonds: parent-infant synchrony. In T. A. Dennis, K. A. Buss, P. D. Hastings (Hrsg.), *Physiological measures of emotion from a developmental perspective: State of the science, Monographs of the Society for Research in Child Development*, 77(2), 42–51. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5834.2011.00660.x>
- Finger, H., Goeke, C., Diekamp, D., Standvoß, K. & König, P. (2017, 11-13 Juli). *LabVanced: a unified JavaScript framework for online studies* [Konferenzbeitrag]. 2017 International Conference on Computational Social Science IC2S2, Köln, Deutschland.
- Gerson, S. A., Schiavio, A., Timmers, R. & Hunnius, S. (2015). Active drumming experience increases infants' sensitivity to audiovisual synchrony during observed drumming actions. *PLoS ONE*, 10(6), 1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130960>
- Háden, G. P., Honing, H., Török, M. & Winkler, I. (2015). Detecting the temporal structure of sound sequences in newborn infants. *International Journal of Psychophysiology*, 96, 23-28. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2015.02.024>
- Hannon, E. E., Schachner, A. & Nave-Blodgett, J. E. (2017). Babies know bad dancing when they see it: Older but not younger infants discriminate between synchronous and asynchronous audiovisual musical displays. *Journal of Experimental Child Psychology*, 159, 159-174. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2017.01.006>
- Hannon, E. E. & Trehub, S. E. (2005a). Metrical categories in infancy and adulthood. *Psychological Science*, 16(1), 48-55. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2005.00779.x>
- Hannon, E. E. & Trehub, S. E. (2005b). Tuning in to musical rhythms: Infants learn more readily than adults. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(35), 12639-12643. <https://doi.org/10.1073/pnas.0504254102>
- Kominsky, J. F., Begus, K., Bass, I., Colantonio, J., Leonard, J. A., Mackey, A. P. & Bonawitz, E. (2021). Organizing the Methodological Toolbox: Lessons Learned From Implementing Developmental Methods Online. *Frontiers in Psychology*, 12(702710), 1-14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.702710>
- Kopp, F. (2014). Audiovisual temporal fusion in 6-month-old infants. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 9, 56-67. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dcn.2014.01.001>

- Kopp, F. & Dietrich, C. (2013). Neural dynamics of audiovisual synchrony and asynchrony perception in 6-month-old infants. *Frontiers in Psychology, 4*(2), 1-13.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00002>
- Kragness, H. E., Talukder, L. & Cirelli, L. K. (2020, 6 Juli). *Tracking dynamic infant attention to audiovisual synchrony and asynchrony* [Konferenzpräsentation]. The virtual International Congress of Infant Studies.
- Kubicek, C., Gervain, J., de Boisferon, A. H., Pascalis, O., Løevenbruck, H. & Schwarzer, G. (2014). The influence of infant-directed speech on 12-month-olds' intersensory perception of fluent speech. *Infant Behavior and Development, 37*(4), 644-651.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.infbeh.2014.08.010>
- Lewkowicz, D. J. (1996). Perception of Auditory– Visual Temporal Synchrony in Human Infants. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 22*(5), 1094-1106.
- Lewkowicz, D. J. (2003). Learning and Discrimination of Audiovisual Events in Human Infants: The Hierarchical Relation Between Intersensory Temporal Synchrony and Rhythmic pattern cues. *Developmental Psychology, 39*(5), 795-804.  
<https://doi.org/10.1037/0012-1649.39.5.795>
- Lewkowicz, D. J. (2010). Infant Perception of Audio- Visual Speech Synchrony. *Developmental Psychology, 46*(1), 66-77. <https://doi.org/10.1037/a0015579>
- Libertus, K. & Needham, A. (2010). Teach to reach: The effects of active vs. passive reaching experiences on action and perception. *Vision Research, 50*, 2750-2757.  
<https://doi.org/10.1016/j.visres.2010.09.001>
- Lourenco, S. F. & Tasimi, A. (2020). No Participant Left Behind: Conducting Science During Covid-19. *Trends in Cognitive Sciences, 24*(8), 583-584.  
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2020.05.003>
- Malloch, S. & Trevarthen, C. (2018). The Human Nature of Music. *Frontiers in Psychology, 9*(1680), 1-21. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01680>
- Nielsen, M., Haun, D., Kärtner, J. & Legare, C. H. (2017). The persistent sampling bias in developmental psychology: A call to action. *Journal of Experimental Child Psychology, 162*, 31-38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2017.04.1017>
- Phillips-Silver, J. & Trainor, L. J. (2005). Feeling the Beat: Movement Influences Infant Rhythm Perception. *Science, 308*, 1430. <https://doi.org/10.1126/science.1110922>

- Pons, F. & Lewkowicz, D. J. (2014). Infant perception of audio-visual speech synchrony in familiar and unfamiliar fluent speech. *Acta Psychologica, 149*, 142-147.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.actpsy.2013.12.013>
- Pons, F., Teixidó, M., Garcia-Morera, J. & Navarra, J. (2012). Short-term experience increases infants' sensitivity to audiovisual asynchrony. *Infant Behavior & Development, 35*, 815-818. <http://dx.doi.org/10.1016/j.infbeh.2012.06.006>
- Pratt, M., Singer, M., Kanat-Maymon, Y. & Feldman, R. (2015). Infant negative reactivity defines the effects of parent-child synchrony on physiological and behavioral regulation of social stress. *Development and Psychopathology, 27*, 1191-1204.  
<https://doi.org/10.1017/S0954579415000760>
- Provasi, J., Anderson, D. I. & Barbu-Roth, M. (2014). Rhythm perception, production, and synchronization during the perinatal period. *Frontiers in Psychology, 5*(1048), 1-16.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01048>
- Provasi, J., Lemoine-Lardennois, C., Orriols, E. & Morange-Majoux, F. (2017). Do Preterm Infants Perceive Temporal Synchrony? An Analysis with the Eye-Tracking System. *Timing & Time Perception, 5*(2), 190-209.  
<https://doi.org/10.1163/22134468-00002089>
- Sanefuji, W., Ohgami, H. & Hashiya, K. (2005). Infants' preference for infants and adults. In Institute of Electrical and Electronics Engineers (Hrsg.), *Proceedings of the 2005 4<sup>th</sup> IEEE International Conference on Development and Learning* (S. 93-95). IEEE.
- Schaal, N. K., Politimou, N., Franco, F., Stewart, L. & Müllensiefen, D. (2020). The German Music@Home: Validation of a questionnaire measuring at home musical exposure and interaction of young children. *PLoS ONE, 15*(8), 1-15.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235923>
- Scott, K. & Schulz, L. (2017). Lookit (Part 1): a new online platform for developmental research. *Open Mind, 1*(1), 4-14. [https://doi.org/10.1162/OPMI\\_a\\_00002](https://doi.org/10.1162/OPMI_a_00002)
- Semmelmann, K., Hönekopp, A. & Weigelt, S. (2017). Looking Tasks Online: Utilizing Webcams to Collect Video Data from Home. *Frontiers in Psychology, 8*(1582), 1-11.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.0582>
- Semmelmann, K. & Weigelt, S. (2018). Online webcam-based eye tracking in cognitive science: A first look. *Behavior Research Methods, 50*(2), 451-465.  
<https://doi.org/10.3758/s13428-017-0913-7>

- Senju, A. & Csibra, G. (2008). Gaze Following in Human Infants Depends on Communicative Signals. *Current Biology*, *18*, 668-671.  
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2008.03.059>
- Sommerville, J. A., Woodward, A. L. & Needham, A. (2005). Action experience alters 3-month-old infant's perception of others' actions. *Cognition*, *96*, 1-11.  
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2004.07.004>
- Trainor, L. J. (1996). Infant Preferences for Infant-Directed Versus Noninfant-Directed Playsongs and Lullabies. *Infant Behavior and Development*, *19*, 83-92.
- Trainor, L. J. & Cirelli, L. (2015). Rhythm and interpersonal synchrony in early social development. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1337*, 45-52.  
<https://doi.org/10.1111/nyas.12649>
- Wass, S. V. (2016). The use of eye-tracking with infants and children. In J. Prior & J. Van Herwegen (Hrsg.), *Practical Research with Children* (S. 24-45). Routledge.
- Wass, S. V., Whitehorn, M., Marriott Haresign, I., Phillips, E. & Leong, V. (2020). Interpersonal Neural Entrainment during Early Social Interactions. *Trends in Cognitive Sciences*, *24*, 329-342. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2020.01.006>
- Winkler, I., Háden, G. P., Ladinig, O., Sziller, I. & Honing, H. (2009). Newborn infants detect the beat in music. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *106*(7), 2468-2471. <https://doi.org/10.1073/pnas.0809035106>
- Zaadnoordijk, L., Buckler, H., Cusack, R., Tsuji, S. & Bergmann, C. (2021). A Global Perspective on Testing Infants Online: Introducing ManyBabies-AtHome. *Frontiers in Psychology*, *12*(703234), 1-7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.703234>

## 7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: <i>Studienablauf</i> .....	18
Abbildung 2: <i>Der visuelle Reiz der einfachen Bedingung</i> .....	19
Abbildung 3: <i>Der visuelle Reiz der komplexen Bedingung</i> .....	20
Abbildung 4: <i>Abfolge der Trials</i> .....	21

## 8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: <i>Ergebnisse der Testung der Variablen auf Normalverteilung</i> .....	25
Tabelle 2: <i>Ergebnisse der Testung auf Normalverteilung der Blickdauer</i> .....	26
Tabelle 3: <i>Deskriptive Statistik der Variablen für die Eye-Tracking-Daten</i> .....	27
Tabelle 4: <i>Deskriptive Statistik der Blickdauer für die Eye-Tracking-Daten</i> .....	27
Tabelle 5: <i>Ergebnisse des Binomialtests für die Eye-Tracking-Daten</i> .....	29
Tabelle 6: <i>Ergebnisse der Einstichproben t-Tests gegen .50 für die Eye-Tracking-Daten</i> .....	29
Tabelle 7: <i>Deskriptive Statistik der Variablen für die Video-Daten</i> .....	30
Tabelle 8: <i>Deskriptive Statistik der Blickdauer für die Video-Daten</i> .....	30
Tabelle 9: <i>Ergebnisse des Binomialtests für die Video-Daten</i> .....	31
Tabelle 10: <i>Ergebnisse der Einstichproben t-Tests gegen .50 für die Video-Daten</i> .....	32

## 9 Abkürzungsverzeichnis

IDS	Infant directed singing
DS	Difference Score
DS_E	Difference Score der einfachen Bedingung
DS_K	Difference Score der komplexen Bedingung
DS_A	Difference Score unabhängig von den Bedingungen (allgemein)

## 10 Anhang

### A. Zusammenfassung

Säuglinge werden in eine Umgebung geboren, die aus einer Vielzahl von multimodalen Informationen besteht. Zeitliche Synchronie zwischen diesen multimodalen Reizen kann Säuglingen die Wahrnehmung und die Reaktion auf ihre Umwelt erleichtern. Studien zeigen, dass Säuglinge Synchronie zwischen audio-visuellen Reizen unter bestimmten Bedingungen schon ab vier Wochen nach der Geburt wahrnehmen können. So früh gelingt dies jedoch nur bei sehr einfachen Reizen. Bei komplexeren Reizkombinationen, wie Musik und Bewegung beziehungsweise Tanz, scheint sich, laut der aktuellen Studienlage, die Wahrnehmungs-Fähigkeit von zeitlicher Synchronie erst am Ende des ersten Lebensjahres zu entwickeln. Es stellen sich jedoch die Fragen, ob Säuglinge in der ersten Hälfte des ersten Lebensjahres dies bei einfachen und sozial bedeutsamen musikalischen und tänzerischen Reizen wahrnehmen können und ob, wie aus der Literatur vermutet werden kann, individuelle musikalische Vorerfahrung die kindliche Fähigkeit beeinflusst. Dies wurde mittels einer Online-Studie anhand des Präferenzparadigmas überprüft. Das Blickverhalten von vier bis sechs Monate alten Säuglingen ( $n = 35$ ) wurde mittels webcam-basiertem Eye-Tracking und Videoaufnahmen untersucht. Darüber hinaus wurde die individuelle Vorerfahrung mit Musik durch einen Fragebogen für die Bezugspersonen erhoben. Anhand des Einstichproben t-Test zeigte sich kein signifikanter Unterschied zu einem zufälligen Blickverhalten. Die Spearman-Korrelation wies keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Blickverhalten und der musikalischen Vorerfahrung der Säuglinge nach. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Säuglinge in ihren ersten sechs Lebensmonaten audio-visuelle Synchronie bei Musik und Bewegung auch bei einfach und sozial bedeutsamen Reizen nicht wahrnehmen können und ihre Wahrnehmung nicht von individueller musikalischer Vorerfahrung beeinflusst wird.

*Schlüsselwörter:* audio-visuelle Synchronie, musikalische Vorerfahrung, webcam-basiertes Eye-Tracking bei Säuglingen, Online-Studie

## **B. Abstract**

Infants are born into an environment, which consists of a large variety of multimodal stimuli. Temporal synchrony between these stimuli can help infants perceive and react to their surroundings more easily. Studies show that infants can perceive synchrony between audio-visual stimuli under certain conditions as early as four weeks after birth. However, to be able to do so, these early stimuli have to be very simple. According to current findings the infant's ability to perceive temporal synchrony seems to develop at the end of the first year of life, if the stimuli are more complex, such as music and movement. The questions arise, however, whether infants can perceive audio-visual synchrony in the presence of simple and socially meaningful musical and movement stimuli, and whether, as can be surmised from literature, individual prior experience influences the infant's ability. This was investigated via an online study using the preferential looking paradigm. The viewing behaviour of four to six months old infants ( $n = 35$ ) was examined using webcam-based eye-tracking and video recordings. Additionally, there was a questionnaire for the guardian which was used to determine the infant's previous experiences with music. According to the one-sample t-test, there was no significant difference between the infant's viewing behaviour and a random viewing behaviour. The Spearman correlation showed no significant relation between the infant's viewing behaviour and their previous experiences with music. The results of this study indicate that infants in their first six months of their life are unable to perceive audio-visual synchrony in music and movement, even if the stimuli are simple and socially meaningful, and that their perception is not influenced by individual previous experiences with music.

*Keywords:* audio-visual synchrony, experiences with music, webcam-based eye-tracking with infants, online testing