



universität  
wien

# MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Interozeptive Sensitivität bei 18-Monate alten  
Säuglingen im Hinblick auf kardiale und respiratorische  
Signale und der Zusammenhang zwischen kindlicher  
und mütterlicher interozeptiver Sensitivität“

verfasst von / submitted by

Nina Maier, BSc

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

Wien, 2023 / Vienna 2023

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

UA 066840

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

Masterstudium Psychologie UG2002

Betreut von / Supervisor:

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

## Inhaltsverzeichnis

Kurzzusammenfassung .....	2
Einleitung .....	3
Theoretischer Hintergrund .....	3
Definition und Bedeutung der Interozeption .....	3
Maße und Dimensionen Interozeption .....	4
Klinische Relevanz der Interozeption .....	7
Entwicklung der Interozeption und Stand der Säuglingsforschung .....	8
Studienziele und Hypothesen .....	12
Methode .....	14
Stichprobe .....	14
Ablauf Babytestung .....	15
Ablauf Muttertestung .....	15
Beschreibung der Messinstrumente .....	17
Statistische Analyse .....	21
Ergebnisse .....	22
“iBEAT”-Aufgabe .....	22
“iBREATH”-Aufgabe .....	23
Zusammenhang kardiale und respiratorische Achse der Interozeption .....	24
Zusammenhang interozeptive Genauigkeit Mütter mit interozeptiver Sensitivität Kinder ..	25
Diskussion .....	28
Limitationen und zukünftige Forschung .....	33
Conclusio .....	34
Literatur .....	35
Anhang .....	41
Abstract .....	41
Zusammenfassung .....	42
Abbildungsverzeichnis .....	43
Tabellenverzeichnis .....	43
German version of the Interoceptive Accuracy Scale (IAS; Vienna Version) .....	44

### **Kurzzusammenfassung**

Interozeption ist die Fähigkeit zur Wahrnehmung und Verarbeitung körperlicher Signale. Interozeption ist von Bedeutung für die Aufrechterhaltung der Homöostase, körperlicher Selbstwahrnehmung und Entwicklung des Selbst, sowie weist Zusammenhänge mit Psychopathologien und sozialer Kognition auf. Trotz dieses Einflusses der Interozeption auf diverse Konstrukte ist bislang wenig bekannt über die genaue Entwicklung in der frühen Kindheit. Bis zu diesem Zeitpunkt gibt es nur zwei publizierte Forschungsarbeiten, die Säuglinge unter einem Jahr auf interozeptive Sensitivität untersuchten. Es besteht eine Forschungslücke bei Säuglingen über einem Jahr bis zum Vorschulalter. Die vorliegende Studie untersuchte aus diesem Grund 18 Monate alte Säuglinge ( $N = 54$ ) und ihre Mütter mit der Frage, ob diese bereits eine interozeptive Sensitivität in Bezug auf kardiale und, erstmals in dieser Altersgruppe untersucht, respiratorische Signale zeigen. Hierfür wurde ein Präferenz-Blick-Paradigma genutzt. Das Versuchsdesign stellt eine Replikation einer der zwei angesprochenen Studien dar. Ebenso wurde, als erste Studie, auf einen möglichen Zusammenhang zwischen der interozeptiven Genauigkeit der Mütter auf die interozeptive Sensitivität der Babys eingegangen. Es konnte beobachtet werden, dass die Babys auf Gruppenebene keine Unterschiede in der Blickzeit zeigten. Bei der Betrachtung der individuellen Blickzeiten zeigten sich jedoch Präferenzen. Gefunden wurde kein Zusammenhang zwischen der interozeptiven Genauigkeit der Mutter und der interozeptiven Sensitivität der Babys auf respiratorischer Ebene, jedoch zum Teil auf kardialer Ebene. Die Ergebnisse stimmen nicht mit der replizierten Studie überein, sprechen jedoch für ein Vorhandensein interozeptiver Sensitivität bei 18 Monate alten Säuglingen. Die Ergebnisse liefern wichtige und neue Erkenntnisse zur Interozeption bei Säuglingen. Aufgrund der geringen Anzahl an Forschungsarbeiten und der Bedeutung der Interozeption für die Entwicklung des Selbst bedarf es zukünftiger Studien, die dieses Thema näher beleuchten.

Schlagwörter: *Interozeption, Säuglinge, Entwicklung, mütterlicher Einfluss*

## **Einleitung**

Das Herz schlägt einem bis zum Hals, der Magen grummelt wie ein Bär oder etwas raubt einem den Atem. Diese teils treffenden Bezeichnungen in Bezug auf unsere Wahrnehmungen setzen voraus, dass man sich bewusst ist über die körpereigenen Zustände wie den Herzschlag, Hunger oder die Atmung.

Die Fähigkeit, innere Zustände wie den Herzschlag, die Atmung, Juckreiz oder Temperatur wahrzunehmen, ist die Interozeption (Craig, 2002, 2009). Das Interesse an der Interozeption hat sich in den letzten Jahrzehnten stark gesteigert, aufgrund wachsender Erkenntnisse über die Zusammenhänge der Interozeption mit Emotionen, Gesundheit oder Entscheidungsfindung (Pollatos et al., 2008; Khalsa et al., 2018; Palmer & Tsakiris, 2018). Neuere theoretische Perspektiven postulieren eine bedeutende Rolle von Interozeption in den ersten Lebensjahren in Bezug auf die Entwicklung sozial-kognitiver Fähigkeiten von Säuglingen (Filippetti, 2021, Fotopoulou & Tsakiris, 2017). Die Entwicklung des Selbst bei Säuglingen ist zu Beginn des Lebens durch die Abhängigkeit von der Bezugsperson eng mit dieser verwoben (Filippetti, 2021). Es könnte also sein, dass die Entwicklung der interozeptiven Sensitivität im jungen Alter durch die interozeptiven Fähigkeiten der Bezugsperson beeinflusst wird (Fotopoulou & Tsakiris, 2017).

Trotz des erhöhten Forschungsinteresses fehlen empirische Ergebnisse über die genauen Prozesse der Entwicklung der Interozeption. Der Fortschritt auf diesem Gebiet wurde vor allem durch methodologische Hindernisse erschwert, die Empfindlichkeit für interozeptive Signale bei Säuglingen zu messen (Maister et al., 2017). Gerade Erkenntnisse über die Entwicklung wären jedoch von großer Bedeutung, vor dem Hintergrund, dass die Interozeption ebenfalls mit Psychopathologien im Zusammenhang steht (Garfinkel et al., 2016; Khalsa et al., 2018; Paulus & Stein, 2010). Aus diesem Grund befasst sich die vorliegende Arbeit mit der interozeptiven Sensitivität von 18 Monate alten Säuglingen auf kardialer und respiratorischer Ebene. Aufgrund der Forschungslücke in Bezug auf die Entwicklungsprozesse der Interozeption wird darüber hinaus als erste Forschungsarbeit in diesem Bereich ein möglicher mütterlicher Einfluss auf die interozeptive Sensitivität der Babys näher beleuchtet.

## **Theoretischer Hintergrund**

### **Definition und Bedeutung der Interozeption**

Interozeption ist die Verarbeitung und die Wahrnehmung körperinnerer Signale, die unabdingbar für die Homöostase, das Aufrechterhalten des Gleichgewichts der

physiologischen Körperfunktion sind (Craig, 2002, 2009; Palmer & Tsakiris, 2018). Man differenziert sie von der Propriozeption, der Wahrnehmung der Position des Körpers im Raum, sowie von der Exterozeption, der Wahrnehmung der externen Umgebung (Garfinkel, et al., 2014). Interozeptive Signale stehen im Zusammenhang mit Empfindungen, die innerhalb des Körpers entstehen. Diese können die Herzschlagrate, das Hungergefühl oder der Atemrhythmus sein (Craig, 2002). Interozeptive Signale können dabei sowohl bewusst als auch unbewusst erfolgen (Critchley & Harrison, 2013).

Eine Gehirnstruktur, die mit der Interozeption im Zusammenhang steht, ist der insuläre Kortex (Allen, 2022; Craig, 2002, 2009). Diese Region des Gehirns empfängt Signale von den inneren Organen und Systemen des Körpers. Diese Informationen werden dann verarbeitet und genutzt, um eine Darstellung des inneren Zustands des Körpers zu erstellen. Der insuläre Kortex hat auch Verbindungen zu anderen Hirnregionen. Zu nennen wäre die Amygdala, die an der Verarbeitung von Emotionen beteiligt ist, und der anteriore cinguläre Kortex, der an Aufmerksamkeitsprozessen und der Entscheidungsfindung beteiligt ist (Lamm & Singer, 2010; Zaki et al., 2012). Die Insula ist eine Schlüsselregion des Gehirns, die an der Verarbeitung interozeptiver Informationen teilhaftig ist und eine wichtige Rolle bei der Wahrnehmung und Interpretation innerer Körperempfindungen, der Emotionsregulation und der Selbstwahrnehmung spielt (Craig, 2002; Lamm & Singer, 2010; Zaki et al., 2012). Es wird angenommen, dass interozeptive und exterozeptive Informationen gemeinsam entlang des Insulakortex von posterior nach anterior integriert werden. Diese bilden dann eine Repräsentation des Selbst, die für verschiedene sozio-kognitive Prozesse von Bedeutung sein können (Palmer & Tsakiris, 2018).

Die Interozeption steht, aufgrund der zugrunde liegenden Strukturen, nachweislich im Zusammenhang mit verschiedenen Konzepten wie den emotionalen Fähigkeiten, dem Lernen und der Entscheidungsfindung (Craig, 2003; Murphy et al., 2017; Suksasilp & Garfinkel, 2022). Körperliche Signale üben Einfluss sowohl auf kognitive, als auch auf emotionale Prozesse aus. So steht eine ausgeprägte interozeptive Fähigkeit mit dem intensiveren Erleben von Emotionen in Verbindung (Critchley & Nagai, 2012). Zudem ist die Interozeption entscheidend für die Selbst-Andere-Unterscheidung, die wiederum mit sozialen Fähigkeiten wie Empathie zusammenhängt (Palmer & Tsakiris, 2018).

### **Maße und Dimensionen Interozeption**

Um individuellen Unterschieden in der Messung der interozeptiven Fähigkeiten Rechnung zu tragen und besser einordnen zu können, entwarfen Murphy et al. (2019) das 2x2

faktorielles Modell der Interozeption. Sie teilen die interozeptive Wahrnehmung in zwei Hauptmerkmale ein, die die Genauigkeit und die Aufmerksamkeit umfassen. Genauigkeit bedeutet hierbei das Ausmaß, in dem die interozeptive Wahrnehmung den Zustand des Körpers akkurat wiedergibt. Aufmerksamkeit bezieht sich auf das Ausmaß, inwiefern die interozeptiven Signale aufmerksam und bewusst verfolgt werden. Das Modell besteht aus zwei Faktoren. Der erste Faktor des Modells bezieht sich darauf, welches der beiden Merkmale gemessen werden soll. Der zweite Faktor des Modells soll die Art der Messung abbilden. Diese kann entweder objektiv erfolgen oder anhand eines Selbstberichts. Aus dem Modell ergeben sich dann vier zentrale Messgrößen der Interozeption: Die objektive Messung der Genauigkeit der interozeptiven Wahrnehmung, die selbstberichtete Wahrnehmung der eigenen interozeptiven Genauigkeit, die objektive sowie die interozeptive Aufmerksamkeit (Murphy et al., 2019).

Ein besonders geeignetes und oft verwendetes, objektives Maß zur Erfassung der Interozeption stellt der Herzschlag und dessen Wahrnehmung dar (Suksasilp & Garfinkel, 2022). Herzschläge sind distinkte und internale Ereignisse, die leicht unterschieden und gemessen werden können. Bekannt sind hier vor allem der Heartbeat Counting Task (HCT) und der Heartbeat Discrimination Task (HDT). Bei Ersterem werden die Teilnehmer\*innen dazu aufgefordert, ihren eigenen Herzschlag versuchen, wahrzunehmen und dessen Frequenz zu berichten (Schandry, 1981). Während des HDTs beurteilen die Proband\*innen, ob Sequenzen von Tönen synchron oder verzögert zu ihren Herzschlägen sind (Garfinkel et al., 2014; Whitehead et al., 1977).

Bislang lag der Fokus der Forschung vor allem auf den kardiovaskulären Signalen, wobei neuere Ansätze auch gastrische und respiratorische Dimensionen betrachten (Azzalini, et al., 2019; Nikolova et al., 2022). Um die respiratorische Dimension der Interozeption untersuchen zu können, wurden bislang vor allem Widerstandserkennungsparadigmen verwendet. Bei diesen Paradigmen wird entweder die Ein- oder Ausatmung erschwert. Die Proband\*innen sollen auf einer Skala einschätzen, wie groß, beziehungsweise klein, die Anstrengung dabei war (Garfinkel et al., 2016; Nikolova et al., 2022). Das Problem bei diesen Messarten ist jedoch die Subjektivität der Einschätzungen, weshalb ein zuverlässigeres Verfahren benötigt wird. Aus diesem Grund entwickelten Nikolova et al. (2022) eine neue Aufgabe zur Sensitivität des Atemwiderstandes, die die Messung von Faktoren, die mit der respiratorischen Interozeption zusammenhängen, auf einer metakognitiven Ebene ermöglichen soll. Es bedarf jedoch Studien in der Zukunft, die diese neue Messmethode validieren (Nikolova et al., 2022).

Die Dimensionen der Interozeption werden meist isoliert untersucht. In jeder findet man jedoch individuelle Unterschiede in der interozeptiven Fähigkeit, die meist nicht zusammenhängen. Dies lässt auf unterschiedliche kognitive Verarbeitungsprozesse, emotionale Konstrukte und den klinischen Status schließen, die den verschiedenen interozeptiven Dimensionen zugrunde liegen (Azzalini, et al., 2019; Nicholoso et al., 2018; Nikolova et al., 2022; Suksasilp & Garfinkel, 2022). Bisher konnte lediglich ein robuster Zusammenhang zwischen kardialen und gastrischen Sinneswahrnehmungen gefunden werden (Herbert et al., 2012). Entlang der Dimension des 2x2 faktoriellen Modells von Murphy et al. (2019) eingeordnet, wurde ein Zusammenhang auf der Dimension der interozeptiven Genauigkeit für kardiale Signale und der subjektiven interozeptiven Aufmerksamkeit für gastrische Signale gefunden (Herbert et al., 2012). Diese Verbindung lässt sich vermutlich darauf zurückführen, dass das Herz und der Magen kortikale Repräsentationen innerhalb der interozeptiven Insula im Gehirn teilen (Garfinkel et al., 2012).

Es gibt kaum Studien, die vergleichen, ob die Wahrnehmung verschiedener interozeptiver Signale zusammenhängt. Inwiefern die respiratorische mit der kardialen Achse in Beziehung steht, wurde daher bisher eher wenig beleuchtet. Garfinkel et al. (2016) beschäftigten sich aus diesem Grund mit dieser Frage. Sie verglichen in ihrer Arbeit kardiale und respiratorische interozeptive Signale und schlossen Berührung als Kontrollvariable, da es eine exterozeptive Wahrnehmung darstellt, mit ein. Sie konnten zeigen, dass eine akkurate Wahrnehmung der drei körperlichen Empfindungen nicht untereinander korreliert. Was sie jedoch finden konnten, war ein Zusammenhang zwischen dem interozeptiven metakognitiven Bewusstsein für kardiale und respiratorische Signale (Garfinkel et al., 2016). Das interozeptive metakognitive Bewusstsein beschreibt, inwieweit eine Person weiß, wie gut oder schlecht sie interozeptive Signale identifizieren kann. In Bezug auf Berührung konnte kein solcher Zusammenhang gefunden werden. Abgesehen von dieser Arbeit finden sich bislang wenige Studien, die einen möglichen Zusammenhang zwischen der kardialen und respiratorischen Dimension der Interozeption zum Gegenstand haben. Für das Verständnis über die Bedeutung der Mechanismen der Interozeption für Kognition und Emotionen ist ein integrativer Blick auf die verschiedenen Dimensionen unabdinglich. Wie wichtig das mögliche Zusammenspiel verschiedener Ebenen der Interozeption sein kann, ist ebenso im Hinblick auf klinische Störungsbilder von Bedeutung.

### **Klinische Relevanz der Interozeption**

Eine beeinträchtigte interozeptive Fähigkeit wird assoziiert mit Psychopathologien (Garfinkel et al., 2016; Khalsa et al., 2018; Koch & Pollatos, 2014; Murphy et al., 2017; Pollatos et al., 2008). Störungen der Interozeption werden zunehmend als wichtiger Bestandteil verschiedener psychischer Erkrankungen erkannt, darunter Angststörungen, Essstörungen, Suchterkrankungen, Autismus-Spektrum-Störungen und Störungen mit somatischen Symptomen (Garfinkel et al., 2016; Khalsa et al., 2018, Paulus & Stein, 2010). Ein negativer Zusammenhang konnte bei Erkrankungen wie Anorexia nervosa und Depressionen festgestellt werden, ein positiver Zusammenhang hingegen bei Angst- und Panikstörungen (Avery et al., 2013; Garfinkel et al., 2016; Paulus & Stein, 2010; Pollatos et al., 2008). Ebenso wurden Verbindungen der Interozeption mit Drogensucht nachgewiesen (Koch & Pollatos, 2014; Naqvi & Bechara, 2010). Dem Zusammenhang der Interozeption und klinischen Störungsbildern liegt die Erkenntnis zugrunde, dass Emotionen und Gefühlslagen von körperlichen Signalen und der Wahrnehmung dieser beeinflusst werden (Khalsa et al., 2018). Schon James und Lange (1967) schlugen vor, dass die Emotion der physischen Erregung folgt. Diese Sichtweise wurde immer wieder herausgefordert (Cannon, 1927), doch die Grundidee, dass Emotionen einen physiologischen Ursprung haben, findet sich erneut in der „somatischen Marker-Hypothese“ (Damasio, 1996) wieder. Emotionale Erfahrungen werden durch physiologische Erregungszustände generiert und beeinflussen das Entscheidungsverhalten. Die Gefühle sind dabei im Körper verankert und basieren auf vielschichtigen und evolutionär entwickelten neuronalen Mechanismen, die den Zustand des Körpers kontrollieren. Doch sowohl Emotionen als auch die Kognition können Verzerrungen unterliegen (Damasio, 1996).

Pollatos et al. (2008) konnten beispielsweise Zusammenhänge einer reduzierten interozeptiven Genauigkeit in Patient\*innen mit Essstörungen finden. Das Störungsbild einer Essstörung ist gekennzeichnet durch die Unfähigkeit, Hunger- und Sättigungsgefühle richtig zu erkennen, was zur Entstehung und Aufrechterhaltung beiträgt. Die Forscher\*innen konnten zeigen, dass Personen, die an einer Essstörung erkrankt waren, eine allgemein verminderte interozeptive Genauigkeit aufwiesen, und nicht nur in Bezug auf viszerale Empfindungen im Zusammenhang mit Hunger und Sättigung (Pollatos et al., 2008).

Die Zusammenhänge mit den psychischen Störungsbildern könnten sich auf neuroanatomische Strukturen zurückführen lassen. Mit dem neuronalen Substrat im insularen Kortex wird angenommen, dass Interozeption eine Rolle bei der Entstehung von psychischen Erkrankungen spielt (Allen, 2020, Avery et al., 2013; Paulus und Stein, 2010). Die anteriore



Insula ist bedeutend für subjektive Gefühlslagen und spielt eine Rolle bei der Entscheidungsfindung (Allen, 2020; Craig, 2002). Die Forschung konnte zeigen, dass die Insula bei Aufgaben aktiviert wird, die mit Interozeption zu tun haben, z. B. bei der Überwachung der Herzfrequenz oder der Feststellung von Veränderungen der Körpertemperatur. Studien mit funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRI) haben auch gezeigt, dass die Insula bei Personen mit Erkrankungen wie Angst und Depression, die mit einer erhöhten interozeptiven Wahrnehmung einhergehen, aktiver ist (Paulus & Stein, 2010, Pollatos et al., 2007). Eine Studie um Avery et al. (2013) konnte bei Personen, die unter Depression leiden, eine veränderte Informationsverarbeitung interozeptiver Signale durch strukturelle und funktionelle Anomalien in einem Bereich der Insula nachweisen. Die funktionelle Konnektivität der Amygdala sowie des dorsalen Kortex der mittleren Insula sei im Ruhezustand erhöht, wodurch sich eine pathologisch-erhöhte Amygdala-Aktivität auf die Insula ausbreiten könnte. Dies würde zu einer maladaptiven Informationsverarbeitung führen (Avery et al., 2013). Depressionen und ebenso Ängste können als veränderte interozeptive Zustände gesehen werden (Paulus und Stein, 2010).

Bisher konnten einige Studien bereits interozeptive Fähigkeiten bei Erwachsenen untersuchen. Für das Verständnis ist jedoch die Entwicklung von klein auf bedeutend. Psychopathologien können bereits in der frühen Kindheit durch Interaktionserfahrungen und unsichere Bindungsstile entstehen (Atzil et al., 2011; Zemp & Bodemann, 2017). So konnte gezeigt werden, dass Jugendliche, die in der frühen Kindheit unsichere Bindungen entwickelten, über ein geringeres Selbstgefühl, sowie maladaptive Stress- und Emotionsregulationsstrategien verfügten (Schmid et al., 2011). Ebenso ging eine unsichere Bindung mit externalisierenden Verhaltensproblemen, Depressionen und Ängsten einher (Schmid et al., 2011; Zemp & Bodemann, 2017). Durch die gehäuften Zusammenhänge der Interozeption mit psychischen Erkrankungen und die dadurch resultierende klinische Relevanz ist es unabdingbar, das Wissen über die Prozesse und die Entstehung anzureichern. In der frühen Kindheit wirken bereits Einflüsse auf das Kind, die die Entwicklung späterer psychischer Erkrankungen fördern. Daraus resultiert die Notwendigkeit, die Entwicklung der Interozeption vor allem in frühen Jahren näher zu beleuchten.

### **Entwicklung der Interozeption und Stand der Säuglingsforschung**

Bisher ist wenig bekannt über die Entwicklungsprozesse der Interozeption. Neuere theoretische Modelle haben hervorgehoben, dass für Säuglinge die Interozeption besonders bedeutend für die sozio-emotionale und körperliche Entwicklung ist, sowie relevant für

Belohnung, Erregung und Motivation (Filippetti, 2021; Fotopoulou & Tsakiris, 2017; Maister et al., 2017). Die körperliche Selbstwahrnehmung entsteht durch die Integration intero- und exterozeptiver Signale. Wichtig ist ebenso die soziale Kognition, die sich auf die Unterscheidung des Selbst zu den Anderen bezieht, bei welcher ebenso die interozeptive Wahrnehmung eine zentrale Rolle spielt. Durch die interozeptive Wahrnehmung können selbstregulatorische Verhaltensweisen ausgeführt werden, die die Homöostase bei den Babys erleichtern (Ciaunica & Crucianelli, 2019; Fotopolou & Tsakiris, 2017).

Säuglinge sind in der Befriedigung ihrer Bedürfnisse abhängig von der Bezugsperson. Diese muss zum einen die signalisierten Veränderungen des körperlichen Zustandes des Babys richtig interpretieren und dementsprechend reagieren. Somit ist das Selbstgefühl zu Beginn des Lebens enger mit einer anderen Person als mit sich selbst verwoben (Ciaunica & Crucianelli, 2019, Filippetti, 2021, Fotopolou & Tsakiris, 2017). Durch die Nahrungs- und Erregungsregulierung der Säuglinge durch Aktivitäten wie Singen und Berührungen der Bezugsperson, scheinen den Interaktionen mit den Müttern eine große Bedeutung bei der Gestaltung des frühen Verhaltens von Säuglingen zuzukommen (Atzil et al., 2018). Die wiederholten Erfahrungen der Reaktionen der Bezugsperson auf die Hinweise des Säuglings resultieren in der Fähigkeit des Säuglings, Veränderungen des Körpers zu erkennen und Forderungen zu stellen. In diesem Zuge kann dann wahrgenommen werden, dass eine Aufrechterhaltung des interozeptiven Systems stattfindet (Filippetti, 2021; Fotopolou & Tsakiris, 2017). Die Entwicklung der interozeptiver Verarbeitung kann somit als Folge der sozio-emotionalen Abhängigkeit gesehen werden, die auf der Fähigkeit der Bezugsperson beruht, die physiologischen Bedürfnisse des Babys richtig zu erkennen und darauf zu reagieren (Fotopolou & Tsakiris, 2017). Durch die Kontrolle der Bezugsperson in Bezug auf die Essenseinnahme, kann dies auch in einer Unfähigkeit des Säuglings resultieren, eigene innere Zustände zu identifizieren und darauf zu reagieren. Die interozeptiven Selbst-Andere Grenzen verschwimmen (Filippetti, 2021). Das elterliche Verhalten in den ersten Lebensmonaten hat ebenso Einfluss auf die psychische Gesundheit des Säuglings. Atzil et al. (2011) konnten zeigen, dass postpartale Depressionen der Mutter zu einem ängstlicheren Verhalten gegenüber dem Baby führen. Dieses ängstlichere Verhalten kann Auswirkungen auf die psychische Gesundheit des Säuglings haben, sowie zu einer Dysregulation der Homöostase des Säuglings führen (Atzil et al., 2011).

Es wird angenommen, dass die frühen Interaktionen zwischen Bezugsperson und Säugling maßgebend bei der Entwicklung der interozeptiven Sensitivität des Säuglings sind (Fotopoulou & Tsakiris, 2017). Untersucht hat dies bisher noch keine Studie. Jedoch bieten

Studien über den Einfluss des mütterlichen Verhaltens auf die Entwicklung des Babys, insbesondere mit der Interozeption in Verbindung stehender Konstrukte, Anhaltspunkte. So spielt das Bindungsverhalten eine erhebliche Rolle, wenn es um die spätere Entwicklung von Psychopathologien geht (Zemp & Bodemann, 2017). Eine sichere Bindung kann nicht nur vor der Entstehung von Psychopathologie schützen, sondern auch die Verbesserung von emotionalen Kompetenzen des Säuglings stärken (Fotopoulou & Tsakiris, 2017; Zemp & Bodemann, 2017). Sensitive Elternteile, in Bezug auf die eigenen und die Bedürfnisse des Kindes, können durch ihr entsprechendes Verhalten, ihrem Kind diese Eigenschaften weitergeben (Atzil, et al., 2011; Eisenberg et al., 2015; Zemp & Bodemann, 2017). Wenn die Bezugsperson sensitiv für ihre eigenen internen Körperempfindungen ist, so kann sie möglicherweise die Achtsamkeit auf körperinnere Signale des Babys stärken. Die Vermutung über einen möglichen Zusammenhang der interozeptiven Sensitivität des Kindes und der interozeptiven Genauigkeit der Mutter werden durch Studien wie von MacCormack et al. (2019) unterstützt. Sie konnten zeigen, dass die sozialen affektiven Fähigkeiten von Kindern, wie Emotionsregulation, Kooperation und Selbstkontrolle, im Alter von acht bis neun Jahren durch interozeptives mütterliches Wissen gefördert werden (MacCormack et al., 2019). Eine weitere Studie untersuchte, inwiefern sich die interozeptiven Fähigkeiten von Eltern auf die Gesundheit und das Wohlbefinden ihrer Kinder auswirkt. Die Kinder wurden im Alter von sechs Jahren auf somatische Symptome untersucht, und es konnte gezeigt werden, dass sie geringere somatische Probleme aufwiesen, wenn die Eltern eine höhere interozeptive Sensitivität zeigten (Abraham et al., 2019). Bislang unbeantwortet blieb, inwiefern und ob die elterlichen interozeptiven Fähigkeiten mit der interozeptiven Sensitivität der Kinder zusammenhängt.

Der Frage, inwiefern Säuglinge schon eine interozeptive Sensitivität im Hinblick auf kardiale Signale aufweisen, gingen Maister und Kolleg\*innen nach. Bei Säuglingen wird bei der Messung der Interozeption von der interozeptiven Sensitivität gesprochen (Maister et al., 2017). Aufgrund noch nicht ausgeprägter linguistischer Fähigkeiten ist die Feststellung der selbstberichtenden Aufmerksamkeit bzw. Genauigkeit, wie von Murphy et al. (2019) postuliert, noch nicht möglich. Die methodologischen Schwierigkeiten zur Erfassung der interozeptiven Sensitivität bei Säuglingen ist einer der Hauptgründe, weshalb die Datenlage bisher in diesem Bereich sehr dünn ist (Maister et al., 2017).

Die Forscher\*innengruppe um Maister untersuchte Säuglinge im Alter von fünf Monaten. Für die Studie erstellten sie den sogenannten *Infant Heartbeat Task* („iBEAT“) an (Maister et al., 2017). Es handelt sich dabei um ein sequenzielles Blickparadigma, welches

feststellt, ob die Babys in der Lage sind, asynchrone von synchronen Herzrhythmen zu unterscheiden. Während der Testung sitzen die Babys vor einem Bildschirm, auf welchem Bilder von animierten Figuren präsentiert werden. Diese bewegen sich entweder synchron oder asynchron zum Herzschlag des Babys, gemessen mit Hilfe eines Elektrokardiogramms (EKG). Die Forscher\*innen konnten feststellen, dass die fünf Monate alten Babys im Mittel signifikant länger in der Bedingung der sich asynchron zum Herzschlag bewegenden Figuren hinsahen. Diese Präferenz im Blickverhalten zu den asynchronen Reizen wurde als Indikator für interozeptive Sensitivität gemessen. Somit konnte die Forscher\*innengruppe eine interozeptive Sensitivität bei Säuglingen im Hinblick auf kardiale Signale nachweisen (Maister et al., 2017).

Das „iBEAT“-Paradigma wurde im Nachfolgenden in einer weiteren Studie verwendet, um die interozeptive Sensitivität zu untersuchen. Eine Arbeitsgruppe um Charbonneau untersuchte Rhesusaffen auf interozeptive Sensitivität ebenfalls in Bezug auf kardiale Signale (Charbonneau et al., 2022). Für die Untersuchung wurde der Infant Heartbeat Task („iBEAT“) zum Monkey Heartbeat Task (mBeat) umgewandelt und entsprechend angepasst. Dieser wurde dann bei den Affen angewandt. Es bestehen neuroanatomische Hinweise, dass Primaten möglicherweise dieselben Merkmale aufweisen, die für die interozeptive Verarbeitung in ähnlicher Weise wie beim Menschen erforderlich sind. Ähnlich zu der Untersuchung mit Säuglingen sind die nicht ausgeprägten linguistischen Fähigkeiten, weshalb das sequenzielle Blick-Paradigma angewendet wurde. Die Forscher\*innen konnten beobachten, dass die Affen die asynchronen Reize gegenüber den synchronen präferierten. Somit konnte eine interozeptive Sensitivität bei den Rhesusaffen festgestellt werden (Charbonneau et al., 2022).

Konträr zu den berichteten Ergebnissen stehen die Ergebnisse der Forscher\*innengruppe um Weijs (Weijs et al., 2022). Diese strebten eine partielle Replikation der Untersuchung von Maister und Kolleg\*innen an. Sie untersuchten dafür fünf bis sieben Monate alte Säuglinge. Sie konnten jedoch die Ergebnisse nicht replizieren, fanden also keine interozeptive Sensitivität bei den Babys. Hierbei sei jedoch darauf hingewiesen, dass einige methodische Unterschiede zu der Studie von Maister et al. (2017) bestehen. Mitunter wurde bei der Blickmessung kein Eyetracking verwendet, wodurch die Schätzung Ungenauigkeiten aufweist. Ebenso wurden die Stimuli unterschiedlich dargeboten. Statt animierten Figuren, die sich auf und ab bewegen und dabei Töne von sich geben, nutzten die Forscher\*innen um Weijs blinkende geometrische Formen ohne akustische Begleitung (Weijs et al., 2022). Die Fähigkeit zur Kontingenzerkennung, also dass bestimmte Handlungen bei Säuglingen

bestimmte Ergebnisse hervorrufen, erfordert saliente und intentionale Handlungen (Jacquey et al., 2020). Es wird vermutet, dass die ausgewählte Darbietungsform nicht salient genug war. Somit ist also nicht auszuschließen, dass die nicht beobachtete interozeptive Sensitivität der Babys methodischen Mängeln geschuldet war und nicht deren Nicht-Vorhandensein.

Sieht man von diesen drei Studien ab, die sich mit der interozeptiven Sensitivität bei Säuglingen, beziehungsweise nicht-menschlichen Primaten befassen, so gibt es keine weiteren veröffentlichten Studien, in denen die Proband\*innen im Alter zwischen sieben Monaten und dem Kindergartenalter sind. Ebenso ergibt sich eine Lücke im Hinblick auf Studien, die eine andere Modalität als die kardiale in dieser Altersgruppe untersucht haben.

Wie man bereits aufgrund der Anzahl der publizierten Studien schließen kann, ist bisher noch nicht viel zu den Entwicklungsprozessen der Interozeption bekannt. In einer Studie von Koch & Pollatos (2014) wurden sechs bis elfjährige Kinder auf interozeptive Sensitivität mittels Herzschlagerkennung untersucht. Dabei stellt sich heraus, dass die Kinder eine interozeptive kardiale Sensitivität aufwiesen, die aber schwächer als bei Erwachsenen war. Die Zusammenhänge der mit der Interozeption in Verbindung stehenden emotionalen Konstrukte waren vorhanden, jedoch ebenfalls weniger stark ausgeprägt. Man geht aus diesem Grund von einem dynamischen Entwicklungsprozess aus (Koch & Pollatos, 2014). Ebenso besteht die Annahme, dass die Entwicklung durch soziale Interaktionen beeinflusst wird (Fotopoulou & Tskairis, 2017). Die Mechanismen sowie die Entwicklung der Interozeption sind jedoch wichtig, da sie für eine Vielzahl von Funktionen von grundlegender Bedeutung sind, unter anderem für die Homöostase und das Erleben des Selbst. Da die Beeinträchtigung der interozeptiven Sensitivität im Zusammenhang mit einigen Psychopathologien steht, weist die Erforschung insbesondere eine klinische Relevanz auf (Garfinkel & Critchley, 2013; Pollatos et al., 2008).

### **Studienziele und Hypothesen**

Aus den genannten Gründen zielt die vorliegende Studie darauf ab, das Wissen über die interozeptive Sensitivität bei Babys über einem Jahr anzureichern. Es wird eine Replikation der Studienergebnisse von Maister et al. (2017) angestrebt und erweitert um die respiratorische Modalität. Das Alter von 18 Monaten der untersuchten Babys unterscheidet sich zu dem der Babys von Maister et al. (2017). Wie bereits erwähnt, steht die Interozeption im Zusammenhang mit der Selbst-Andere-Unterscheidung. Diese wird bei Babys zum Beispiel oft durch die Fähigkeit zur erfolgreichen Selbsterkennung im Spiegel gemessen, welche sich zweiten Lebensjahr entwickelt (Ciaunica & Crucianelli, 2019, Fotopoulou &

Tsakiris, 2017). Es ist möglich, dass die 18 Monate alten Babys zu dieser Selbst-Andere-Unterscheidung bereits in der Lage sind. Damit einhergehend könnte die interozeptive Sensitivität in der vorliegenden Stichprobe bereits besser ausgeprägt sein. Darüber hinaus erhofft man sich ebenso neue Erkenntnisse über den möglichen mütterlichen Einfluss, beziehungsweise den Zusammenhang mit der interozeptiven Fähigkeit der Babys.

Die erste Fragestellung, die untersucht werden soll, bezieht sich darauf, ob 18-monatige Säuglinge bereits eine interozeptive Sensitivität im Hinblick auf kardiale und respiratorische Signale aufweisen. Die zweite Fragestellung beleuchtet, ob ein Zusammenhang zwischen der interozeptiven Genauigkeit der Mütter und der interozeptiven Sensitivität ihrer Babys besteht. Ebenso wie Maister et al. (2017) und Charbonneau et al. (2022) feststellen konnten, wird erwartet, dass die Babys eine interozeptive Sensitivität im Hinblick auf kardiale Signale aufweisen. Somit wird angenommen, dass sie im Mittel signifikant länger in der Kondition des asynchronen Stimulus auf den Screen schauen. Eine interozeptive Sensitivität für respiratorische Signale wird ebenso erwartet, im Spezifischen, dass die 18-monatigen Säuglinge eine signifikante Blickpräferenz für den asynchronen Stimulus aufweisen. Die Entwicklung von Interozeption wird von sozialen Interaktionen beeinflusst, und die Babys sind in ihren Bedürfnissen von der Bezugsperson abhängig (Filippetti, 2021; Fotopoulou & Tsakiris, 2017). Obwohl die Entwicklung der Interozeption bislang nicht gut beforscht ist, deuten Ergebnisse aus Studien zu mit der Interozeption im Zusammenhang stehenden Konstrukten auf eine Entwicklung durch soziale Interaktionen hin (Atzil et al., 2011; Eisenberg et al., 2015; Zemp & Bodemann, 2017). Aus diesem Grund wird erwartet, dass ein positiver Zusammenhang zwischen der interozeptiven Genauigkeit der Mütter und der interozeptiven Sensitivität ihrer Babys besteht. Die interozeptive Genauigkeit wird nach Murphy et al. (2019) charakterisiert, inwiefern die interozeptive Wahrnehmung den Zustand des Körpers akkurat wiedergibt. Wenn die Mutter in der Lage ist, ihre eigenen internen Körperempfindungen genau wahrzunehmen und zu interpretieren, kann sie ihrem Baby möglicherweise helfen, seine eigenen inneren Empfindungen zu verstehen und darauf zu reagieren. Aus diesem Grund wird angenommen, dass eine hohe interozeptive Genauigkeit der Mutter eine hohe interozeptive Sensitivität des Kindes voraussagt. Die vorliegende Studie ist die erste, die den Zusammenhang zwischen kindlicher und mütterlicher Interozeption untersucht.

## Methoden

Die vorliegende Arbeit stellt einen Teil des longitudinalen, experimentellen Forschungsprojekts "InteroSens - Interozeptive Sensitivität und soziale Entwicklung im Kindesalter". dar. In der Studie wurden Mutter-Kind-Paarungen untersucht. Zum ersten Erhebungszeitpunkt wurden Babys im Alter von 9 Monaten untersucht. Die Stichprobengröße betrug  $N = 90$  Paarungen. Zum zweiten Erhebungstermin wurde alle Teilnehmer\*innen, im Alter von 18 Monaten eingeladen,  $N = 54$  Mütter und ihre Babys nahmen erneut teil. Die Proband\*innen wurden über die Datenbank der Wiener Kinderstudien (WieKi) der Universität Wien rekrutiert. Die Datenerhebung fand von Juni 2021 bis Juli 2022 statt. Die Studie wurde von der lokalen Ethikkommission der Universität Wien gesichtet und genehmigt (2020).

## Stichprobe

Die Stichprobe der vorliegenden Studie bestand aus  $N = 41$  Babys im Alter von 18 Monaten und 0 Tagen bis 19 Monaten und 30 Tagen ( $M = 18.4$  Monate,  $SD = 0.55$ , 25 Mädchen), die zumindest die „iBEAT“- oder die „iBREATH“-Aufgabe absolvierten. Die Stichprobe der „iBEAT“-Aufgabe bestand nach dem Ausschluss von  $n = 4$  Babys aufgrund mangelnder Datenqualität aus  $N = 30$  ( $M = 18.6$  Monate,  $SD = 0.57$ , 13 Mädchen). Mangelnde Datenqualität bedeutet hier, dass das Signal des Elektrokardiogramms (EKG) beeinträchtigt war, beziehungsweise R-Peaks des Herzschlags vom Programm nicht erkannt wurden. Die endgültige Stichprobe der „iBREATH“-Aufgabe ergab sich nach dem Ausschluss  $n = 7$  Babys aufgrund mangelnder Datenqualität aus  $N = 30$  ( $M = 18.5$  Monate,  $SD = 0.51$ , 10 Mädchen). Mangelnde Datenqualität bedeutet hier, dass das Atemsignal keiner sinusförmigen Kurve folgte. Daten für beide Aufgaben hatten 20 Babys (*Abbildung 1*).

An der Muttertestung nahmen  $N = 50$  Mütter ( $M = 33.9$  Jahre,  $SD = 4.58$ ) erneut teil. Der Fragebogen zu demographischen Angaben wurde von 90% der teilnehmenden Mütter ausgefüllt. Der höchste Bildungsabschluss der Mütter war in 86.7% ein Hochschulabschluss, 8.9% Abschluss der AHS und jeweils 2.2% ein Lehr- oder BHS-Abschluss. 2.2% der Mütter gaben an, alleinerziehend zu sein. Von den Kindern hatten 41.18% mindestens ein Geschwister.

Den Online-Fragebogen füllten  $N = 52$  Mütter aus. Es ergab sich daraus  $N = 41$  Probandinnen, die sowohl Daten für den Heartbeat Detection Task („HDT“) und die Interoceptive Accuracy Scale („IAS“) aufwiesen.

Beim Vergleich der Daten der Babys konnte in Bezug auf die iBREATH-Daten die Übereinstimmung von  $N = 22$  Müttern festgestellt werden, die den HDT absolviert hatten und  $N = 18$  Mütter, über die Daten der IAS vorlagen. Bei der „iBEAT“-Aufgabe konnten  $N = 23$  Mütter ihren Babys zugeordnet werden, die den HDT absolvierten und  $N = 22$  Mütter, die die IAS ausgefüllt hatten. Die Anzahl Mütter, die den HDT absolviert hatten, und deren Babys, die „iBEAT“- als auch die „iBREATH“-Aufgabe absolvierten, entsprach  $N = 14$ . Der gleiche Fall, mit dem Unterschied, dass die Mütter die IAS ausgefüllt hatten, betrug  $N = 12$ .

Die Anzahl der Mütter, über die Daten aus dem HDT und der IAS vorlagen, und von deren Babys Daten der „iBEAT“- und „iBREATH“-Aufgabe vorlagen, ergab ein  $N = 12$  (*Abbildung 1*).

### **Ablauf Babytestung**

Mutter und Baby wurden empfangen, und es wurden vor dem Beginn der Testung die Ziele der Studie und der Ablauf erklärt. Die Mutter bestätigte dies mit der Unterschrift auf der Teilnehmer\*inneneinverständniserklärung. Im Anschluss wurden Mutter und Baby in das Labor geführt. Zu Beginn wurde darauf geachtet, dass dem Baby als auch der Mutter genügend Zeit zur Eingewöhnung gegeben wurde, indem mit dem Baby gespielt wurde. Nach dieser Eingewöhnungsphase begann dann die eigentliche Testung. Diese bestand aus sechs verschiedenen Aufgaben, wovon zwei die Untersuchung der interozeptiven Sensitivität anhand der „iBEAT“- und „iBREATH“-Aufgabe darstellten. Die zusätzlich durchgeführten Aufgaben sind für die hier betrachteten Fragestellungen nicht relevant und werden nicht genauer beschrieben. Der Ablauf der verschiedenen Aufgaben wurde für jede Testung randomisiert. Zwischen der „iBEAT“- und „iBREATH“-Aufgabe wurde jedoch jedes Mal eine Aufgabe zu Cardiorespiratory-coupling („CRC“) durchgeführt. Eine Testung dauerte im Schnitt drei Stunden. Es wurden währenddessen immer wieder Pausen eingelegt, um das Baby nicht zu überfordern. Im Anschluss an die Testung vor Ort wurde der Mutter noch ein Fragebogen zugeschickt, den sie zu Hause ausfüllen konnte.

### **Ablauf Muttertestung**

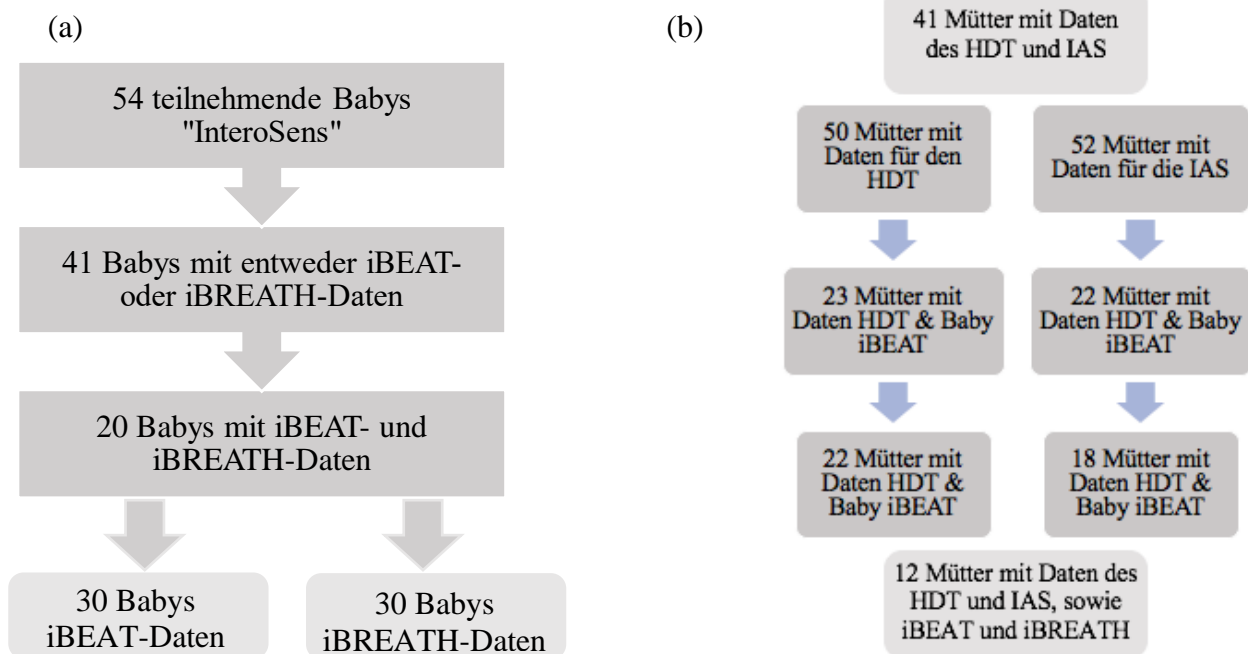
Für die Muttertestung wurden die Mütter, die bereits mit ihrem Baby bei der Babytestung teilgenommen hatten, telefonisch kontaktiert und erneut einzeln eingeladen. Die Mutter wurde in das Labor geführt, in dem ebenfalls die Babytestungen stattfanden und wurde vor Beginn über die Studienziele und den Ablauf aufgeklärt. Dies bestätigte sie durch ihre Unterschrift auf der Teilnehmer\*inneneinverständniserklärung. Danach wurden der Mutter



drei AgCl-Elektroden angelegt, ebenso ein Atemgurt. Die Mutter setzte sich vor einen Bildschirm, vor dem sie verschiedene Aufgaben absolvierte. Die Testung setzte sich zusammen aus einer Aufgabe zur Heart-rate-variability, einer Aufgabe jeweils zum Heartbeat- und Time-Counting und als Letztes der Heartbeat-Detection-Aufgabe. Beim Heartbeat Detection Task (HDT) werden Töne in einem bestimmten Intervall dargeboten, und die Versuchsperson entscheidet dann, ob diese entweder synchron oder asynchron zum eigenen Herzschlag waren.

### Abbildung 1

#### Stichprobenszusammensetzung



*Anmerkung:* (a) Stichprobenszusammensetzung der verschiedenen Aufgaben der Säuglingsdaten; (b) Stichprobenszusammensetzung der verschiedenen Aufgaben der Mütterdaten

Nach der Testung wurde den Müttern noch ein Link zu einem Online-Fragebogen zugeschickt. Dieser bestand aus drei Skalen. In diesem Rahmen wird die Interoceptive Accuracy Scale, die ein Maß der interozeptiven Genauigkeit darstellt (Murphy et al., 2020) näher untersucht. Personen berichten dabei, wie akkurat sie körperliche Empfindungen wahrnehmen. Höhere Werte weisen dabei auf eine größere selbstberichtete interozeptive Genauigkeit hin (Murphy et al., 2020).

## **Beschreibung der Messinstrumente**

### ***Aufgabe zur Erkennung von Herzschlägen bei Säuglingen („iBEAT“)***

Zur Messung der interozeptiven Sensitivität in Bezug auf kardiale Signale der Babys wurde „iBEAT“ verwendet (Maister et al., 2017). Dieses stellt ein sequenzielles Blickparadigma dar. Die Babys unterschieden zwischen kinderfreundlichen Reizen in Form einer Wolke oder eines Sterns, die sich entweder synchron oder asynchron ( $\pm 10\%$ ) zu ihren eigenen Herzrhythmen auf und ab bewegten. Die Bewegung der Reize wurde dabei von einem rhythmischen Ton begleitet (Maister et al., 2017). Der Versuchsaufbau und -ablauf der aktuellen Studie gleicht dem von Maister et al. (2017) und wurde dahingehend übernommen. Den Babys wurden drei Einweg-AgCl-Elektroden, die mit einem ADInstruments Powerlab verbunden waren, auf Brust und Bauch angebracht ([www.adinstruments.com](http://www.adinstruments.com)). Das Signal des Herzschlags der Babys wurde mit Hilfe eines speziellen Arduino-Aufbaus an einen Computer gesendet. Während der Aufgabe wurden EKG-R-Peaks mit der hardwarebasierten Funktion "Fast Response Output" von Powerlab identifiziert, die zuvor manuell eingestellt wurden (ADInstruments, [www.adinstruments.com](http://www.adinstruments.com)). Beim Erreichen eines vordefinierten Schwellenwerts wird ein Impuls an einen Computer über eine spezielle Arduino-Einrichtung gesendet. Das Experiment wurde über ein benutzerdefiniertes Skript gesteuert, das in MATLAB (Matlab 2018b) implementiert wurde.

Danach wurden die Babys auf einen Hochstuhl gesetzt, der etwa 60 cm von einem Bildschirm entfernt war. Im Bildschirm war zusätzlich ein EyeLink 1000 Plus Eyetracker integriert, der das Blickverhalten der Babys mit 500 Hz maß. Die Mutter wurde auf einem Stuhl hinter dem Baby platziert und gebeten, nicht mit ihrem Baby zu interagieren. Für den Fall, dass das Baby unruhig wurde oder den kindgerechten Stuhl nicht tolerierte, wurde die Möglichkeit angeboten, das Baby auf den Schoß der Mutter zu setzen (*Abbildung 2*).

Bevor die „iBEAT“-Aufgabe gestartet wurde, wurde eine 3-Punkte-Kalibrierung durchgeführt, um die Augenfixationen der Babys erfassen zu können. Dabei erschienen auf dem Bildschirm sich bewegende Kreise, die von einem Geräusch begleitet wurden. Die „iBEAT“-Aufgabe konnte im Anschluss gestartet werden. Zuerst erschien ein Stimulus auf dem Bildschirm, der die Aufmerksamkeit der Babys auf sich ziehen sollte. Danach wurden kinderfreundliche Stimuli (Wolken oder Sterne) präsentiert, die sich entweder synchron oder asynchron zum Herzschlag des Babys, begleitet von einem akustischen Signal, auf- und ab bewegten. In der synchronen Bedingung bewegte sich der Stimulus entsprechend dem vom Arduino empfangenen Signal. In der asynchronen Bedingung wurde für jeden Säugling das mittlere Intervall zwischen den Schlägen des vorangegangenen synchronen Versuchs

berechnet. Der Reiz unterschied sich in der Bewegung um  $\pm 10\%$  von der Geschwindigkeit der vorherigen synchronen Bedingung.

Die Aufgabe bestand aus maximal 80 Versuchen. Der erste Versuch war immer synchron. Bei den asynchronen Versuchen war zuvor ein synchroner Versuch erforderlich, um ein durchschnittliches Intervall zwischen den Herzschlägen zu berechnen. Die Dauer der Präsentation des Reizes auf dem Bildschirm war abhängig von der Aufmerksamkeit, beziehungsweise der Blickdauer der Babys. Sobald das Baby für länger als zwei Sekunden vom Bildschirm wegschaute, wurde der Durchgang abgebrochen. Die auf dem Bildschirm erscheinenden Reize hatten eine minimale Dauer von fünf Sekunden und waren maximal 20 Sekunden zu sehen. Im Anschluss wurde ein Fixationspunkt auf dem Bildschirm gezeigt, bevor der nächste Durchgang startete. Wenn das Baby vier aufeinanderfolgende Durchgänge (d.h. insgesamt 20 Sekunden) nicht zum Bildschirm sah, wurde das Skript automatisch abgebrochen. Beobachteten die Versuchsleiter\*innen, dass das Baby Anzeichen von Müdigkeit, Stress oder Desinteresse zeigte, konnte die Aufgabe auch manuell beendet werden. Die dargebotenen Reize waren für alle Versuchsbedingungen und Babys gleichgewichtet. Dadurch konnten diese entweder einen Stern oder eine Wolke den synchronen oder den asynchronen Stimulus darstellen. Der Versuchsablauf, sowie die Anweisungen wurden aus der Studie von Maister et al. (2017) übernommen.

#### ***Aufgabe zur Erkennung der Atmung von Säuglingen („iBREATH“)***

Zur Messung der interozeptiven Sensitivität in Bezug auf respiratorische Signale der Babys wurde das „iBREATH“-Paradigma verwendet. Die „iBREATH“-Aufgabe wurde basierend auf dem „iBEAT“-Paradigma entwickelt, mit dem Ziel, das Erkennen des Atemrhythmus bei Babys zu messen. Das Atemsignal wurde mittels eines Atemgurts, der mit einem ADInstruments Powerlab verbunden ([www.ardinstruments.com](http://www.ardinstruments.com)) und um den Bauch der Babys geschnallt wurde, gemessen. Dieser kontrahierte entsprechend der Atembewegungen des Babys. Das Signal des Atmungsgürtels wurde mit Hilfe eines speziellen Arduino-Aufbaus an einen Computer gesendet. Die Babys saßen erneut vor einem Bildschirm auf einem Hochstuhl, der etwa 60 cm davon entfernt platziert wurde. Die Mutter wurde gebeten, sich hinter das Baby zu setzen und mit diesem während der Aufgabe möglichst wenig zu interagieren. Das Blickverhalten der Babys wurde mittels einem EyeLink 1000 Plus Eyetracker gemessen, der die Augen mit 500 Hz aufzeichnete. Das Experiment wurde über ein benutzerdefiniertes Skript gesteuert, das in MATLAB (Matlab, 2018b) implementiert wurde. Die Babys beobachteten, ähnlich der „iBEAT“-Aufgabe, während einer 3-Punkte-Kalibrierung sich bewegende Kreise, die von einem Geräusch begleitet

wurden. Nach der Kalibrierung startete die Aufgabe, und den Babys wurden kindgerechte Reize präsentiert (z. B. eine Erdbeere oder ein Apfel), die sich entweder synchron oder asynchron zum Atemrhythmus vergrößerten oder verkleinerten. Die Stimuli wurden von einem Ton begleitet, dessen Lautstärke sich entsprechend der Größe der Reize veränderte. Mit zunehmender Größe wurde der Ton lauter und mit Abnahme leiser. In der synchronen Bedingung vergrößerten und verkleinerten sich die Reize entsprechend des Atemrhythmus der Babys. Bei den asynchronen Durchläufen wurde die Atemfrequenz um  $\pm 10\%$  der durchschnittlichen Atemfrequenz des vorherigen synchronen Versuchs variiert. Um asynchrone Versuche zu erzeugen, wurde aus den zwei Komponenten des vorangegangenen synchronen Versuchs ein sinusförmiges Signal berechnet. Dies war entweder 10 % schneller oder langsamer als das Signal im vorherigen Versuch.

### Abbildung 2

*Set-up der „iBEAT“-Aufgabe (bei „iBREATH“ dieselbe).*



*Anmerkung:* Babys wurden ca. 60cm weg vom Bildschirm in einem Hochstuhl platziert und die Mutter hinter das Baby gesetzt.

Dafür wurde die durchschnittliche Atemfrequenz des letzten Versuchs extrahiert, die je nach Art des asynchronen Versuchs entweder beschleunigt oder verlangsamt wurde. Im nächsten Schritt wurde die durchschnittliche Atemamplitude des letzten synchronen Versuchs

extrahiert, die zur Festlegung der Amplitude des asynchronen Versuchs verwendet wurde. Durch die Kombination von Frequenz und Amplitude wurde das sinusförmige Signal erzeugt.

Die „iBREATH“-Aufgabe umfasste maximal 80 Versuche. Der erste Durchgang stellte dabei immer einen synchronen Versuch dar, auf welchem dann die Berechnung zur Erzeugung des asynchronen Atemsignals erfolgen konnte. Die synchronen und asynchronen Bedingungen wurden randomisiert dargeboten. Bei jedem Versuch wurde der Reiz entweder auf der linken oder der rechten Seite des Bildschirms dargeboten. Die Präsentation war ausgeglichen, das bedeutet, dass für jedes Baby entweder eine Erdbeere oder ein Apfel mit den synchronen oder asynchronen Reizen verbunden war. Die Versuchsreihenfolge wurde pseudo-zufällig festgelegt, so dass zwei synchrone oder zwei asynchrone Versuche aufeinander folgen konnten. Wie lange ein Reiz präsentiert wurde, hing von der Blickdauer der Babys auf den Bildschirm ab. Ein Durchgang dauerte mindestens fünf Sekunden und maximal 30 Sekunden. Wenn das Baby länger als zwei Sekunden vom Bildschirm wegschaute oder 30 Sekunden zum Bildschirm hinschaute, dann wurde der Durchgang beendet und der nächste gestartet. Die Aufgabe wurde beendet, sobald das Baby vier aufeinanderfolgende Versuche lang nicht auf den Bildschirm geschaut hatte, oder von der Versuchsleitung bemerkt wurde, dass das Baby unruhig wurde.

#### ***Heartbeat-Detection-Task (HDT)***

Der Heartbeat-Detection-Task (HDT) ist eine modifizierte Version des Whitehead-Tasks (Garfinkel et al., 2014; Whitehead et al., 1977). Er stellt ein objektives Maß der interozeptiven Genauigkeit nach. Bei dem HDT werden Töne in einem bestimmten Intervall dargeboten. Die Versuchsperson entscheidet dann, ob diese entweder synchron oder asynchron zum eigenen Herzschlag waren. Die Töne werden in der asynchronen Bedingung 470ms nach dem R-Peak, gemessen mittels eines Elektrokardiogramms, und 170ms nach dem R-Peak in der synchronen Bedingung abgespielt. Es werden 60 Trials in randomisierter Reihenfolge dargeboten. Dem voraus gehen drei Übungsdurchläufe, die jedoch nicht in die spätere Analyse miteinfließen. Die verschiedenen Trials unterscheiden sich in ihrer Länge. Insgesamt dauert die Aufgabe ca. 15 Minuten. Die interozeptive Genauigkeit wird anhand des Prozentsatzes richtig erkannter Trials berechnet.

#### ***Interoceptive Accuracy Scale (IAS)***

Die Interoceptive Accuracy Scale stellt ein subjektives Maß der interozeptiven Genauigkeit dar (Murphy et al., 2020). Die Skala besteht aus 21 Items, die auf einer fünfstufigen Likert-Skala von "stimme voll und ganz zu" (5) bis "stimme überhaupt nicht zu" (1) bewertet werden. Personen berichten dabei, wie akkurat sie körperliche Empfindungen

wahrnehmen. Enthalten sind Items wie beispielsweise „*Ich nehme immer akkurat wahr, wenn mein Herz schneller schlägt*“. Höhere Werte weisen dabei auf eine höhere selbstberichtete interozeptive Genauigkeit hin (Murphy et al., 2020).

### **Statistische Analyse**

Die erhobenen Daten wurden mit jamovi (Version 2.3) analysiert. Es wurden zusätzlich die Pakete jstatsplot (Balci, 2021) und Flexplot (Fife, 2019) installiert.

Vor der Datenanalyse wurde eine Verarbeitung der „iBEAT“- und „iBREATH“-Daten durchgeführt. Bei dieser wurden Trials ausgeschlossen, die eine mangelnde Qualität in Bezug auf die kardialen Daten (z.B. kein Erkennen des R-Peaks) und respiratorischen Daten (z.B. keine sinusförmige Atmungskurve) aufwiesen. Darüber hinaus wurden Trials exkludiert, bei denen die Blickdauer nicht von 0 abwich, die Babys also nicht hinsahen. Ebenso wurde der letzte Trial jeden Durchgangs aus der Analyse ausgeschlossen, da sowohl die „iBEAT“- als auch die „iBREATH“-Aufgabe von den Versuchsleiter\*innen bei jedem Baby aufgrund Unruhe abgebrochen wurden.

Die erste Forschungsfrage untersuchte, ob die Stichprobe eine implizite interozeptive Sensitivität auf Gruppenebene aufwies. Dies wurde anhand eines zweiseitigen, gepaarten t-Tests analysiert. Die mittlere Blickdauer in Bezug auf synchrone Stimuli wurde mit der mittleren Blickdauer in Bezug auf asynchrone Stimuli auf Gruppenebene verglichen. Außerdem wurde exploratorisch genauer betrachtet, ob die kardiale und die respiratorische interozeptive Modalitäten einen Zusammenhang aufweisen. Hierfür wurde für beide Paradigmen ein Diskriminierungswert (Discrimination Score) berechnet. Dieser Wert stellt dabei die individuellen Unterschiede der Babys dar und bildet den absoluten Anteilsunterschied zwischen den Blickzeiten in den asynchronen und synchronen Bedingungen ab (Maister et al., 2017). Die Sperman-Korrelationsmethode wurde im Anschluss durchgeführt, um einen möglichen Zusammenhang zwischen den Diskriminierungswerten der „iBEAT“- und „iBREATH“-Aufgabe näher zu beleuchten.

Die zweite Forschungsfrage befasste sich mit dem Einfluss mütterlicher interozeptiver Genauigkeit auf die interozeptiver Sensitivität ihrer Kinder. Zuerst wurden eine Spearman-Korrelation mit den Werten des Heartbeat Detection Tasks und mit den erzielten Werten der Interoceptive Accuracy Scale berechnet. Im Anschluss wurde zwei multiple lineare Regressionen berechnet. Im Vorfeld waren bereits z-Scores für die Werte des HDTs und der IAS berechnet worden. Diese wurden dann zum einen auf die „iBEAT“-Daten regressiert, um einen Einfluss mütterlicher interozeptiver Genauigkeit auf die interozeptive kardiale

Sensitivität zu untersuchen. Zum anderen wurden die Werte des HDTs und der IAS auf die Daten der „iBREATH“-Aufgabe regressiert, um den mütterlichen Einfluss auf die respiratorische Achse der interozeptiven Sensitivität der Babys näher zu beleuchten.

## Ergebnisse

### “iBEAT“-Aufgabe

In die Analyse wurden  $N = 30$  18-Monate alte Babys ( $M = 18.6$  Monate,  $SD = 0.57$ , 13 Mädchen) der „iBEAT“-Aufgabe miteingeschlossen. Auf der Gruppenebene schauten die Babys durchschnittlich  $7.013$  ms ( $SD = 3.810$  ms) bei den sich synchron zum Herzschlag bewegenden Reizen auf den Bildschirm und  $6.508$  ms ( $SD = 3.842$  ms) in der Bedingung der sich asynchron bewegenden Stimuli. Bei der Betrachtung der deskriptiven Daten ergab sich, dass mehr Daten im Durchschnitt von synchronen Durchläufen zu asynchronen vorhanden waren ( $9.91$  zu  $9.39$  Durchläufen) (*Tabelle 1*). Um herauszufinden, ob eine visuelle Präferenz zwischen den asynchronen oder synchronen Darbietungsformen besteht, wurde ein zweiseitig gepaarter t-Test berechnet. Um die Normalverteilung der Daten zu prüfen, wurde ein Shapiro-Wilk Test berechnet. Dieser zeigte an, dass keine Verletzung der Normalverteilung sowohl der synchronen als auch asynchronen Blickdaten vorliegt ( $p > .05$ ).

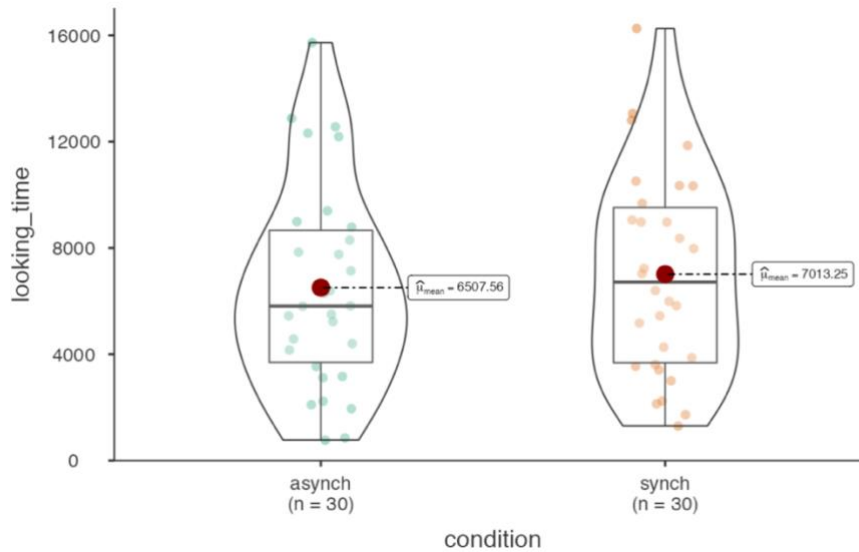
Die Analyse zeigte, dass keine visuelle Präferenz für die asynchronen noch die synchronen Stimuli auf Gruppenebene bestand ( $t(29) = -0.85$ ,  $p = .799$ ,  $d = 0.155$ , *Abbildung 3*).

Da die Babys keine visuelle Präferenz auf Gruppenebene aufwiesen, wurde anhand eines t-Tests gegen 0 überprüft, ob auf individueller Ebene eine Präferenz zu beobachten sei. Dafür wurden Diskriminierungswerte gebildet. Der Diskriminierungswert setzt sich zusammen aus der durchschnittlichen synchronen Blickzeit, von der die durchschnittliche asynchrone Blickzeit subtrahiert wurde. Die verwendete Formel lautet:  $\text{abs}(((\text{slow} + \text{fast})/2) - \text{synch}) / (\text{synch} + ((\text{fast} + \text{slow})/2))$  (Maister et al., 2017).

Dieser wies Signifikanz auf,  $t(29) = 11.4$ ,  $p < .001$ . Die Babys zeigten auf individueller Ebene eine visuelle Blickpräferenz für jeweils eine der beiden Konditionen.

**Abbildung 3**

Verteilung der Blickzeiten in der „iBEAT“-Aufgabe



Anmerkung: Die x-Achse bildet die jeweilige Kondition (asynchron vs. synchron) ab. Die y-Achse zeigt die Blickzeit in ms an

**“iBREATH“-Aufgabe**

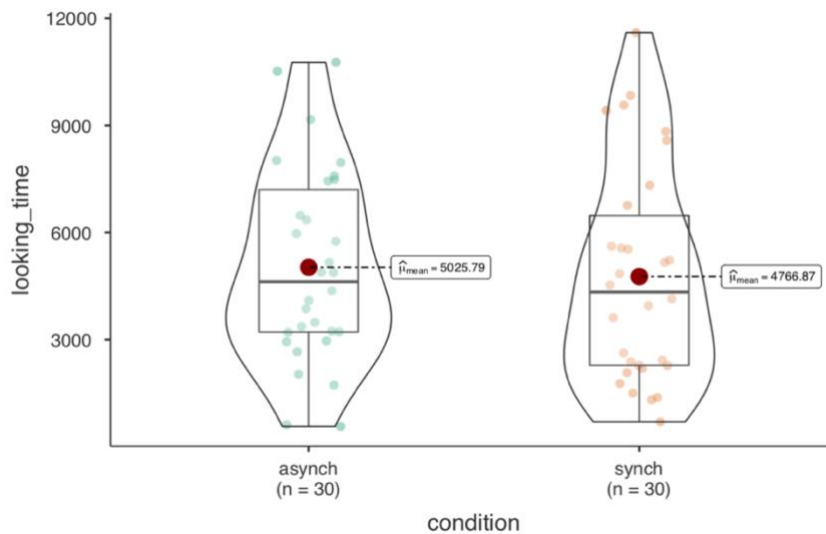
In die Analyse der iBREATH-Aufgabe wurden  $N = 30$  18 Monate alte Babys ( $M = 18.5$  Monate,  $SD = 0.51$ , 10 Mädchen) eingeschlossen. Bei der Betrachtung der Deskriptivstatistik wurde auf der Gruppenebene eine durchschnittliche Blickdauer von 4.767 ms ( $SD = 3.023$  ms) in der synchronen Bedingung und 5.026m ms ( $SD = 2.708$ ms) in der asynchronen Bedingung beobachtet. In die Analyse flossen insgesamt mehr asynchrone Durchläufe als synchrone (8.66 zu 8.51 Durchläufen). Um die Normalverteilung der Daten zu prüfen, wurde ein Shapiro-Wilk Test berechnet. Dieser zeigte an, dass keine Verletzung der Normalverteilung sowohl der synchronen als auch asynchronen Blickdaten vorliegt ( $p > .05$ ).

Ein zweiseitiger gepaarter t-Test wurde berechnet, um herauszufinden, ob eine visuelle Präferenz auf Gruppenebene bestand. Hierbei ergab sich, dass keine signifikante visuelle Präferenz für weder die asynchronen noch die synchronen Reize bestand ( $t(29) = 0.560$ .  $p = .290$ ,  $d = 0.102$ , *Abbildung 4*). Jedoch konnte man den Daten entnehmen, dass sich ein Trend in die Richtung einer visuellen Präferenz für asynchrone Reize verzeichnen ließ. Erneut wurden die Diskriminierungswerte berechnet und dann ein t-Test gegen 0 gerechnet, um näher zu beleuchten, ob die Babys auf individueller Ebene eine Blickpräferenz aufwiesen (Maister et al., 2017). Dieser zeigte erneut Signifikanz an,  $t(29) = 8.64$ ,  $p < .001$ .



**Abbildung 4**

Verteilung der Blickzeiten in der iBREATH-Aufgabe



Anmerkung: Die x-Achse bildet die jeweilige Kondition (asynchron vs. synchron) ab. Die y-Achse zeigt die Blickzeit in ms an

**Tabelle 1**

Deskriptivstatistik der „iBEAT“- und „iBREATH“-Aufgabe

**Blickzeiten (N = 30)**

Paradigma	M	SD	Bereich	Durchschnittliche Durchläufe
<b>iBEAT</b>				
Synchron	7.013	3.810	1.303; 16.257	9.39
Asynchron	6.508	3.842	772; 15.723	9.91
<b>iBREATH</b>				
Synchron	4.767	3.023	701; 11.598	8.51
Asynchron	5.026	2.708	567; 10.769	8.66

Anmerkung: Mittelwert (M), Standardabweichung (SD), Bereich und durchschnittliche Durchläufe werden berichtet.

**Zusammenhang kardiale und respiratorische Achse der Interozeption**

Ein möglicher Zusammenhang zwischen der kardialen und respiratorischen Achse wurde exploratorisch untersucht. Zur Feststellung des Zusammenhangs der Daten aus der „iBEAT“- und „iBREATH“-Aufgabe wurden die zwei gebildeten Diskriminierungswerte

herangezogen. Für die „iBEAT“- als auch die „iBREATH“-Aufgabe wiesen  $N = 20$  Babys Daten auf. Der Shapiro Wilk Test auf Normalverteilung der Daten zeigte diese sowohl bezüglich der Diskriminierungswerte der „iBEAT“ Daten ( $W = 0.964, p = .627$ ) als auch der Diskriminierungswerte bei den „iBREATH“ Daten ( $W = 0.959, p = .530$ ) auf. Die Spearman'sche Rangkorrelation wurde berechnet, um die Beziehung zwischen den Diskriminierungswerten „iBEAT“ und „iBREATH“ zu bewerten (*Abbildung 5*). Zwischen den beiden Variablen bestand ein negativer, nicht signifikanter Zusammenhang ( $\rho = -.164, p = .488$ ).

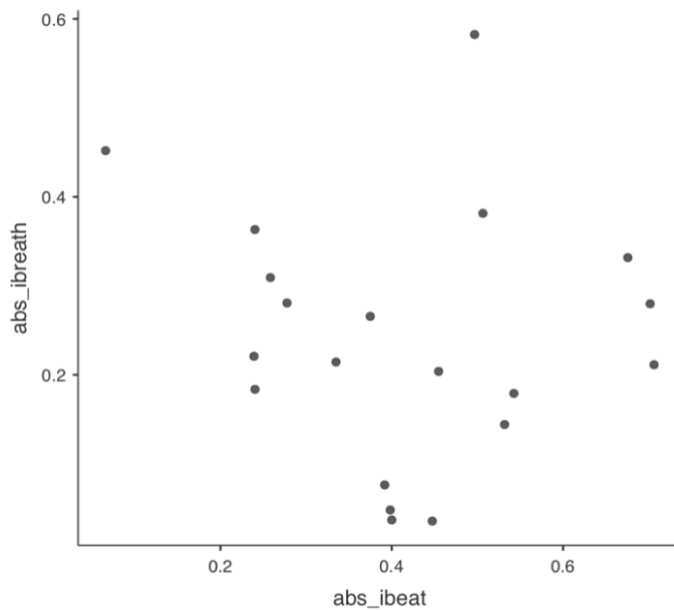
### **Zusammenhang interozeptive Genauigkeit Mütter mit interozeptiver Sensitivität Kinder**

Um den Zusammenhang zwischen der interozeptiven Genauigkeit der Mütter und der interozeptiver Sensitivität der Babys näher zu beleuchten, wurden die Daten des Heartbeat Detection Tasks (HDT) und die der Interoceptive Accuracy Scale (IAS) herangezogen.

Dabei wurden  $N = 61$  Mütter ( $M = 33.9$  Jahre,  $SD = 4.58$ ) in die Analyse eingeschlossen, die entweder Daten für den HDT oder die IAS aufwiesen.  $N = 43$  Babys, die entweder die „iBEAT“- oder „iBREATH“-Aufgabe absolvierten, und von denen Mütterdaten vorlagen, wurden ebenso mitaufgenommen. Zu Beginn wurde mit einem Einstichprobentest gegen 0 eine Normalverteilung der Daten berechnet. Dieser wies bei beiden Maßen Signifikanz auf (IAS:  $t(51) = 62.90, p < .001$ ; HDT:  $t(49) = 29.81, p < .001$ ). Da die Werte des HDTs nicht normalverteilt waren ( $W = 0.917, p = .002$ ), wurde die Spearman'sche Rangkorrelation zwischen den HDT-Daten und Daten der IAS berechnet, um zu überprüfen, ob beide Variablen dasselbe Konstrukt abbilden. Zwischen den beiden Variablen bestand ein positiver und nicht signifikanter Zusammenhang ( $\rho = .261, p = .10$ ). Um einen Einfluss der mütterlichen interozeptiven Genauigkeit auf die interozeptive kardiale und respiratorische Sensitivität der Babys zu überprüfen, wurden zwei multiple lineare Regressionen durchgeführt (*Tabelle 2*). Zuvor wurden jedoch noch die HDT-Scores, die die Prozentsätze richtig beurteilter Durchgänge darstellten sowie die Summenwerte der IAS in z-Werte transformiert, um sie vergleichbar zu machen. Im Anschluss wurden die Werte des HDTs und die der IAS auf die absoluten Diskriminierungswerte der „iBEAT“-Aufgabe regressiert. Der Prädiktor HDT sagte statistisch signifikant das Kriterium interozeptive kardiale Sensitivität („iBEAT“) voraus,  $F(1, 17): 4.87, p = .041$  (*Abbildung 6*). Die Werte des IAS sagten ebenso die interozeptive kardiale Sensitivität der Babys signifikant voraus,  $F(1,17): 8.96, p = .008$ . Das Modell hat mit  $R^2 = .380$  eine hohe Anpassungsgüte (Cohen, 1988).

**Abbildung 5**

Zusammenhang der absoluten Diskriminierungswerte der „iBEAT“ - (x-Achse) und „iBREATH“-Aufgabe (y-Achse)



Um den Einfluss der mütterlichen interozeptiven Genauigkeit der interozeptiven Sensitivität auf der respiratorischen Achse zu untersuchen, wurden die Werte des HDTs und die der IAS auf die absoluten Discrimination Scores der „iBREATH“-Aufgabe regressiert. Der HDT konnte dabei die Varianz der interozeptiven respiratorischen Sensitivität nicht signifikant erklären,  $F(1,15): 0.477, p = .500$ . Die Werte des IAS konnten ebenso keine signifikante Vorhersage treffen,  $F(1,15): 1.782, p = .202$ . Das Modell weist mit  $R^2 = .106$  eine geringe Anpassungsgüte auf (Cohen, 1988).

Im Anschluss wurde explorativ untersucht, ob einzelne Items der Interoceptive Accuracy Scale, die die interozeptive respiratorische Modalität abbilden, die „iBREATH“-Daten vorhersagen. Hierzu wurde die Summe der Items 3, 9 und 10 (*Anhang*) gebildet und erneut in z-Werte transformiert. Die Werte der respiratorischen Items der IAS sagten die interozeptive respiratorische Sensitivität nicht signifikant voraus,  $F(1,16): 1.35, p = .262$ . Das Modell weist mit  $R^2 = .0778$  eine geringe Anpassungsgüte auf (Cohen, 1988).

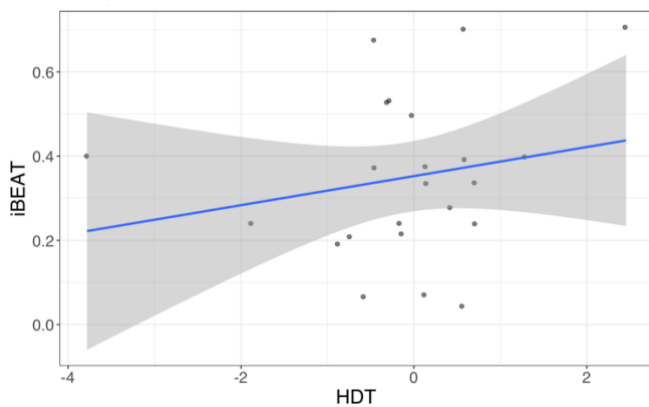
**Tabelle 2***Einfluss mütterlicher interozeptiver Genauigkeit*

Multiple lineare Regression		
Abhängige Variable: interozeptive Sensitivität Baby		
	Interozeptive kardiale Sensitivität (iBEAT)	Interozeptive respiratorische Sensitivität (iBREATH)
Heartbeat Detection Task(HDT)	.0658**	.022
Interozeptive Accuracy Scale(IAS)	-.1362***	-.0961
R <sup>2</sup>	.380	.106
Adjusted R <sup>2</sup>	.308	-.0129
F-Statistik (2, 17) (2,15)	5.22	.891

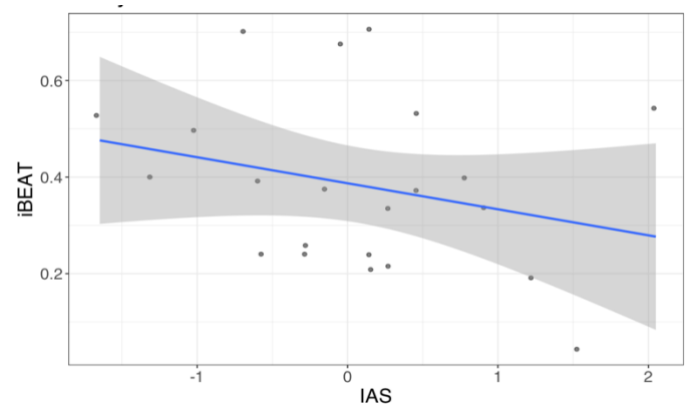
Anmerkung. \*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$ ; \*\*\*  $p < .001$

**Abbildung 6***Zusammenhang zwischen iBEAT und mütterlicher interozeptiver Genauigkeit*

(a)



(b)



Anmerkung: (a) x-Achse iBEAT und y-Achse Heartbeat Detection Task

(b) x-Achse iBEAT und y-Achse Interoceptive Accuracy Scale

## Diskussion

Das Forschungsinteresse an der Interozeption hat in den letzten Jahrzehnten rapide zugenommen. Dies ist der Erkenntnis geschuldet, dass die Interozeption nicht nur bedeutend für die Homöostase ist, sondern ebenso eine Rolle bei emotionalen Konstrukten, Entscheidungsfindung, sozialer Kognition und Psychopathologien spielt (Craig, 2002, Khalsa et al., 2018; Palmer & Tsakiris, 2018; Suksasilp & Garfinkel, 2022). Trotzdem ist bisher wenig über die Prozesse der Entwicklung bekannt und die Anzahl publizierter Studien, die Kinder vor dem Vorschulalter untersuchen, sehr gering (Koch & Pollatos, 2014; Maister et al., 2017; Weijs, et al., 2022). Aus diesem Grund strebte die vorliegende Studie eine Replikation der Studie von Maister et al. (2017) an und untersuchte, ob 18-monatige Säuglinge bereits eine interozeptive Sensitivität im Hinblick auf kardiale und erstmals respiratorische Signale aufweisen. Zusätzlich beleuchtete diese Studie als erste einen potenziellen Zusammenhang zwischen der interozeptiven Genauigkeit der Mütter auf die interozeptiver Sensitivität ihrer Babys.

Es wurde zum einen angenommen, dass die Babys eine interozeptive Sensitivität auf kardialer und respiratorischer Ebene aufweisen und bei den asynchronen Reizen in der „iBEAT“- und „iBREATH“-Aufgabe länger auf den Bildschirm sehen. Die Präferenz für die asynchronen Reize wurde als Indikator für interozeptive Sensitivität herangezogen (Charbonneau et al., 2022; Maister et al., 2017; Weijs et al., 2022). Konträr der Annahmen und Studienergebnissen von Maister et al. (2017) zeigten die Babys weder in der „iBEAT“- , noch in der „iBREATH“-Aufgabe eine Blickpräferenz für die asynchronen Reize auf der Gruppenebene. Es konnten keine Unterschiede in den Blickzeiten zwischen den asynchronen und synchronen Reizen gefunden werden. Daraufhin wurde sich im Genaueren angesehen, ob die Babys auf individueller Ebene eine Blickpräferenz zu den synchronen oder asynchronen Reizen aufweisen, was bestätigt werden konnte. Es gab Babys, die die synchronen Reize gegenüber den asynchronen Reizen präferierten und umgekehrt.

Über die genauen Gründe, weshalb die Ergebnisse von Maister et al. (2017) nicht repliziert werden konnten, lässt sich nur mutmaßen. Ein möglicher Grund könnte das Alter der Babys sein. Maister et al. (2017) untersuchten fünf Monate alte Säuglinge, wohingegen die Babys in dieser Studie bereits 18 Monate alt waren. Es wird die Möglichkeit postuliert, dass mit steigendem Alter es zu einer Abnahme der Aufmerksamkeit auf körperinnere Signale kommen könnte (Filippetti, 2021). Babys sind in den ersten Monaten ihres Lebens für die Aufrechterhaltung der Homöostase abhängig von ihrer Bezugsperson (Ciaunica & Crucianelli, 2019, Filippetti, 2021). Die Babys müssen lernen, ihre Bedürfnisse zu erkennen

und zu kommunizieren. Mit fortschreitendem Alter werden jedoch die Abläufe zur Erkennung und Reaktion auf die Signale des Säuglings von der Bezugsperson routinierter und effizienter, wodurch die Kommunikation von Bedürfnissen vereinfacht werden könnte (Filippetti, 2021).

Bislang wurde diese Theorie jedoch noch nicht empirisch überprüft. Da die Babys jedoch bei der Betrachtung der individuellen Blickzeiten einen Unterschied in den Präferenzen zeigten, ist eher anzunehmen, dass diese bereits sensibel für körperinnere Signale sind. Bislang gibt es nur zwei publizierte Studien, die die interozeptive Sensitivität bei Babys untersuchen. Von diesen zwei Studien konnte die eine Studie eine Präferenz für asynchrone Reize finden (Maister et al., 2017) und die andere eine Präferenz in den Blickdaten für synchrone Reize (Weijs et al., 2022). Auch in den vorliegenden Daten konnte keine eindeutige Präferenz für die asynchronen Reize auf der Gruppen- und der individuellen Ebene gefunden werden. Deshalb stellt sich die Frage, ob sich der verwendete Indikator für interozeptive Sensitivität von Maister et al. (2017), nämlich die Blickpräferenz für asynchrone Reize, als passend erweist.

Relevant zur Beantwortung dieser Frage könnte ein genauerer Blick auf die Entwicklung der Kontingenzerkennung sein. Diese beschreibt die Fähigkeit, die Kausalität von Ereignissen zu verstehen und zu erkennen. Die Babys verstehen dadurch, dass bestimmte Handlungen bestimmte Ergebnisse hervorrufen (Jacques et al., 2020). Die Forschung konnte bislang herausfinden, dass Säuglinge bis ca. 3 Monate synchrone Reize präferieren und sie danach eine Präferenz für asynchrone Reize zeigen (Bahrick & Watson, 1985; Jacques et al., 2020). In der vorliegenden Studie wurde angenommen, dass die Babys länger bei asynchronen Reizen auf den Bildschirm sehen würden, so wie bei Maister et al. (2017). Es wäre jedoch möglich, dass sich die Präferenz für nicht-kontingente Reize erneut zu kontingenten Reizen verändert und ebenso individuellen Unterschieden unterliegt (Jacquey et al., 2020).

Bei der Betrachtung der individuellen Blickpräferenzen der Babys konnten diese individuellen Unterschiede gezeigt werden, da die Babys generell eine Blickpräferenz aufwiesen, diese sich jedoch zwischen den Babys unterschied. Ein weiterer Grund, weshalb auf der Gruppenebene keine Blickpräferenzen gefunden wurden, könnte möglicherweise der verwendete Auswertungsansatz des zweiseitig gepaarten t-Tests den Richtigen liefern. Die Präferenzen der Babys auf Gruppenebene heben sich nämlich auf, da diese in beide Richtungen zeigen. Eine weitere mögliche Erklärung für die fehlende Eindeutigkeit der Blickpräferenz auf der Gruppenebene könnte das Habituationparadigma liefern. Dieses bezieht sich darauf, dass sich die Reaktionsintensität eines Individuums auf einen bestimmten

Reiz verringert, wenn dieser wiederholt präsentiert wird (Fantz, 1964). Sowohl bei der „iBEAT“ als auch bei der „iBREATH“-Aufgabe wurden die Reize wiederholt dargeboten. Sobald sich der Säugling an den Reiz gewöhnt hat, wird er weniger Zeit damit verbringen, ihn zu beobachten oder darauf zu reagieren (Fantz, 1964; Houston-Price & Nagai, 2004).

Es konnte ebenso gezeigt werden, dass mit zunehmender Gewöhnung Säuglinge zwischen der Bevorzugung von Vertrautem und von Neuem schwanken, wenn die Reize beide gleichermaßen die Aufmerksamkeit auf sich lenken. Bei einzelnen Babys wechselt diese Präferenz ebenfalls schneller als bei anderen (Bogartz & Shinsky, 1998). Dies könnte erklären, wieso es auf individueller Ebene Blickpräferenzen sowohl für die asynchron dargebotenen als auch die synchron dargebotenen Reize gab. Hier bedarf es vermehrt Studien, die sich in der Zukunft damit beschäftigen, um eine bessere Einsicht zu erlangen. Es sei jedoch zusätzlich erwähnt, dass die verwendeten „iBEAT“- (Maister et al., 2017) und „iBREATH“-Verfahren bisher nur vereinzelt zum Einsatz kamen, beziehungsweise im Falle vom „iBREATH“-Verfahren zum ersten Mal in der vorliegenden Studie. Aufgrund der fehlenden Replikationen wird nicht ersichtlich, wie gut die Maße validiert sind. Es wäre interessant, in der Zukunft diese beiden Maße ebenso bei Erwachsenen anzuwenden, um ein besseres Verständnis über deren Eignung bei der Messung der Interozeption zu erlangen.

Ein Zusammenhang auf der interozeptiven kardialen und respiratorischen Achse bei den Babys konnte nicht nachgewiesen werden. Dies ist jedoch im Hinblick auf die bestehende Literatur nicht überraschend. So konnte bei Erwachsenen bereits kein Zusammenhang zwischen der kardialen und respiratorischen Dimension der Interozeption gefunden werden (Garfinkel et al., 2016). Ebenso wenig wurde eine Beziehung bei der Untersuchung dieser beiden Dimensionen bei Vorschulkindern gefunden (Nicholson et al., 2018). Die Ergebnisse könnten darauf zurückzuführen zu sein, dass sich die respiratorische und kardiale Achse der Interozeption zu unterschiedlichen Zeitpunkten entwickeln und deshalb in unserer Stichprobe noch nicht zu finden waren.

Die einzige Ausnahme in der Literatur stellte der Fund eines Zusammenhangs auf der Ebene des interozeptiven Bewusstseins zwischen der kardialen und respiratorischen Achse dar (Garfinkel, 2016). Diese beschreibt das subjektive Vertrauen, inwieweit also eine Person glaubt, sie habe gut oder schlecht bei einer Aufgabe abgeschnitten. Es könnte also eine Integration der verschiedenen interozeptiven Informationen auf einer höheren Ebene stattfinden, die bei Säuglingen noch nicht ausgereift ist. Da es sich bisher jedoch um den einzigen Nachweis eines solchen Zusammenhangs handelt, bedarf es für zuverlässige

Aussagen in der Zukunft weitere Forschung, die sich mit möglichen Verbindungen der interozeptiven Modalitäten auseinandersetzt.

Die vorliegende Arbeit hat sich als Erstes den mütterlichen Einfluss der interozeptiven Genauigkeit auf die interozeptive Sensitivität der Babys näher angesehen. Durch die Abhängigkeit des Säuglings von der Bezugsperson in der Bedürfnisbefriedigung ist das eigene Selbst zu Beginn des Lebens stark mit einer anderen Person verwoben (Fotopoulou et al., 2017). Die Vermutung liegt nahe, dass sich dadurch die interozeptive Sensitivität in sozialen Interaktionen mit der Bezugsperson entwickelt (Filippetti, 2021). Studien in der Vergangenheit konnten bereits einen Einfluss der interozeptiven Fähigkeiten der Eltern auf die Gesundheit und emotionalen und sozialen Fähigkeiten des Kindes beobachten (Abraham et al., 2019; MacCormack et al., 2020).

Es wurde ein Zusammenhang zwischen der interozeptiven Genauigkeit der Mütter, gemessen durch den Heartbeat Detection Task (HDT), und der interozeptiven Sensitivität auf kardialer Ebene der Babys nachgewiesen. Es bestand ebenso ein Zusammenhang mit der Interoceptive Accuracy Scale (IAS), dieser war jedoch negativ. Dies spricht gegen die zuvor aufgestellte Hypothese. Über die genauen Gründe, weshalb ein negativer Zusammenhang zwischen der IAS und der kardialen interozeptiven Sensitivität besteht, lässt sich nur mutmaßen. Zum einen ist es wichtig zu erwähnen, dass ein positiver Zusammenhang zwischen dem HDT und der interozeptiven Sensitivität der Babys gefunden werden konnte. Der HDT ist konzeptuell näher dran an der „iBEAT“-Aufgabe, mit der die interozeptive kardiale Sensitivität der Babys gemessen wurde. Im Fragebogen der IAS waren einige Aussagen, die sich nicht auf die kardiale Interozeption bezogen, wodurch ein Vergleich von verschiedenen interozeptiven Dimensionen entsteht. Die IAS bildet ein subjektives Maß der interozeptiven Genauigkeit ab (Murphy et al., 2020). Es handelt sich also um eine Wahrnehmung interozeptiver Signale auf der metakognitiven Ebene. Eine Frage die sich hierbei stellt ist, ob und inwieweit eine ausgeprägte Meta-Wahrnehmung interozeptiver Signale für die interozeptive Sensitivität der Babys hilfreich ist. Zusätzlich konnte bislang, wie auch in dieser Studie, gezeigt werden, dass Selbstberichtsmessungen der Interozeption, nicht immer eng mit aufgabenbasierten Verhaltensmessungen übereinstimmen (Garfinkel et al., 2016). Dies deutet darauf hin, dass die interozeptive Verarbeitung dem bewussten Zugriff weniger zugänglich ist (Suksasilp & Garfinkel, 2022). Die Herzschlagwahrnehmung bei Erwachsenen erfolgt unbewusst, wohingegen die Atemwahrnehmung stärker bewusst ist. Möglicherweise könnte der negative Zusammenhang der IAS, sowie der positive des HDTs mit der kardialen interozeptiven Sensitivität dadurch erklärt werden, dass diese unbewusste



Wahrnehmung die Herzschlagwahrnehmung bei Säuglingen stärken könnte. Ein Bewusstsein über die Wahrnehmung des Herzschlags könnte jedoch wiederum hinderlich sein. Dies würde zum einen vor dem Hintergrund des fehlenden Zusammenhangs auf der respiratorischen interozeptiven Dimension Sinn ergeben. Zum anderen wurde in den Ergebnissen kein Zusammenhang zwischen den Maßen der bewussten und unbewussten Herzschlagwahrnehmung bei Erwachsenen gefunden.

Wie bereits erwähnt, wurde kein Zusammenhang in Bezug auf die respiratorische Achse beobachtet. Diese Ergebnisse sind vor dem Hintergrund der bereits angesprochenen Ergebnisse zu einem nicht nachgewiesenen Zusammenhang zwischen den interozeptiven Ebenen nicht verwunderlich (Garfinkel et al., 2016; Nicholson et al., 2018).

Der zum Teil gezeigte Zusammenhang auf kardialer Ebene zwischen den Müttern und den Babys ist besonders spannend, da bisher wenig über die Entwicklungsprozesse der Interozeption bekannt ist (Koch & Pollatos, 2014). Die Entstehung und Entwicklung der Interozeption als Ergebnis der sozial-emotionalen Abhängigkeit des Säuglings von der Bezugsperson wurde bereits vorgeschlagen (Atzil et al., 2018; Fotopoulou & Tsakiris, 2018). Es würde Sinn machen, wenn die Bezugsperson durch ihre ausgeprägte Interozeption die Entwicklung der interozeptiven Sensitivität ihres Säuglings unterstützen würde. Durch die erhöhte Sensibilität für körperinnere Signale könnten die Rahmenbedingungen dafür geschaffen werden, die Entwicklung der Interozeption bei den Babys zu fördern. Dies würde vor dem Hintergrund Sinn machen, dass bislang Studien, die zeigen konnten, dass sensitive Bezugspersonen einen positiven Einfluss auf die Emotionsregulation und Empathie Fähigkeit ihrer Kinder haben (Eisenberg et al., 2015; Zemp & Bodemann, 2017).

Darüber hinaus untersuchten einige Forschungsarbeiten die Eltern-Kind-Synchronität, welche die Übereinstimmung von Verhalten, affektiven Zuständen und biologischen Rhythmen zwischen Eltern und Kind darstellt (Atzil & Gendron, 2017). Die Synchronität, die die elterliche Sensibilität für die Bedürfnisse des Säuglings widerspiegelt, sagt eine optimale emotionale Entwicklung voraus. Hier einzuschließen ist die Fähigkeit, zur Emotionsregulation und zur Erkennung der Emotionen bei anderen (Atzil & Gendron, 2017). Die Emotionsregulation, die sozialen Fähigkeiten und die Empathie hängen wiederum mit der Interozeption zusammen (Palmer & Tsakiris, 2018). Es wäre möglich, dass eine erhöhte interozeptive Genauigkeit der Bezugsperson die Synchronität zwischen Bezugsperson und Kind stärkt. Diese wiederum könnte sich dann auf die Entwicklung der interozeptiven Sensitivität des Säuglings auswirken. Zukünftige Forschung sollte diesen möglichen Zusammenhang näher betrachten. Zusammenhänge zwischen der elterlichen interozeptiven

Genauigkeit und den Fähigkeiten zur Emotionsregulation, Empathie, sowie sozialen Fähigkeiten bei ihren Kindern wurden ebenso bereits untersucht. Die Fähigkeiten waren stärker ausgeprägt bei den Kindern, deren Eltern eine erhöhte Interozeption aufwiesen (MacCormack et al., 2020). Es ist anzunehmen, dass eine ausgeprägte interozeptive Fähigkeit der Mutter die interozeptive Sensitivität ihrer Kinder positiv beeinflusst. Die Kinder könnten dadurch angemessene affektive Reaktionen erkennen und später selbst anwenden (MacCormack et al., 2020).

Jedoch ist über die genaue Art und Weise der Entwicklung bisher zu wenig bekannt, und es lässt sich aus den vorliegenden Ergebnissen nur mutmaßen. Studien in der Zukunft sollten sich die Erkenntnis über einen Zusammenhang zunutze machen und sich die dahinterliegenden Prozesse näher ansehen. Es ist zu empfehlen, die bislang gut beforschten und mit der Interozeption in Verbindung stehenden Konstrukte miteinzubeziehen.

### **Limitationen und zukünftige Forschung**

Die vorliegende Studie weist einige Limitationen auf. Die geringe Stichprobengröße stellt hierbei das wohl größte Problem dar. Von den Babys, die erneut teilgenommen hatten, absolvierten nicht alle die „iBEAT“ - oder die „iBREATH“-Aufgabe. Dies ist teilweise der langen Dauer des Experiments geschuldet. Mit drei Stunden war die Studie sehr lang, wodurch die Babys oft nach einer gewissen Weise müde waren, und entweder die Aufgabe nicht mehr absolvierten oder die Qualität der Daten darunter litt. Die Anzahl an Babys, von denen sowohl für die „iBEAT“ - als auch für die „iBREATH“-Aufgabe Daten vorlagen, war gering. Unter anderem wurde die Datenerhebung ebenfalls von der Covid-19 Pandemie und einhergehenden Lockdowns erschwert. Testungen wurden deshalb abgesagt, und einige Babys fielen dadurch aus der Altersbeschränkung der Studie. Die Stichprobenszusammensetzung ist außerdem im Hinblick auf den überwiegenden Anteil der Hochschulabschlüsse unter den Eltern, einem geringen Anteil an Alleinerziehenden und einer ungleichen Geschlechteraufteilung bei den Aufgaben nicht repräsentativ. Die Generalisierbarkeit der vorliegenden Daten ist aus diesen Gründen nicht gegeben.

Zukünftige Forschung sollte versuchen, die bestehenden Forschungslücken der interozeptiven Sensitivität bei Säuglingen zu schließen. Durch die geringe Anzahl der veröffentlichten Studien zu diesem Thema bestehen Schwierigkeiten, die Ergebnisse einordnen zu können. Es benötigt mehr Longitudinalstudien mit mehr Teilnehmer\*innen, um herauszufinden, inwiefern sich die interozeptive Sensitivität bei Säuglingen entwickelt. Da bislang so wenig bekannt über die genauen Entwicklungsprozesse der Interozeption ist, wäre

es interessant, durch die Verwendung bildgebender Verfahren und mit einem genaueren Blick auf die aktiven Gehirnareale während der Durchführung Interozeption-messender Aufgaben, neue Erkenntnisse zu schaffen. Hier sollte vor allem der Zusammenhang mit der mütterlichen Interozeption und ein möglicher Einfluss auf die interozeptive Sensitivität der Säuglinge untersucht werden.

### **Conclusio**

Die vorliegende Studie untersuchte die interozeptive Sensitivität 18-Monate alter Säuglinge im Hinblick auf kardiale und respiratorische Signale. Darüber hinaus wurde zum ersten Mal ein möglicher Zusammenhang der interozeptiven Genauigkeit der Mütter mit der ihrer Kinder beleuchtet. Es konnte auf kardialer und auf respiratorischer Ebene zwar individuelle Blickpräferenzen nachgewiesen werden, jedoch nicht eindeutig in die erwartete Richtung der Präferenz der asynchron präsentierten Reize.

Diese Ergebnisse sprechen für das Vorhandensein einer interozeptiven Sensitivität bei 18 Monate alten Säuglingen, fordern jedoch die bisher verwendeten Maße heraus und unterstreichen das Vorhandensein individueller Unterschiede. Darüber hinaus wurde zum Teil ein Zusammenhang zwischen der mütterlichen interozeptiven Genauigkeit und der interozeptiven Sensitivität auf kardialer Ebene, nicht aber respiratorischer Ebene der Babys gefunden.

Im Hinblick auf die Bedeutung der Interozeption für die Emotionsverarbeitung, das Lernen, die Entscheidungsfindung, sozialen Kognitionen und vor allem auch aufgrund der klinischen Relevanz im Zusammenhang mit diversen Störungsbildern, ist die Forschung in diesem Bereich von großer Bedeutung. Die vorliegende Studie leistet einen Beitrag zur Erweiterung des Wissens über die Interozeption bei Babys über einem Jahr.

## Literatur

- Abraham, E., Hendler, T., Zagoory-Sharon, O., & Feldman, R. (2019). Interoception sensitivity in the parental brain during the first months of parenting modulates children's somatic symptoms six years later: The role of oxytocin. *International journal of psychophysiology: official journal of the International Organization of Psychophysiology*, *136*, 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2018.02.001>
- Allen, M. (2020). Unravelling the neurobiology of interoceptive inference. *Trends in Cognitive Sciences*, *24*(4), 265-266. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2020.02.002>
- Atzil, S., Gao, W., Fradkin, I., & Barrett, L. F. (2018). Growing a social brain. *Nature Human Behaviour*, *2*, 624–636. <https://doi.org/10.1038/s41562-018-0384-6>
- Atzil, S., & Gendron, M. (2017). Bio-behavioral synchrony promotes the development of conceptualized emotions. *Current Opinion in Psychology*, *17*, 162-169. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2017.07.009>.
- Atzil, S., Hendler, T., & Feldman, R. (2011). Specifying the neurobiological basis of human attachment: Brain, hormones, and behavior in synchronous and intrusive mothers. *Neuropsychopharmacology*, *36*, 2603-2615. <https://doi.org/10.1038/npp.2011.172>
- Avery, J. A., Drevets, W. C., Mosemann S. E., Bodurka, J., Barcalow, J. C., & Simmons, W. K. (2013). Major depressive disorder is associated with abnormal interoceptive activity and functional connectivity in the insula. *Biological Psychiatry*(76), 258-266. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2013.11.027>
- Azzalini, D., Rebollo, I., & Tallon-Baudry, C. (2019). Visceral signals shape brain dynamics and cognition. *Trends in cognitive sciences*, *23*(6), 488–509. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.03.007>
- Bahrnick, L. E., & Watson, J. S. (1985). Detection of intermodal proprioceptive-visual contingency as a potential basis of self-perception in infancy. *Developmental Psychology*, *21*, 963–973. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.21.6.963>.
- Bogartz, R. S., & Shinsky, J. L. (1998). On perception of a partially occluded object in 6-month-olds. *Cognitive Development*, *13*(2), 141-163. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(98\)90036-3](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(98)90036-3)
- Cannon, W. B. (1927). The James-Lange theory of emotions: A critical examination and an alternative theory. *The American Journal of Psychology*, *39*(1/4), 106–124. <https://doi.org/10.2307/1415404>

- Ciaunica, A., & Crucianelli, L. (2019). Minimal self-awareness from within: A developmental perspective. *Journal of Consciousness Studies*, 26(3–4), 207–226.
- Charbonneau, J. A., Maister, L., Tsakiris, M., & Bliss-Moreau, E. (2022). Rhesus monkeys have an interoceptive sense of their beating hearts. *PNAS*, 119(16), 1–8.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.2119868119>
- Craig, A. D. (2002). How do you feel? Interoception: The sense of the physiological condition of the body. *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 655–666.  
<https://doi.org/10.1038/nrn894>
- Craig, A. D. (2009). How do you feel --- now? The anterior insula and human awareness. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(1), 59–70. <https://doi.org/10.1038/nrn2555>
- Critchley, H. D., & Harrison, N. A. (2013). Visceral influences on brain and behavior. *Neuron*, 77, 624–638. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuron.2013.02.008>
- Critchley, H. D., & Nagai, Y. (2012). How emotions are shaped by bodily states. *Emotion Review*, 4(2), 163–168. <https://doi.org/10.1177/1754073911430132>
- Damasio, A. R. (1996). The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 351(1346), 1413–1420. <https://doi.org/10.1098/rstb.1996.0125>
- Eisenberg, N., Spinrad, T. L., & Knafo-Noam, A. (2015). Prosocial development. In M. E. Lamb & R. M. Lerner (Eds.), *Handbook of child psychology and developmental science, Vol. 3: Social, emotional and personality development* (7th ed., pp. 610–656). Wiley.
- Fantz, R. L. (1964). Visual experience in infants: Decreased attention to familiar patterns relative to novel ones. *Science*, 146(3644), 668–670.  
<https://doi.org/10.1126/science.146.3644.668>
- Filippetti, M. L. (2021). Being in tune with your body: The emergence of interoceptive processing through caregiver-infant feeding interactions. *Child Development Perspectives*, 15 (3). 182–188. <https://doi.org/10.1111/cdep.12420>
- Fotopoulou, A., & Tsakiris, M. (2017). Mentalizing homeostasis: The social origins of interoceptive inference. *Neuropsychoanalysis*, 19, 3–28.  
<https://doi.org/10.1080/15294145.2017.1294031>
- Garfinkel, S. N., & Critchley, H. D. (2013). Interoception, emotion and brain: New insights link internal physiology to social behaviour. Commentary on: “Anterior insular cortex mediates bodily sensibility and social anxiety” by Terasawa et al. (2012). *Social*

*Cognitive and Affective Neuroscience*, 8, 231–234.

<https://doi.org/10.1093/scan/nss140>

- Garfinkel, S. N., Manassei, M. F., Hamilton-Fletcher, G., In den Bosch, Y., Critchley, H. D., & Engels, M. (2016). Interoceptive dimensions across cardiac and respiratory axes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1708), <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0014>
- Garfinkel, S. N., Seth, A. K., Barrett, A. B., Suzuki, K., & Critchley, H. D. (2014). Knowing your own heart: Distinguishing interoceptive accuracy from interoceptive awareness. *Biological Psychology*, 104, 65–74. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2014.11.004>
- Herbert, B. M., Muth, E. R., Pollatos, O., & Herbert, C. (2012). Interoception across modalities: on the relationship between cardiac awareness and the sensitivity for gastric functions. *PloS one*, 7(5), e36646. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036646>
- Houston-Price, C., & Nakai, S. (2004). Distinguishing novelty and familiarity effects in infant preference procedures. *Infant and Child Development*, 13(4), 341–348. <https://doi.org/10.1002/icd.364>
- Jacquey, L., Fagard, J., Esseily, R., & O'Regan, J. K. (2020). Detection of sensorimotor contingencies in infants before the age of 1 year: A comprehensive review. *Developmental Psychology*, 56(7), 1233–1251. <https://doi.org/10.1037/dev0000916>
- Khalsa, S. S., Adolphs, R., Cameron, O. G., Critchley, H. D., Davenport, P. W., Feinstein, J. S., Feusner, J. D., Garfinkel, S. N., Lane, R. D., Mehling, W. E., Meuret, A. E., Nemeroff, C. B., Oppenheimer, S., Petzschner, F. H., Pollatos, O., Rhudy, J. L., Schramm, L. P., Simmons, W. K., Stein, M. B., Stephan, K., E., Van den Bergh, O., Van Diest, I., von Leupoldt, A., & Paulus, M. P. (2018). Interoception and mental health: A roadmap. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, 3, 501–513. <https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2017.12.004>
- Koch, A., & Pollatos, O. (2014). Cardiac sensitivity in children: Sex differences and its relationship to parameters of emotional processing. *Psychophysiology*, 51, 932–941. <https://doi.org/10.1111/psyp.12233>
- Lamm, C., & Singer, T. (2010). The role of anterior insular cortex in social emotions. *Brain Structure & Function*, 214, 579–591. <https://doi.org/10.1007/s00429-010-0251-3>
- MacCormack, J. K., Castro, V. L., Halberstadt, A. G., & Rogers, M. L. (2020). Mothers' interoceptive knowledge predicts children's emotion regulation and social skills in

- middle childhood. *Social Development*, 29, 578–599.  
<https://doi.org/10.1111/sode.12418>
- Maister, L., Tang, T., & Tsakiris, M. (2017). Neurobehavioral evidence of interoceptive sensitivity in early infancy. *ELife*, 6, 1–12. <https://doi.org/10.7554/eLife.25318>
- Murphy, J., Brewer, R., Catmur, C., & Bird, G. (2017). Interoception and psychopathology: A developmental neuroscience perspective. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 23, 45–56. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2016.12.006>
- Murphy, J., Catmur, C., & Bird, G. (2019). Classifying individual differences in interoception: Implications for the measurement of interoceptive awareness. *Psychonomic Bulletin & Review*, 26, 1467–1471. <https://doi.org/10.3758/s13423-019-01632-7>
- Murphy, J., Brewer, R., Plans, D., Khalsa, S. S., Catmur, C., & Bird, G. (2020). Testing the independence of self-reported interoceptive accuracy and attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 73 (1), 115–133.  
<https://doi.org/10.1177/1747021819879826>
- Nicholson, T., Williams, D., Carpenter, K., & Kallitsounaki, A. (2019). Interoception is impaired in children, but not adults, with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 49, 3625–3637. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-04079-w>
- Nikolova, N., Harrison, O., Toohey, S., Brændholt, M., Legrand, N., Correa, C., Vejlø, M., Jensen, M. S., Fardo, F., & Allen, M. (2022). The respiratory resistance sensitivity task: An automated method for quantifying respiratory interoception and metacognition. *Biological psychology*, 170, 108325.  
<https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2022.108325>
- Naqvi, N. H., & Bechara, A. (2010). The insula and drug addiction: An interoceptive view of pleasure, urges and decision-making. *Brain Structure & Function* (214), 435–450.  
<https://doi.org/10.1007/s00429-010-0268-7>
- Palmer, C. E., & Tsakiris, M. (2018). Going at the heart of social cognition: Is there a role for interoception in self-other distinction? *Current Opinion in Psychology*, 24, 21–26.  
<https://doi.org/10.1016/j.copsy.2018.04.008>
- Paulus, M. P., & Stein, M. B. (2010). Interoception in anxiety and depression. *Brain Structure & Function*, 214(5–6), 451–463. <https://doi.org/10.1007/s00429-010-0258-9>
- Pollatos, O., Kurz, A.-L., Albrecht, J., Schreder, T., Kleemann, A. M., Schöpf, V., Kopietz, R., Wiesmann, M., & Schandry, R. (2008). Reduced perception of bodily signals in

- anorexia nervosa. *Eating Behaviors*, 9(4), 381–388.  
<https://doi.org/10.1016/j.eatbeh.2008.02.001>
- Pollatos, O., Schandry, R. (2004). Accuracy of heartbeat perception is reflected in the amplitude of the heartbeat-evoked brain potential. *Psychophysiology*, 41, 476–482.  
<https://doi.org/10.1111/1469-8986.2004.00170.x>
- Pollatos, O., Herbert, B. M., Kaufmann, C., Auer D.P. & Schandry, R. (2007). Interoceptive awareness, anxiety and cardiovascular reactivity to isometric exercise. *International Journal of Psychophysiology*, 65(2), 167–173.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2007.03.005>
- Schandry R. (1981). Heart beat perception and emotional experience. *Psychophysiology*, 18(4), 483–488. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1981.tb02486.x>
- Schmid, B., Blomeyer, D., Buchmann, A. F., Trautmann-Villalba, P., Zimmermann, U. S., Schmidt, M. H., Esser, G., Banaschewski, T., Laucht, M. (2011). Quality of early mother–child interaction associated with depressive psychopathology in the offspring: A prospective study from infancy to adulthood. *Journal of Psychiatric Research*, 45 (10), 1387-1394, <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2011.05.010>.
- Suksasilp, C., & Garfinkel, S. N. (2022). Towards a comprehensive assessment of interoception in a multi-dimensional framework. *Biological Psychology*, 168, 1-9.  
<https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2022.108262>
- Tsakiris, M., Tajadura-Jiménez, A., & Costantini, M. (2011). Just a heartbeat away from one’s body: Interoceptive sensitivity predicts malleability of body representations. *Proceedings of the Royal Society B*, 278, 2470-2476.  
<https://doi.org/10.1098/rspb.2010.2547>
- Whitehead, W. E., Drescher, V. M., Heiman, P., & Blackwell, B. (1977). Relation of heart rate control to heartbeat perception. *Biofeedback and Self-Regulation*, 2 (4), 371-392.  
<https://doi.org/10.1007/BF00998623>
- Weijs, M. L., Pugin, F., Daum, M. M., & Lenggenhager, B. (2022). Cardiac interoception in infants: Behavioral and neurophysiological measures in various emotional and self-related contexts. *PsyArXiv*, 1-30. <https://doi.org/10.31234/osf.io/d4yu2>
- Zaki, J., Davis, J. I., & Ochsner, K. (2012). Overlapping activity in anterior insula during interoception and emotional experience. *NeuroImage*, 62, 493-499.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.05.012>



Zemp, M. & Bodenmann, G. (2017). Die Bedeutung der Bindung für die psychische Entwicklung bei Kindern und Jugendlichen. *Akut – Informationsmagazin des Vereins für umfassende Suchttherapie*, 31, 12 – 17.

## Anhang

### Abstract

Interoception is the ability to perceive and process internal bodily signals. Interoception is important for the maintenance of homeostasis, bodily self-awareness and development of the self, and has links to psychopathologies and social cognition. Despite this influence of interoception on diverse constructs, little is known about its precise development in early childhood. To date, there are only two published research papers that examined infants under one year of age for interoceptive sensitivity. There is a gap in research on infants over one year of age up to preschool age. For this reason, the present study investigated 18-month-old infants ( $N = 54$ ) and their mothers with the question of whether they already show interoceptive sensitivity with regard to cardiac and, for the first time in this age group, respiratory signals. A preference-looking paradigm was used for this purpose. The experimental design is a replication of one of the two studies mentioned above. Also, as a first study, a possible correlation between the interoceptive accuracy of the mothers and the interoceptive sensitivity of the babies was investigated. It was observed that the babies showed no differences in looking time at the group level. However, when looking at the individual looking times, preferences emerged. No correlation was found between the mother's interoceptive accuracy and the babies' interoceptive sensitivity at the respiratory level, but in part at the cardiac level. The results are not consistent with the replicated study, but support the presence of interoceptive sensitivity in 18-month-old infants. The results provide important and new insights into interoception in infants. Due to the lack of research and the importance of interoception in the development of the self, future studies are needed to shed more light on this topic.

Keywords: *interoception, infants, development, maternal influence*

## **Zusammenfassung**

Interozeption ist die Fähigkeit zur Wahrnehmung und Verarbeitung körperinnerer Signale. Interozeption ist von Bedeutung für die Aufrechterhaltung der Homöostase, körperlicher Selbstwahrnehmung und Entwicklung des Selbst, sowie weist Zusammenhänge mit Psychopathologien und sozialer Kognition auf. Trotz dieses Einflusses der Interozeption auf diverse Konstrukte ist bislang wenig bekannt über die genaue Entwicklung in der frühen Kindheit. Bis zu diesem Zeitpunkt gibt es nur zwei publizierte Forschungsarbeiten, die Säuglinge unter einem Jahr auf interozeptive Sensitivität untersuchten. Es besteht eine Forschungslücke bei Säuglingen über einem Jahr bis zum Vorschulalter. Die vorliegende Studie untersuchte aus diesem Grund 18 Monate alte Säuglinge ( $N = 54$ ) und ihre Mütter mit der Frage, ob diese bereits eine interozeptive Sensitivität in Bezug auf kardiale und, erstmals in dieser Altersgruppe untersucht, respiratorische Signale zeigen. Hierfür wurde ein Präferenz-Blick-Paradigma genutzt. Das Versuchsdesign stellt eine Replikation einer der zwei angesprochenen Studien dar. Ebenso wurde, als erste Studie, auf einen möglichen Zusammenhang zwischen der interozeptiven Genauigkeit der Mütter auf die interozeptive Sensitivität der Babys eingegangen. Es konnte beobachtet werden, dass die Babys auf Gruppenebene keine Unterschiede in der Blickzeit zeigten. Bei der Betrachtung der individuellen Blickzeiten zeigten sich jedoch Präferenzen. Gefunden wurde kein Zusammenhang zwischen der interozeptiven Genauigkeit der Mutter und der interozeptiven Sensitivität der Babys auf respiratorischer Ebene, jedoch zum Teil auf kardialer Ebene. Die Ergebnisse stimmen nicht mit der replizierten Studie überein, sprechen jedoch für ein Vorhandensein interozeptiver Sensitivität bei 18 Monate alten Säuglingen. Die Ergebnisse liefern wichtige und neue Erkenntnisse zur Interozeption bei Säuglingen. Aufgrund der geringen Anzahl an Forschungsarbeiten und der Bedeutung der Interozeption für die Entwicklung des Selbst bedarf es zukünftiger Studien, die dieses Thema näher beleuchten.

Schlagwörter: *Interozeption, Säuglinge, Entwicklung, mütterlicher Einfluss*

**Abbildungsverzeichnis**

<b>Abbildung 1</b> Stichprobenszusammensetzung.....	16
<b>Abbildung 2</b> .....	18
<i>Set-up der „iBEAT“-Aufgabe (bei „iBREATH“ dieselbe).</i> ....	19
<b>Abbildung 3</b> .....	23
<i>Verteilung der Blickzeiten in der „iBEAT“-Aufgabe</i> .....	23
<b>Abbildung 4</b> .....	24
<i>Verteilung der Blickzeiten in der iBREATH-Aufgabe</i> .....	24
<b>Abbildung 5</b> .....	26
<i>Zusammenhang der absoluten Diskriminierungswerte der „iBEAT“ - (x-Achse) und „iBREATH“-Aufgabe (y-Achse)</i> .....	26
<b>Abbildung 6</b> .....	27
<i>Zusammenhang zwischen iBEAT und mütterlicher interozeptiver Genauigkeit</i> .....	27

**Tabellenverzeichnis**

<b>Tabelle 1</b> .....	24
<i>Deskriptivstatistik der iBEAT- und iBREATH-Aufgabe</i> .....	24
<b>Tabelle 2</b> .....	27
<i>Einfluss mütterlicher interozeptiver Genauigkeit</i> .....	27

**German version of the Interoceptive Accuracy Scale (IAS; Vienna Version)**

*Nachfolgend finden Sie einige Aussagen darüber, wie genau Sie bestimmte Körperempfindungen wahrnehmen können. Bitte bewerten Sie auf der Skala, was Sie glauben, wie gut Sie jedes einzelne Körpersignal wahrnehmen können. Wenn Sie zum Beispiel das Gefühl haben, Wasser lassen zu müssen und dann auf der Toilette allerdings merken, dass Sie nicht müssen, würden Sie Ihre Genauigkeit, das Körpersignal wahrzunehmen, niedrig einschätzen.*

*Bitte bewerten Sie, wie gut Sie diese Signale ohne externe Hinweise wahrnehmen können. Zum Beispiel, wenn Sie nur wahrnehmen können, wie schnell Ihr Herz schlägt, wenn Sie Ihren Puls fühlen, würde dies nicht als genaue Wahrnehmung innerer Zustände zählen.*

1. Ich kann immer akkurat wahrnehmen, wenn mein Herz schnell schlägt.
2. Ich kann immer akkurat wahrnehmen, wenn ich Hunger habe.
3. Ich kann immer akkurat wahrnehmen, wenn ich schnell atme.
4. Ich kann immer akkurat wahrnehmen, wenn ich durstig bin.
5. Ich kann immer akkurat wahrnehmen, wenn ich Wasser lassen muss.
6. Ich kann immer akkurat wahrnehmen, wenn ich einen Drang zum Stuhlgang habe.
7. Ich kann immer akkurat wahrnehmen, wenn ich auf verschiedene Geschmacksrichtungen stoße.
8. Ich kann immer akkurat wahrnehmen, wenn ich erbrechen muss.
9. Ich kann immer akkurat wahrnehmen, wenn ich niesen muss.
10. Ich kann immer genau wahrnehmen, wenn ich husten werde.
11. Ich kann immer akkurat wahrnehmen, wenn mir heiß/kalt ist.
12. Ich kann immer akkurat wahrnehmen, wenn ich sexuell erregt bin.
13. Ich kann immer akkurat wahrnehmen, wenn ich Blähungen haben werde.
14. Ich kann immer akkurat wahrnehmen, wenn ich aufstoßen werde.
15. Ich kann immer akkurat wahrnehmen, wenn meine Muskeln müde sind bzw. ich Muskelkater habe.
16. Ich kann immer akkurat wahrnehmen, wenn ich einen blauen Fleck bekomme.
17. Ich kann immer akkurat wahrnehmen, wenn ich Schmerzen habe.
18. Ich kann immer akkurat wahrnehmen, wenn mein Blutzucker niedrig ist.
19. Ich kann immer akkurat wahrnehmen, wenn mich jemand eher liebevoll statt nicht liebevoll berührt.

20. Ich kann immer akkurat wahrnehmen, wenn etwas kitzlig ist.

21. Ich kann immer akkurat wahrnehmen, wenn etwas juckt.

*Skala.* Starke Ablehnung; Ablehnung; Weder Zustimmung noch Ablehnung;  
Zustimmung; Starke Zustimmung.