

## 6. Zusammenfassung

Ein wichtiger Grundbaustein für den ungestörten Spracherwerb ist eine intakte Inputverarbeitung. Eine Basisfunktion der Inputverarbeitung stellt die Diskrimination von Phonemen dar, die unter anderem Fähigkeiten, wie die exakte Analyse bestimmter zeitlicher Merkmale sowie eine ausreichende Verarbeitungsgeschwindigkeit voraussetzt. Aus den Ergebnissen umfangreicher behavioraler Studien ist bekannt, dass Kinder mit einer spezifischen Sprachentwicklungsstörung und/oder Dyslexie Schwierigkeiten bei der korrekten Identifikation von Phonemen haben. Zahlreiche Veröffentlichungen gingen davon aus, dass diese Probleme durch Defizite in der zeitlichen Verarbeitung von raschen Änderungen innerhalb eines Reizes bzw. durch Schwierigkeiten in der Verarbeitung von schnellen Reizfolgen begründet werden können. Die Messung ereigniskorrelierter Potenziale (EKP) sowie deren Teilkomponente Mismatch Negativity (MMN) stellt ein objektives Verfahren zur Untersuchung von Verarbeitungsprozessen auditiver Ereignisse dar. Die MMN spiegelt dabei die automatische Diskrimination von Stimulusabweichungen (Deviant) in einer homologen Sequenz von Standardreizen (Standard) wider. Sie wird als eine Repräsentation des sensorischen Gedächtnisses angesehen und scheint ein von der Aufmerksamkeit unabhängiges messbares Potenzial zu sein. Erste Studien hatten gezeigt, dass eine Möglichkeit zur Objektivierung von Sprachentwicklungsstörungen mittels EKP besteht. Entsprechende Verfahren könnten daher einen Ausgangspunkt für eine Frühdiagnostik und damit eine Frühintervention bei der spezifischen SES darstellen. Zuvor bedarf es jedoch der Untersuchung eines größeren Normalkollektivs, um das Ausmaß der Normvarianz sowie weiterer Einflussfaktoren wie der altersbedingten Entwicklung, Geschlecht und/oder Vigilanz abschätzen zu können. Ziel dieser Arbeit war es daher, unter Berücksichtigung der genannten Einflussgrößen

- a) die auditive Verarbeitung von schnellen Reizfolgen sowie
- b) den Einfluss der zeitlichen Struktur eines Reizes auf die Phonemdiskrimination

bei Säuglingen im Alter von 4 Wochen und 5 Monaten zu untersuchen. Mittels eines größeren unauffälligen Probandenkollektivs sollte das Ausmaß der Normvarianz dargestellt werden, um eine Einschätzung der Übertragung des Verfahrens auf Risiko und/oder Patientengruppen geben zu können. Zusätzlich sollten die Ergebnisse mit denen einer erwachsenen

Kontrollgruppe verglichen werden. Die vorliegende Arbeit ging dabei von folgenden Hypothesen aus:

1. Bei einem großen Kollektiv von Säuglingen im Alter von 4 Wochen und 5 Monaten sowie bei einer erwachsenen Kontrollgruppe lassen sich die kortikalen akustisch evozierten Potenziale sowie die MMN auf schnelle Reizfolgen sicher reproduzierbar darstellen.
2. Im Vergleich zwischen den drei Altersgruppen unterliegen die kortikalen Potenzialantworten einer typischen Altersentwicklung, wohingegen die MMN-Antworten entwicklungsstabil sind.
3. Die kortikalen Potenzialantworten werden durch die Vigilanz beeinflusst, wohingegen die MMN vigilanzunabhängig ist.
4. Die kortikalen akustisch evozierten Potenziale sowie die MMN sind unabhängig von dem Einflussfaktor Geschlecht.
5. Die kortikalen Potenzialantworten sowie die MMN werden durch die zeitliche Struktur eines akustischen Reizes beeinflusst.
6. Die Auswertung auf Individuumsebene zeigt eine hohe Varianz in der Datenstruktur, so dass eine zuverlässige Beurteilung der Ergebnisse im Einzelfall vorerst nicht möglich ist. Die Ergebnisse bieten jedoch die Grundlage für einen weiterführenden Gruppenvergleich mit Risiko- und/oder Patientendaten.

Im Rahmen des DFG geförderten Forschungsprojekts „Frühkindlichen Sprachentwicklung und spezifische Sprachentwicklungsstörung“ (Teilprojekt 5 Prof. M Gross/Dr. K. Nubel) wurden für die vorliegende Arbeit 47 unauffällige Säuglinge im Alter von 4 Wochen und 5 Monaten sowie 24 erwachsene Kontrollpersonen mittels der Ableitung ereigniskorrelierter Potenziale untersucht. Als Stimulusmaterial wurden Doppelsilben verwendet, die sich im konsonantischen Anlaut der zweiten Silbe unterschieden (Standardreiz: /da-/da/ versus Deviantreiz: /da-/ba/). Dabei variierte die Pausenlänge zwischen den Silben in zwei unterschiedlichen Bedingungen, zum einen mit 50 ms und zum anderen mit 150 ms. Es wurden in der vorliegenden Arbeit die kortikalen Potenzialantworten auf die Standardreize sowie die Mismatch-Antworten, die sich aus der Differenz zwischen Deviant- und Standardantwort ergaben, ausgewertet.

In den gemittelten Standardantworten dominierte bei den Kindern im Alter von 4 Wochen um 290 ms eine Positivierung auf die erste Silbe im Doppelreiz. Auf die zweite Silbe konnte entweder keine eindeutige bzw. nur eine abgeschwächte positive Antwort evoziert werden. Diese Beobachtung wurde einer unvollständigen Verarbeitung der zweiten Silbe als Folge von interferierenden Prozessen bei schneller Reizfolge (Maskierung) zugeschrieben. Bei einer Wiederholungsmessung nach 4 Monaten ließen sich neben einer Verminderung des Maskierungseffekts, eine Latenzabnahme, eine Amplitudenzunahme sowie morphologische Veränderungen in den kortikalen Potenzialantworten dokumentieren. Diese Ergebnisse bestätigten die Arbeitshypothese, dass die kortikalen Potenzialantworten erheblichen Reifungsprozessen unterliegen. Wie schon in der Arbeitshypothese vermutet wurde, scheint die zeitliche Struktur eines Stimulus eine große Rolle bei der auditiven Verarbeitung von Sprachreizen zu spielen. So konnte beobachtet werden, dass durch eine zeitliche Verlängerung des Stimulusmaterials eine effizientere auditive Verarbeitung resultierte. Des Weiteren hatte die Datenanalyse gezeigt, dass sowohl die Vigilanz als auch das Geschlecht Unterschiede in den kortikalen Potenzialantworten hervorrufen können.

Die Ergebnisse des Mismatch-Paradigmas bei 24 erwachsenen Kontrollpersonen ergaben für die Bedingung mit kurzer Pause (50 ms) zwei negative Komponenten (MMN I und MMN II). Für die Bedingung mit langer Pause (150 ms) stellte sich dagegen nur eine negative Auslenkung in den gemittelten Differenzkurven (MMN I) dar. Mittels dieser Ergebnisse konnte veranschaulicht werden, dass das auditorische System zum einen Reize jeweils separat verarbeitet (MMN I) und zum anderen abhängig von der Pausenlänge zwei Reize auch als akustische Einheit zusammenfasst (MMN II). Entgegen der Hypothese, dass sich die MMN in einem sehr frühen Entwicklungsstadium darstellen lässt, konnte überraschenderweise weder im Alter von 4 Wochen noch im Alter von 5 Monaten eine sichere MMN evoziert werden. Jedoch ergab sich im Grand-average auf die Bedingung mit langer Pause bei den 5 Monate alten Säuglingen eine positive Komponente mit einer Latenz von 300 ms nach dem Change onset. Es wurde die Möglichkeit in Betracht gezogen, dass die Positivierung auf eine Aktivierung neuer, nicht refraktärer afferenter Neuronenpopulationen durch den infrequenten Stimulus zurückzuführen ist. Demnach hätte dieser Effekt auch bei dem Paradigma mit kurzer Pause bzw. im Alter von 4 Wochen wirksam sein müssen. Jedoch konnte hier keine signifikante positive Auslenkung in den Differenzkurven (Grand-average) gefunden werden. Des Weiteren wurde eine Interpretation der Positivierung als P3a-Komponente diskutiert. Die P3a-

Welle spiegelt bei Erwachsenen eine Lenkung der Aufmerksamkeit auf den Deviantreiz wider. In der vorliegenden Studie konnte die Positivierung auch im Schlaf (Non-REM-Schlaf) evoziert werden, was ebenfalls gegen eine Interpretation als Aufmerksamkeitskomponente spricht. Die Arbeitsgruppe um Leppänen (Leppänen et al., 1997; Pihko et al., 1999; Leppänen et al., 1999) lieferte Hinweise darauf, dass diese positive Komponente einem Diskriminationsprozess zugeordnet werden kann. Das würde für die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bedeuten, dass das kindliche Gehirn ab dem 5. Lebensmonat in der Lage ist, akustische Merkmale innerhalb einer komplexen zeitlichen Struktur zu registrieren, für kurze Zeit zu speichern und damit Merkmalsunterschiede automatisch zu erkennen. Das Geschlecht erwies sich für die Positivierung als signifikante Einflussgröße, wohingegen sich keine vigilanzabhängigen Unterschiede in den Mismatch-Antworten ergaben.

Mittels des verwendeten Messverfahrens konnten die Fähigkeiten zur zeitlichen Verarbeitung von schnellen Reizfolgen sowie der Einfluss der zeitlichen Struktur eines Reizes auf die Phonemdiskrimination im Säuglingsalter objektiviert werden. Die Darstellung gelang jedoch nur auf Gruppenebene, was vor allen Dingen durch eine hohe interindividuelle Variabilität in den Daten bedingt war. Für eine individuelle Beurteilung müssen daher noch weitere methodische und messtechnische Verbesserungen sowie eine Normierung der Auswertung zur Erstellung von Normwerten vorgenommen werden. Um einschätzen zu können, welchen Stellenwert dieses Verfahrens in der Frühdiagnostik von SES und/oder Dyslexie einnehmen kann, bedarf es zusätzlich einer systematischen Untersuchung von Kindern mit einem Risiko für eine SES und/oder Dyslexie. Erst diese Ergebnisse werden zeigen, ob eine genügend sichere Abgrenzung zu Kindern ohne positive Familienanamnese trotz der komplexen alters-, vigilanz- und geschlechtsabhängigen Einflussfaktoren der ereigniskorrelierten Potenziale sowie der großen Variabilität in den Antwortmustern möglich ist.

Die vorliegende Beschreibung eines größeren Normalkollektivs soll einen Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen bezüglich der intraindividuellen Entwicklung der EKP und MMN darstellen. Weiterführende Erkenntnisse können dazu beitragen die neurophysiologischen Grundlagen der auditiven Wahrnehmung, Verarbeitung und Diskrimination besser zu verstehen.