

Aus dem Zentrum für Zahn-, Mund- und Kiefergesundheit
der Universität Würzburg

Poliklinik für Kieferorthopädie
Direktorin: Professorin Dr. med. dent. A. Stellzig-Eisenhauer

**Sprachkompetenz und motorische Fähigkeiten von Säuglingen
mit lagerungsbedingtem Plagiozephalus und Helmtherapie
im Alter von sechs und zwölf Monaten im Vergleich zu
gleichaltrigen unauffälligen Säuglingen**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der

Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Henrike Abels

aus Buchholz in der Nordheide

Würzburg, April 2014

Referentin: Professorin Dr. rer. nat. Kathleen Wermke
Korreferent: Professor Dr. med. Ralf-Ingo Ernestus
Dekan: Professor Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 21.8.2014

Die Promovendin ist Zahnärztin

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	VI
Abkürzungsverzeichnis	IX
1 Einleitung und Zielstellung.....	1
1.1 Lagerungsplagiozephalus.....	1
1.2 Risikofaktoren für die Entwicklung eines Lagerungsplagiozephalus.....	3
1.3 Mögliche Folgen eines Lagerungsplagiozephalus.....	3
1.3.1 Defizite auf kognitiver und motorischer Ebene	5
1.3.2 Defizite auf sprachlicher Ebene.....	6
1.4 Therapie eines Lagerungsplagiozephalus mittels Koporthese	7
1.5 Ziele und Leitfragen der vorliegenden Arbeit.....	10
2 Material und Methoden	12
2.1 Studiendesign.....	12
2.2 Charakterisierung des gesamten Probandenkollektivs.....	14
2.2.1 Probanden mit Lagerungsplagiozephalus und Helmtherapie (PMH)	19
2.2.2 Kontrollgruppe (KG).....	22
2.2.3 High-Contrast-Gruppen (HC-PMH und HC-KG)	24
2.3 Erhebung und statistische Auswertung der Daten.....	25
2.3.1 Vorsprachliche Diagnostik im Alter von sechs Monaten	26
2.3.1.1 Voranalyse der Vokalisationen	27
2.3.1.2 Auswahl der zu analysierenden Vokalisationen	28
2.3.1.3 Analyse der Vokalisationen mithilfe des ZVES-internen CDAP®-Systems (MCI-Analyse).....	30
2.3.2 Elternfragebogen für Einjährige: ELFRA-1	36
2.3.3 Neuropsychologische Testung mithilfe der deutschen Fassung der Bayley-Scales of Infant Development II (BSID II) für sechs und zwölf Monate alte Kinder	38
2.3.4 Erfassung des SLI-Risikos	41
3 Ergebnisse	42
3.1 Ergebnisse der Auswertung des Elternfragebogens ELFRA-1	42

Inhaltsverzeichnis

3.1.1	Subtest 1: Sprachproduktion	45
3.1.2	Subtest 2: Sprachverständnis.....	49
3.1.3	Subtest 3: Gesten.....	52
3.1.4	Subtest 4: Feinmotorik.....	54
3.2	Ergebnisse der Auswertung der Bayley-Scales of Infant Development (BSID II).....	57
3.2.1	Ergebnisse der motorischen Skala der BSID	58
3.2.2	Ergebnisse der kognitiven Skala der BSID.....	66
3.2.3	Ergebnisse der sprachspezifischen Auswertung der kognitiven Skala der BSID	76
3.3	Einfluss der Tragedauer der Kopforthese.....	83
3.4	Ergebnisse der Vokalisationsanalysen der High-Contrast- Gruppen	88
3.5	Auswertung des SLI-Risikos.....	94
4	Diskussion	100
4.1	Über die Melodiekomplexität der Vokalisationen als Maß für den kognitiven Entwicklungsstand von Säuglingen mit Lagerungsplagiozephalus.....	103
4.2	Über die Evaluation der sprachproduktiven und -perzeptiven Leistungen von Kindern mit Lagerungsplagiozephalus anhand des ELFRA-1	107
4.3	Über die psychomotorische und sprachlich-kognitive Entwicklung von Kindern mit Lagerungsplagiozephalus.....	110
4.4	Über die Einflussnahme der Helmtherapie auf die motorische und kognitive Entwicklung von Kindern mit Lagerungsplagiozephalus.....	112
5	Zusammenfassung.....	115
	Literaturverzeichnis	119
	Danksagung.....	125
	Lebenslauf	127

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Typische Formgebung eines Lagerungsplagiozephalus (von kranial)	2
Abbildung 2:	Überlagerte Scans der Zeitpunkte T1 (6 (\pm 1) Monate; prätherapeutisch) und T2 (12 (\pm 1) Monate; posttherapeutisch) eines Probanden mit Lagerungsplagiozephalus	8
Abbildung 3:	Probandin mit Lagerungsplagiozephalus und Kopforthese	9
Abbildung 4:	Perzentilkurven (Voigt et al. 1996) des Kopfumfanges der männlichen Neugeborenen und eingepunktete Kopfumfänge der männlichen Probanden der Kontrollgruppe (schwarz) und der männlichen Probanden der PMH-Gruppe (rot)	15
Abbildung 5:	Perzentilkurven (Voigt et al. 1996) des Kopfumfanges der weiblichen Neugeborenen und eingepunktete Kopfumfänge der weiblichen Probanden der Kontrollgruppe (schwarz) und der weiblichen Probanden der PMH-Gruppe (rot)	16
Abbildung 6:	PCAI [%] zum Zeitpunkt T1 (6 (\pm 1) Monate, prätherapeutisch) im Gruppenvergleich PMH (N=36) und KG (N=35).....	18
Abbildung 7:	Schmalbandspektrogramm einer Säuglingsvokalisation (KayPENTAX CSL)	28
Abbildung 8:	Melodie-Intensitätsdiagramm des in Abbildung 7 im Frequenzspektrogramm dargestellten Einzellautes	31
Abbildung 9:	Beispiel für die Kategorie „EB“	35
Abbildung 10:	Beispiele für die Kategorie „MB“	36
Abbildung 11:	Gruppenvergleich des Subtests „Sprachproduktion“ im Alter von 12 Monaten, PMH: N=36, KG: N=35.....	46
Abbildung 12:	Beziehung zwischen PCAI zum Zeitpunkt T1 und der Sprachproduktion im Gruppenvergleich, PMH: N=36, KG: N=35	48
Abbildung 13:	Gruppenvergleich des Subtests „Sprachverständnis“ im Alter von 12 Monaten, PMH: N=36, KG: N=35.....	49

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 14:	Beziehung zwischen PCAI zum Zeitpunkt T1 und dem Sprachverständnis im Gruppenvergleich, PMH: N=36, KG: N=35	51
Abbildung 15:	Gruppenvergleich der Ergebnisse des Subtests „Gesten“ im Alter von 12 Monaten, PMH: N=36, KG: N=35	52
Abbildung 16:	Beziehung zwischen PCAI zum Zeitpunkt T1 und den Gesten im Gruppenvergleich, PMH: N=36, KG: N=35	54
Abbildung 17:	Gruppenvergleich der Ergebnisse des Subtests „Feinmotorik“ im Alter von 12 Monaten, PMH: N=36, KG: N=35	55
Abbildung 18:	Beziehung zwischen PCAI zum Zeitpunkt T1 und der Feinmotorik im Gruppenvergleich, PMH: N=36, KG: N=35	57
Abbildung 19:	Gruppenvergleich des PDI im Alter von 6 (\pm 1) Monaten, PMH: N=15, KG: N=32.....	60
Abbildung 20:	Beziehung zwischen PCAI zum Zeitpunkt T1 und PDI im Alter von 6 (\pm 1) Monaten im Gruppenvergleich, PMH: N=15, KG: N=32	63
Abbildung 21:	Gruppenvergleich des PDI im Alter von 12 (\pm 1) Monaten, PMH: N=13, KG: N=31.....	64
Abbildung 22:	Beziehung zwischen PCAI zum Zeitpunkt T1 und PDI im Alter von 12 (\pm 1) Monaten im Gruppenvergleich, PMH: N=13, KG: N=31	66
Abbildung 23:	Gruppenvergleich des MDI im Alter von 6 (\pm 1) Monaten, PMH: N=14, KG: N=32.....	69
Abbildung 24:	Beziehung zwischen PCAI zum Zeitpunkt T1 und MDI im Alter von 6 (\pm 1) im Gruppenvergleich, PMH: N=14, KG: N=32	71
Abbildung 25:	Beziehung zwischen PCAI zum Zeitpunkt T1 und MDI im Alter von 6 (\pm 1) im Geschlechtervergleich, PMH: N=14, KG: N=32	72
Abbildung 26:	Gruppenvergleich des MDI im Alter von 12 (\pm 1) Monaten, PMH: N=11, KG: N=31.....	73
Abbildung 27:	Beziehung zwischen PCAI zum Zeitpunkt T1 und MDI im Alter von 12 (\pm 1) im Gruppenvergleich, PMH: N=11, KG: N=31	75

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 28: Beziehung zwischen PCAI zum Zeitpunkt T1 und dem Prozentwert erfüllter nonverbaler Testaufgaben im Alter von 12 (\pm 1) Monaten im Gruppenvergleich, PMH: N=11, KG: N=31	82
Abbildung 29: Beziehung zwischen PCAI zum Zeitpunkt T1 und dem Prozentwert erfüllter verbaler Testaufgaben im Alter von 12 (\pm 1) Monaten im Gruppenvergleich, PMH: N=11, KG: N=31	83
Abbildung 30: Sprachproduktive Leistungen der Probanden der PMH-Gruppe (N=36) im Alter von 12 Monaten (ELFRA-1) im Vergleich zur Tragedauer der Kopforthese	85
Abbildung 31: Zusammenhang zwischen MDI (12 (\pm 1) Monate) der Probanden der PMH-Gruppe (N=11) und der Helmtragedauer	87
Abbildung 32: Zusammenhang zwischen PDI (12 (\pm 1) Monate) der Probanden der PMH-Gruppe (N=13) und der Helmtragedauer	88
Abbildung 33: Gruppenvergleich des MCI im 6.(\pm 1) Lebensmonat.....	90
Abbildung 34: Beziehung zwischen MCI und PCAI zum Zeitpunkt T1 im Gruppenvergleich, HC-PMH: N=10, HC-KG: N=10.....	93
Abbildung 35: Beziehung zwischen MCI und PCAI zum Zeitpunkt T1 und SLI-Risiko, HC-Gruppen: N=20.....	94
Abbildung 36: Gruppenvergleich der sprachproduktiven Leistungen im Alter von 12 Monaten (ELFRA-1) unter Ausschluss der Probanden mit familiärer Disposition für eine Sprachentwicklungsstörung (SLI-risk), PMH: N=25, KG: N=25	99

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Probanden der PMH-Gruppe und jeweils vorhandene Datensets/Tests (+).....	21
Tabelle 2:	Probanden der Kontrollgruppe und jeweils vorhandene Datensets/Tests (+).....	23
Tabelle 3:	Probanden der HC-PMH-Gruppe.....	24
Tabelle 4:	Probanden der HC-Kontrollgruppe.....	25
Tabelle 5:	Aufnahmealter und Anzahl analysierter Lautäußerungen pro Proband der HC-PMH-Gruppe im 6.(±1) Lebensmonat....	29
Tabelle 6:	Aufnahmealter und Anzahl analysierter Lautäußerungen pro Proband der HC-Kontrollgruppe im 6.(±1) Lebensmonat.....	30
Tabelle 7:	Melodiestrukturkategorien bezüglich des Komplexitätsgrades der Melodie (nach Wermke 2002).....	33
Tabelle 8:	Aufbau des Elternfragebogens für Einjährige ELFRA-1 nach Grimm und Doil (2000).....	37
Tabelle 9:	Einstiegs- und Ausstiegsregeln der BSID (aus Handbuch: S.30, Reuner und Horn 2008).....	40
Tabelle 10:	Anzahl der verbalen und nonverbalen Aufgaben der kognitiven Skala der BSID im Alter von 6 (±1) und 12 (±1) Lebensmonaten.....	41
Tabelle 11:	Übersicht über die Rohwerte der vier Subtests des ELFRA-1 für alle Probanden (kritische Werte markiert).....	42
Tabelle 12:	Deskriptive Analyse der Leistungen im Subtest „Sprachproduktion“ der Probanden der PMH-Gruppe im Alter von 12 Monaten.....	47
Tabelle 13:	Deskriptive Analyse der Leistungen im Subtest „Sprachproduktion“ der Probanden der Kontrollgruppe im Alter von 12 Monaten.....	47
Tabelle 14:	Deskriptive Analyse der Leistungen im Subtest „Sprachverständnis“ der Probanden der PMH-Gruppe im Alter von 12 Monaten.....	50
Tabelle 15:	Deskriptive Analyse der Leistungen im Subtest „Sprachverständnis“ der Probanden der Kontrollgruppe im Alter von 12 Monaten.....	50

Tabellenverzeichnis

Tabelle 16:	Deskriptive Analyse der Leistungen im Subtest „Gesten“ der Probanden der PMH-Gruppe im Alter von 12 Monaten	53
Tabelle 17:	Deskriptive Analyse der Leistungen im Subtest „Gesten“ der Probanden der Kontrollgruppe im Alter von 12 Monaten	53
Tabelle 18:	Deskriptive Analyse der Leistungen im Subtest „Feinmotorik“ der Probanden der PMH-Gruppe im Alter von 12 Monaten	56
Tabelle 19:	Deskriptive Analyse der Leistungen im Subtest „Feinmotorik“ der Probanden der Kontrollgruppe im Alter von 12 Monaten	56
Tabelle 20:	Einteilung der Rohwerte der BSID	58
Tabelle 21:	Übersicht über den PDI der PMH-Gruppe und der Kontrollgruppe im Alter von 6 (± 1) und 12 (± 1) Monaten	58
Tabelle 22:	Deskriptive Analyse des PDI der Probanden der Kontrollgruppe im Alter von 6 (± 1) Monaten.....	61
Tabelle 23:	Deskriptive Analyse des PDI der Probanden der PMH-Gruppe im Alter von 6 (± 1) Monaten.....	62
Tabelle 24:	Deskriptive Analyse des PDI der Probanden der PMH-Gruppe im Alter von 12 (± 1) Monaten.....	65
Tabelle 25:	Deskriptive Analyse des PDI der Probanden der Kontrollgruppe im Alter von 12 (± 1) Monaten.....	65
Tabelle 26:	Übersicht über den MDI der Probanden der PMH-Gruppe und der KG im Alter von 6 (± 1) Monaten und 12 (± 1) Monaten	67
Tabelle 27:	Deskriptive Analyse des PDI der Probanden der PMH-Gruppe im Alter von 6 (± 1) Monaten.....	70
Tabelle 28:	Deskriptive Analyse des PDI der Probanden der Kontrollgruppe im Alter von 6 (± 1) Monaten.....	70
Tabelle 29:	Deskriptive Analyse des PDI der Probanden der PMH-Gruppe im Alter von 12 (± 1) Monaten.....	74
Tabelle 30:	Deskriptive Analyse des PDI der Probanden der Kontrollgruppe im Alter von 12 (± 1) Monaten.....	74

Tabellenverzeichnis

Tabelle 31:	Sprachspezifische Auswertung der kognitiven Skala der BSID der Probanden der PMH-Gruppe im Alter von 6 (± 1) Monaten (N=14)	76
Tabelle 32:	Sprachspezifische Auswertung der kognitiven Skala der BSID der Probanden der Kontrollgruppe im Alter von 6 (± 1) Monaten (N=31).....	77
Tabelle 33:	Sprachspezifische Auswertung der kognitiven Skala der BSID der Probanden der PMH-Gruppe im Alter von 12 (± 1) Monaten (N=11).....	78
Tabelle 34:	Sprachspezifische Auswertung der kognitiven Skala der BSID der Probanden der Kontrollgruppe im Alter von 12 (± 1) Monaten (N=31).....	79
Tabelle 35:	Deskriptive Analyse der erfüllten verbalen und nonverbalen Testaufgaben [%] der Probanden der Kontrollgruppe im Alter von 12 (± 1) Monaten (BSID).....	80
Tabelle 36:	Deskriptive Analyse der erfüllten verbalen und nonverbalen Testaufgaben [%] der Probanden der PMH-Gruppe im Alter von 12 (± 1) Monaten (BSID)	81
Tabelle 37:	Korrelation (nach Spearman) der in Form des ELFRA-1 erfassten Leistungen und der Tragedauer des Helms [d]	84
Tabelle 38:	Korrelation (nach Spearman) der in Form der BSID erfassten kognitiven und motorischen Leistungen im Alter von 12 (± 1) Monaten und der Tragedauer des Helms [d].....	86
Tabelle 39:	MCI der Probanden der HC-PMH-Gruppe	89
Tabelle 40:	MCI der Probanden der HC-Kontrollgruppe	90
Tabelle 41:	Deskriptive Analyse des MCI im 6.(± 1) Lebensmonat der Probanden der High-Contrast-PMH-Gruppe	91
Tabelle 42:	Deskriptive Analyse des MCI im 6.(± 1) Lebensmonat der Probanden der High-Contrast-Kontrollgruppe.....	92
Tabelle 43:	SLI-Risiko der Probanden der PMH-Gruppe (N=36).....	96
Tabelle 44:	SLI-Risiko der Probanden der Kontrollgruppe (N=35).....	96
Tabelle 45:	SLI-Risiko der Probanden der HC-Gruppen (N=20).....	97

Abkürzungsverzeichnis

BSID	Bayley Scales of Infant Development
CFCW	Craniofaziales Centrum Würzburg
EB	Einfachbogen
ELFRA-1	Elternfragebogen für Einjährige
FM	Feinmotorik
G	Gesten
HC	High-Contrast-Gruppe
HC-KG	High-Contrast-Kontrollgruppe
HC-PMH	High-Contrast-Gruppe der Probanden mit Lagerungsplagiozephalus und Helmtherapie
IZKF	Interdisziplinäres Zentrum für Klinische Forschung der Universität Würzburg
KG	Kontrollgruppe
KL	Kurzlaut
MA	Mehrfachbogen (multiple arcs); kom- plexe Lautstruktur
m	männlich
ms	Millisekunden
MCI	Melodiekomplexitätsindex
MDI	Mental Development Index
PDI	Psychomotor Development Index

Abkürzungsverzeichnis

PMH	Probanden mit Lagerungsplagio- zephalus und Helmtherapie
SLI	Specific Language Impairment
SP	Sprachproduktion
sSES	spezifische Sprachentwicklungsstörung
SV	Sprachverständnis
vSSW	vollendete Schwangerschaftswoche
w	weiblich

1 Einleitung und Zielstellung

Die vorliegende Dissertation befasst sich im Rahmen eines am Universitätsklinikum Würzburg laufenden interdisziplinären Forschungsprojektes (IZKF-Studiennr. F-164) mit der frühen Sprachleistung und den motorischen Fähigkeiten von Säuglingen mit lagerungsbedingtem Plagiozephalus und Helmtherapie im Alter von sechs und zwölf Monaten im Vergleich zu unauffälligen Säuglingen.

1.1 Lagerungsplagiozephalus

Der Begriff „Plagiozephalus“ leitet sich aus dem Griechischen ab (*plagio* = schräg, *kephale* = Kopf) und bedeutet „schiefer Kopf“ (Kalra und Walker 2012, Kim et al. 2013).

Diese Schädelasymmetrie kann synostotischer oder nicht-synostotischer Natur sein. Synostotische Plagiozephalien entstehen durch eine frühzeitige Verknöcherung von Schädelnähten (Blecher und Howaldt 1998, Schwenger und Ehrenfeld 2011), während sich nicht-synostotische Plagiozephalien – trotz offener Schädelnähte - durch abnormale externe Verformungskräfte entwickeln (Kalra und Walker 2012). Letztere ergeben sich durch wiederholten äußeren Druck auf dieselbe Stelle des im Säuglingsalter noch flexiblen Schädeldaches (Mortenson et al. 2012), der lagerungsbedingt auftreten kann und deshalb in der medizinischen Terminologie als *Lagerungsplagiozephalus* oder als *lagerungsbedingter Plagiozephalus* bezeichnet wird.

Abbildung 1 zeigt die typische Form eines nicht-synostotischen Plagiozephalus (Lagerungsplagiozephalus). Es kommt zu einer Abflachung der Kalotte (Schädeldach) in der betroffenen Okzipitalregion, zu einer kontralateralen frontalen Abflachung, zu einer ipsilateralen Vorverlagerung des Ohres („ear shift“) sowie zu einer ipsilateralen Protrusion des Os frontale, dem sogenannten „frontal bossing“. Von kranial gesehen ähnelt der Plagiozephalus einem Parallelogramm (Argenta et al. 2004).

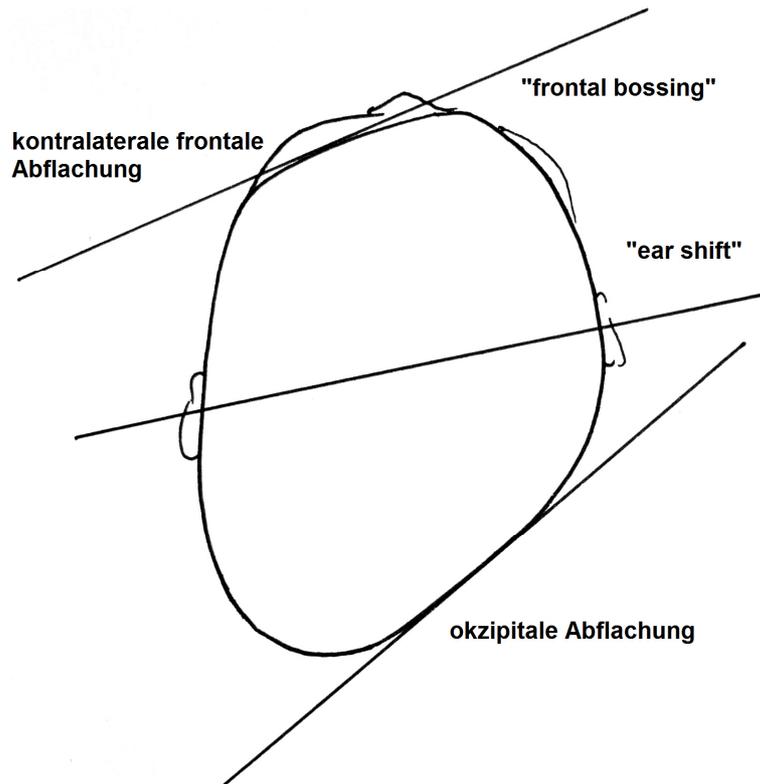


Abbildung 1: Typische Formgebung eines Lagerungsplagiozephalus (von kranial)
eigene Zeichnung, modifizierte Abb. 2 aus Kabbani und Raghuvver (2004) auf S. 2866

Diese Asymmetrien werden gewöhnlich zwischen dem zweiten und dritten Lebensmonat erkannt (Korpilahti et al. 2012).

Die Inzidenz eines Lagerungsplagiozephalus hat in den letzten Jahren aufgrund der seit 1992 durch die American Academy of Pediatrics empfohlenen Rückenlagerung des Kindes zur Vermeidung eines plötzlichen Kindstodes (vgl. American Academy of Pediatrics 1992: „back to sleep campaign“) zugenommen (Argenta et al. 2004, Hutchison et al. 2004, Kim et al. 2013).

Während die Inzidenz vor der Empfehlung bei nur 0,3 % lag (Dunn 1976), ist sie seither stark angestiegen. Die Prozentzahlen schwanken jedoch - abhängig von den zugrunde liegenden diagnostischen Kriterien und vom Alter der untersuchten Säuglinge - stark (Roby et al. 2012, Hutchison et al. 2004). Es werden Angaben zwischen 2 % und 48 % bei gesunden Kindern im Alter bis zu einem Jahr

gemacht (Hutchison et al. 2004, Persing et al. 2003, Roby et al. 2012). Inzwischen handelt es sich um die häufigste Kopfdeformität im Säuglingsalter (Plank et al. 2006, Pogliani et al. 2011).

1.2 Risikofaktoren für die Entwicklung eines Lagerungsplagiozephalus

Neben der konsequenten Rückenlagerung erhöhen auch andere Faktoren das Risiko für die Entwicklung jener Kopfasymmetrie. So zählt eine zu frühe Geburt zu den Risikofaktoren (Hutchison et al. 2003). McKinney et al. (2009) sehen allerdings nicht die Frühgeburt an sich als Ursache für die Entwicklung eines Lagerungsplagiozephalus, sondern vielmehr den langen Krankenhausaufenthalt, der mit dieser einhergeht. Auch eine Mehrfachgeburt, Untergewicht bei der Geburt und eine verringerte motorische Aktivität des Säuglings werden mit dem Auftreten eines Lagerungsplagiozephalus in Zusammenhang gebracht (Pogliani et al. 2011). Außerdem tritt er häufiger beim männlichen Geschlecht auf (Hutchison et al. 2003, Pogliani et al. 2011). Neben Pogliani et al. (2011) sehen auch Golden et al. (1999) eine muskuläre Torticollis (Schiefhals), bedingt durch eine unilaterale Verkürzung des Musculus sternocleidomastoideus (Nilesh et al. 2013), als Risikofaktor für einen Lagerungsplagiozephalus.

Bereits eine dreißigminütige Bauchlagerung, die sogenannte *tummy time*, soll eine präventive Wirkung haben (Persing et al. 2003).

1.3 Mögliche Folgen eines Lagerungsplagiozephalus

In der neurochirurgischen und kieferorthopädischen Fachliteratur setzen sich mehrere Arbeiten mit potenziellen Folgen eines lagerungsbedingten Plagiozephalus auseinander (Hutchison et al. 2011, Hutchison et al. 2012, Kordestani et al. 2006, Meyer-Marcotty et al. 2012, Meyer-Marcotty et al. 2013, Miller und Clarren 2000, Panchal et al. 2001, Steinbok et al. 2007 u.a.).

Dabei wird der lagerungsbedingte Plagiozephalus teilweise als ein rein ästhetisches Problem ohne Folgen für die frühkindliche Entwicklung dargestellt. Steinbok et al. (2007) stellen zum Beispiel den von anderen Autoren postulierten direkten Zusammenhang zwischen Plagiozephalie und Entwicklungsverzögerungen infrage. Sie vertreten die These, dass die bei Säuglingen mit Lage-

rungsplagiozephalus beobachteten Entwicklungsverzögerungen aus der vermehrten Rückenlagerung und der damit verbundenen eingeschränkten Beweglichkeit resultieren. Unterstützt wird diese These durch die Arbeiten von Davis et al. (1998), die nach der Empfehlung der Rückenlagerung durch die American Academy of Pediatrics die motorische Entwicklung von Säuglingen, die in Rückenlage schlafen, mit den motorischen Fähigkeiten von Säuglingen, die in Bauchlage schlafen, verglichen: Säuglinge, die vorwiegend in Rückenlage schliefen, erreichten die typischen motorischen Entwicklungsmeilensteine später.

Hutchison et al. (2011) konnten zeigen, dass Entwicklungsstörungen der Kinder mit Plagiozephalus im Vorschulalter oft nicht mehr nachzuweisen sind. Demzufolge könnte ein Lagerungsplagiozephalus bei diesen Kindern als bloßer „Schönheitsfehler“ angesehen werden, sodass eine Therapie vorrangig aus ästhetischen Gründen notwendig wäre.

Im Gegensatz dazu weisen andere Autoren auf motorische, kognitive oder sprachliche Leistungseinschränkungen in Zusammenhang mit einer Schädelasymmetrie hin (Kordestani et al. 2006, Miller und Clarren 2000, Panchal et al. 2001, Shipster et al. 2003, Speltz et al. 2004 u.a.).

Während Kordestani et al. (2006) und Speltz et al. (2010) die Entwicklungseinschränkungen in der Beeinträchtigung des Schädelwachstums begründet sehen, führen Korpilahti et al. (2012) eine eingeschränkte Hörbahnreifung als zusätzliche Ursache zumindest für die sprachlichen Defizite bei einigen Kindern mit Plagiozephalus an.

Möglich ist aber auch, dass nicht der Lagerungsplagiozephalus die direkte Ursache für Entwicklungsstörungen ist, sondern, dass er nur ein Epiphänomen ist. So könnten zum Beispiel motorische Bewegungseinschränkungen die Fähigkeit mindern, die Körperposition zu ändern (Hutchison et al. 2012). Die Autoren selbst betonen, dass weitere Studien erforderlich sind, bevor man eine Erklärung für die beobachteten Defizite in der (grob-)motorischen Entwicklung finden kann (Hutchison et al. 2012).

Die Begriffe „Schädelasymmetrie“ und „Plagiozephalus“ werden in der Fachliteratur allerdings sehr unterschiedlich verwendet und beziehen sich teilweise auch auf Fälle mit operierten Plagiozephalien und Sagittalnahtsynostosen. Diese Tatsache erschwert die Bewertung bisheriger Untersuchungen zu potenziellen Folgen eines Lagerungsplagiozephalus für die frühkindliche Entwicklung.

1.3.1 Defizite auf kognitiver und motorischer Ebene

Gestützt auf die Testergebnisse unter Verwendung der Bayley-Scales of Infant Development III (BSID III)¹ sehen Speltz et al. (2010) bei Säuglingen mit Lagerungsplagiozephalus im Alter von vier bis elf Monaten ein erhöhtes Risiko für Auffälligkeiten, insbesondere im Bereich der Motorik. Auch Panchal et al. (2001) fanden kognitive Auffälligkeiten bei Säuglingen mit Lagerungsplagiozephalus unter Verwendung der BSID II bei durchschnittlich 8,4 Monate alten Säuglingen. Ein hohes Risiko für Hirnfunktionsstörungen bei Kindern mit Lagerungsplagiozephalus stellen auch Miller und Clarren (2000) fest. Sie konnten unter anderem ermitteln, dass Kinder mit Lagerungsplagiozephalus im Grundschulalter mehr Nachhilfe, Sprach- und Physiotherapie in Anspruch nehmen als ihre gesunden Geschwister.

Neben Panchal et al. (2001) verglichen Kordestani et al. (2006) die Entwicklung von Kindern mit Lagerungsplagiozephalus mit der von Kindern ohne Schädelasymmetrie mithilfe der BSID II. Durch einen Psychologen wurden 110 Kinder (69 m, 41 w) im Alter von durchschnittlich ca. acht Monaten (3 Monate und 7 Tage bis 10 Monate und 17 Tage) getestet. 90 % der Kinder mit Plagiozephalus waren kognitiv normal entwickelt. Motorisch waren 74 % der Kinder mit Plagiozephalus normal entwickelt, 26 % der Probanden wiesen motorische Entwicklungsverzögerungen auf. Kein Proband mit Lagerungsplagiozephalus wies überdurchschnittliche kognitive und motorische Leistungen auf.

Kordestani et al. (2006) zeigen einen signifikanten Zusammenhang zwischen Lagerungsplagiozephalie und kognitiven und motorischen Entwicklungsverzögerungen. Die Ursache hierfür vermuten sie darin, dass die asymmetrisch ge-

¹ Bei den Bayley Scales of Infant Development (BSID) handelt es sich um einen standardisierten Entwicklungstest für Kinder bis zu einem Alter von 42 Monaten, der neben den Bereichen Kognition und Motorik auch das Verhalten des Kindes erfasst (Bayley 1993).

formte Kalotte das Kortexwachstum einschränkt, mit der möglichen Folge eines direkten Einflusses auf die neurologische Entwicklung.

1.3.2 Defizite auf sprachlicher Ebene

Eine normale sensomotorische Entwicklung ist die Voraussetzung für einen ungestörten Spracherwerb (Piaget und Inhelder 1986). Also können frühe Defizite in der Sensomotorik bei Säuglingen auch Ursache für eine gestörte Sprachentwicklung sein.

Eine potenzielle Beziehung zwischen einer ausgeprägten Schädelasymmetrie und der Sprachentwicklung wurde bereits in unterschiedlichen Studien untersucht. Es gibt Hinweise darauf, dass Sprachstörungen mit bestimmten Schädelasymmetrien in Zusammenhang stehen könnten (Korpilahti et al. 2012, Miller und Clarren 2000, Panchal et al. 2001, Shipster et al. 2003, Speltz et al. 2007 u.a.).

Panchal et al. (2001) fanden im Alter von durchschnittlich 8,4 Monaten neben Abweichungen in der kognitiven Entwicklung insbesondere auch sprachliche Auffälligkeiten bei Kindern mit Lagerungsplagiozephalus. Laut Miller und Clarren (2000) haben die betroffenen Kinder im Schulalter mehr Bedarf an Sprachtherapie.

Auch Korpilahti et al. (2012) untersuchten den Spracherwerb und Risikofaktoren für eine Sprachentwicklungsstörung von Kindern mit synostotischem, aber auch von Kindern mit lagerungsbedingtem Plagiozephalus im Alter von durchschnittlich drei Jahren und vier Monaten. Sie konnten zeigen, dass fast 50 % der insgesamt 61 Probanden (davon 21 mit Lagerungsplagiozephalus) sprachlich normal entwickelt waren. 30 % der Probanden hatten leichte Entwicklungsprobleme und 21 % wiesen starke Verzögerungen auf. Unter den Probanden gab es zwölf Säuglinge mit Lagerungsplagiozephalus, die nicht operiert wurden, was dem Probandenkollektiv der vorliegenden Arbeit entspricht. In dieser Gruppe hatten 58 % eine normale Sprachentwicklung, 17 % waren geringfügig und 25 % schwerwiegend verzögert entwickelt (Korpilahti et al. 2012). Zu diesem Ergebnis kamen die Forscher mittels zweier Sprachtests [Reynell-Skalen (Ed-

wards et al., 1997) und Renfrew Naming Test (Renfrew, 1995)], die durch einen Sprachwissenschaftler durchgeführt wurden. Eine Kontrollgruppe gab es nicht.

Wie bereits erwähnt, erschwert die Subsumierung verschiedener Störungsbilder unter dem Begriff „Plagiozephalus“ in den Studien die Bewertung der genannten Befunde. Ein Lagerungsplagiozephalus ist definiert als nicht-synostotischer Plagiozephalus, der sich - trotz offener Schädelnähte - durch abnormale externe Verformungskräfte entwickelt (Kapitel 1.1). Ob ein Lagerungsplagiozephalus Auswirkungen auf die kognitive Entwicklung, insbesondere auf die Sprachentwicklung, hat, kann damit bisher nicht zuverlässig beantwortet werden.

1.4 Therapie eines Lagerungsplagiozephalus mittels Koporthese

Während behandelnde Ärzte und Kieferorthopäden einerseits die Notwendigkeit einer Verhinderung der Manifestation skelettaler Asymmetrien betonen, ist man sich bezüglich der *Therapiemaßnahmen* bei Lagerungsplagiozephalie uneinig. Insbesondere bestehen unterschiedliche Auffassungen darüber, ob Kinder mit Lagerungsplagiozephalus mit einer individuell gefertigten CAD/CAM-Koporthese (Abbildung 3) versorgt werden sollten oder ob osteopathische und physiotherapeutische Maßnahmen neben einer Lagerungsänderung die adäquaten Therapieformen sind.

Bei einer Therapie mittels Koporthese werden die vorstehenden Kopfanteile passiv durch den jeweils individuell angepassten Helm gehalten, während präformierte Hohlräume des Helms den abgeflachten Anteilen Raum für Wachstum gewähren (Mortenson et al. 2012, Schaaf et al. 2010).

Im Vorfeld muss eine diagnostische Bildgebung erfolgen. Hierbei wird meist auf eine zweidimensionale Kephalometrie und eine Fotodokumentation zurückgegriffen, die jedoch eine eingeschränkte Reliabilität mit sich bringen (Meyer-Marcotty et al. 2012). Eine andere, non-invasive Möglichkeit der Diagnostik besteht in der dreidimensionalen Stereophotogrammetrie, die unter anderem am Universitätsklinikum Würzburg zur Therapieentscheidung und zur Verlaufskontrolle eingesetzt wird (Meyer-Marcotty et al. 2012).

Für den dreidimensionalen Scan des Kopfes (Stereophotogrammetrie) wird dem Probanden eine eng anliegende Nylonmütze aufgesetzt, um etwaige Artefakte durch das Kopfhair zu beseitigen (Abbildung 2).

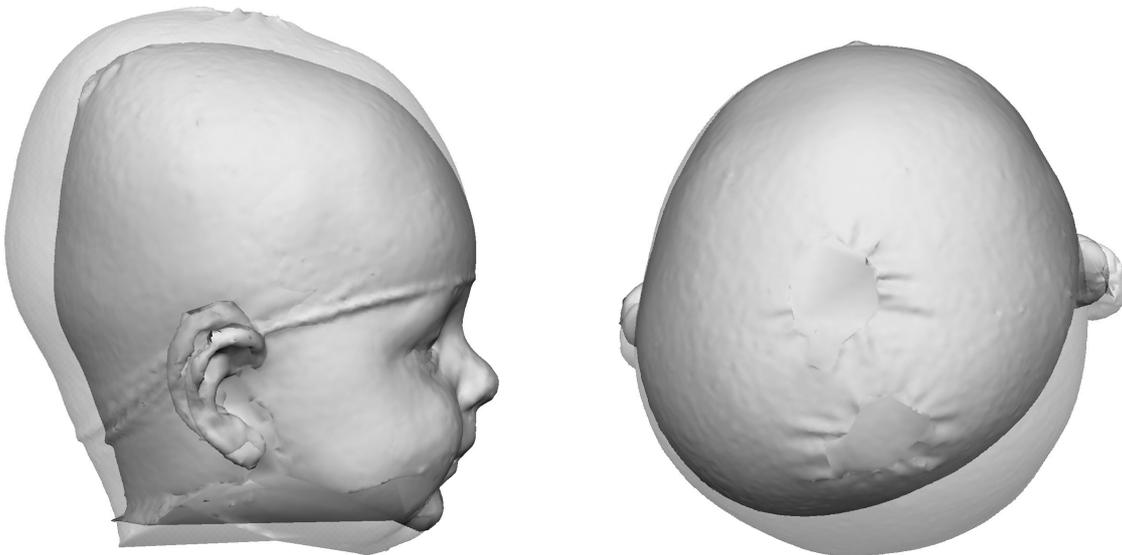


Abbildung 2: Überlagerte Scans der Zeitpunkte T1 (6 (\pm 1) Monate; prätherapeutisch) und T2 (12 (\pm 1) Monate; posttherapeutisch) eines Probanden mit Lagerungsplagiozephalus²

Die Aufnahme erfolgt mittels Scanner (3dMD®, Atlanta, USA) innerhalb von nur 1,5 ms durch fünf miteinander verknüpfte Kameras. Diese kurze Aufnahmezeit lässt keinerlei Bewegungsartefakte entstehen. Darauf folgt die individuelle Anfertigung einer CAD/CAM-Kopforthese in der Zielkopfform (Abbildung 3), die 23 Stunden pro Tag getragen werden soll. In vierwöchigem Abstand werden Formveränderungen kontrolliert und ggf. Druckstellen eingeschliffen. Nach der durchschnittlich etwa fünfmonatigen Therapie werden erneut dreidimensionale Scans des Kopfes vorgenommen und mit der prätherapeutischen Kopfform ver-

² Die Scans wurden mir freundlicherweise durch die Projektleiter zur Verfügung gestellt.

glichen (Abbildung 2), um die Effektivität der Helmtherapie zu überprüfen (Meyer-Marcotty et al. 2012).



Abbildung 3: Probandin mit Lagerungsplagiozephalus und Koporthese³

Zur Beurteilung der Effizienz der modellierenden Koporthesentherapie (auch Helmtherapie), die erstmals 1979 durch Clarren (1981) dokumentiert wurde (Lipira et al. 2010), fehlt es jedoch bisher an systematischen wissenschaftlichen Langzeitstudien.

Um aber dieses Behandlungsverfahren und die damit verbundene dreidimensionale Stereophotogrammetrie in der klinischen Praxis zu etablieren, müssen prospektive longitudinale Studien durchgeführt werden, die eine mögliche Überlegenheit der funktionellen Wachstumssteuerung des Neurokraniums mittels Koporthese gegenüber herkömmlichen Therapieansätzen wie Lagerungsänderung oder Osteopathie und Physiotherapie aufzeigen.

Am Universitätsklinikum Würzburg wurde deshalb im März 2010 eine Längsschnittstudie begonnen, die erste Referenzwerte für Säuglinge im Alter von drei bis zwölf Monaten liefert. Es handelt sich hierbei um ein interdisziplinäres For-

³ Die Fotos einer Probandin wurden mir freundlicherweise durch die Projektleiter zur Verfügung gestellt.

schungsprojekt mit dem Thema „*Dreidimensionale stereophotogrammetrische Diagnostik des Schädels und Verlaufsanalyse bei Kindern mit Lagerungsplagiozephalus unter Berücksichtigung der vorsprachlichen und psychomotorischen Entwicklung. Etablierung und 3D-Evaluierung eines non-invasiven dynamischen Behandlungsverfahrens mittels individuell angepasster Koporthese*“ (IZKF-Studiennr. F-164). Im Rahmen dieses Projekts wurde auch die vorliegende Arbeit erstellt, die erste Zwischenergebnisse eines Teilprojekts innerhalb dieses Forschungsprojekts liefert.

1.5 Ziele und Leitfragen der vorliegenden Arbeit

Ziel meiner Arbeit war es, die vorsprachlichen und motorischen Fähigkeiten von Kindern mit Lagerungsplagiozephalus bereits im Alter von sechs und zwölf Monaten mit einer gleichaltrigen Kontrollgruppe zu vergleichen.

Für die vorliegende Dissertation habe ich sowohl die vorsprachlichen und frühen sprachlichen als auch die motorischen Leistungen von Kindern mit Plagiozephalus und gleichaltrigen unauffälligen Kindern in Form einer explorativen Pilotstudie an den ersten konsekutiv rekrutierten Probanden des oben genannten Projekts untersucht. Darüber hinaus wurden die sprachlichen, kognitiven und motorischen Leistungen der Probanden mit der jeweiligen Dauer der Helmtherapie korreliert, um den Einfluss dieser Therapieform auf die Analyseparameter zu erlangen. Auch wurde der eventuell maskierende Einfluss der Ergebnisse durch eine familiäre Disposition für eine spätere Sprachentwicklungsstörung (SLI-Risiko) berücksichtigt.

Ich habe mich bereits 2009 in meiner Abschlussarbeit zum Studium der Sprachheilpädagogik (Magister Artium) am Zentrum für vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen (ZVES) der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universitätsklinik Würzburg mit der Analyse akustischer Eigenschaften zur Bestimmung eines potenziellen Risikos für nachfolgende Sprachentwicklungsstörungen beschäftigt. Diese Erfahrungen sind in die vorliegenden Untersuchungen eingeflossen.

Leitfragen der vorliegenden Untersuchungen waren:

Zeigen Säuglinge mit behandlungsbedürftigem Lagerungsplagiozephalus im Alter von sechs Monaten geringere melodisch-rhythmische Fähigkeiten in ihren Vokalisationen als Säuglinge ohne ausgeprägte Schädeldeformitäten?

Sind die sprachproduktiven und sprachperzeptiven Leistungen von Kindern mit Lagerungsplagiozephalus im Alter von zwölf Monaten schlechter als die von Kindern mit unauffälliger Kopfform?

Sind Kinder mit Lagerungsplagiozephalus im Alter von zwölf Monaten in ihrer motorischen und sprachlich-kognitiven Entwicklung retardiert?

Lässt sich ein Einfluss des Helms auf die Messgrößen erkennen?

2 Material und Methoden

2.1 Studiendesign

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprojekts am Universitätsklinikum Würzburg mit dem Titel *„Dreidimensionale stereophotogrammetrische Diagnostik des Schädels und Verlaufsanalyse bei Kindern mit Lagerungsplagiozephalus unter Berücksichtigung der vorsprachlichen und psychomotorischen Entwicklung. Etablierung und 3D-Evaluierung eines non-invasiven dynamischen Behandlungsverfahrens mittels individuell angepasster Kopforthese“* (IZKF-Studiennr. F-164). Es wird von Herrn Dr. med. Tilmann Schweitzer (Oberarzt an der Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie, Sektion für pädiatrische Neurochirurgie), Herrn Dr. med. Dr. med. dent. Hartmut Böhm (Oberarzt an der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie) und Herrn Priv.-Doz. Dr. med. dent. Philipp Meyer-Marcotty (Oberarzt an der Poliklinik für Kieferorthopädie) geleitet⁴ und seit 2010 durch das Interdisziplinäre Zentrum für Klinische Forschung der Universität gefördert. Die Resultate sollen zur Klärung offener Fragen hinsichtlich der Therapie von Kindern mit bestimmten Schädeldefektbildungen beitragen (Meyer-Marcotty et al. 2012).

Unter anderem soll eine valide, non-invasive Methode entwickelt werden, um Form und Entwicklung von Kinderschädeln dreidimensional zu erfassen und auszuwerten. Die im Projekt betreuten Säuglinge mit Lagerungsplagiozephalus werden mit einer Kontrollgruppe, bestehend aus Säuglingen ohne klinisch diagnostizierte Schädelasymmetrie, hinsichtlich der morphologischen Veränderungen des Schädels und der vorsprachlichen und frühen sprachlichen Entwicklung sowie der neuropsychologischen Entwicklungsverläufe verglichen (Meyer-Marcotty et al. 2012).

Das Zentrum für Vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen (ZVES, Leitung: Frau Prof. Dr. rer. nat. Kathleen Wermke) an der Poliklinik für

⁴ Beteiligte Wissenschaftler: Prof. Dr. rer. nat. K. Wermke (Poliklinik für Kieferorthopädie; ZVES), Dr. med. L. Gerstl (Kinderklinik und Poliklinik), Prof. Dipl. Ing. W. Baur (Kunststofftechnik, Fachhochschule Würzburg), Prof. Dr. W. Schneider (Institut für Psychologie), PD. Dr. rer. nat. U. Gbureck (Funktionswerkstoffe der Medizin und der Zahnheilkunde), Dr. rer. nat. P. Gunz (Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie, Abt. für Humanevolution), Dr. med. Dr. med. dent. C. Linz (Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie)

Kieferorthopädie ist an dieser Studie mit dem Teilprojekt „*Erfassung der vorsprachlichen bzw. frühen sprachlichen Entwicklung bei Kindern mit und ohne Schädeldeformationen*“ beteiligt. Hier werden neben Erhebungen zum vorsprachlichen Entwicklungsstand vor dem ersten Lebensjahr auch standardisierte Sprachtests im Alter von zwölf und 24 Monaten (ELFRA-1, SETK-2) bei allen Patienten und den Kindern der Kontrollgruppe durchgeführt (Meyer-Marcotty et al. 2012).

Ziel der vorliegenden Dissertation war die Untersuchung potenzieller Unterschiede zwischen der vorsprachlichen, kognitiven und motorischen Entwicklung der ersten konsekutiv rekrutierten Probanden mit lagerungsbedingtem Plagiozephalus und Helmtherapie einerseits und einer Kontrollgruppe im Rahmen des oben genannten Teilprojekts am ZVES andererseits.

Dazu wurde ein Teilaspekt der *Vorsprachlichen Diagnostik* des ZVES, ein auf Fragebögen beruhender, standardisierter Sprachtest in Form des ELFRA-1 (Grimm und Doil 2000) und ein standardisierter Entwicklungstest (BSID II, Bayley 1993), verwendet. Die *Vorsprachliche Diagnostik* am ZVES beinhaltet unter anderem die Ermittlung der Melodiekomplexität der Vokalisationen mithilfe des sogenannten Melodiekomplexitätsindex MCI (Wermke et al. 2007). Der MCI erfasst sprachrelevante prosodische Fähigkeiten der Säuglinge.

In der vorliegenden Arbeit wurde der Melodiekomplexitätsindex (MCI) für eine Untergruppe der Probanden, die sogenannte High-Contrast-Gruppe (20 Probanden), bestimmt (Kapitel 3.4). Eine erhebliche Vorarbeit bestand darin, die Originalaufnahmen abzuhören, geeignete zu archivieren und die spontanen Vokalisationen von ca. 40 Säuglingen nach Qualitätsmerkmalen zu editieren.

Neben der Erfassung von Begleitdaten wie Gestationsalter, transitorische Hörstörungen und mono- oder bilingualer Sprachinput im Elternhaus wurde das familiäre SLI-Risiko (Specific Language Impairment; spezifische Sprachentwicklungsstörung) anhand eines Elternfragebogens für jedes Kind beider Gruppen ermittelt.

2.2 Charakterisierung des gesamten Probandenkollektivs

Die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Probanden wurden im Rahmen des im vorhergehenden Kapitel genannten Forschungsprojekts rekrutiert. Die Einteilung der Probanden in die klinischen Gruppen „PMH“ (Probanden mit Lagerungsplagiozephalus und Helmtherapie) und „KG“ (Probanden der Kontrollgruppe) erfolgte durch die verantwortlichen ärztlichen Mitarbeiter des Projekts (Kapitel 2.1).

Für die vorliegende Arbeit wurden im Zeitraum der Datenerhebung (März 2011 bis September 2012) alle Probanden des Projekts ausgewählt, von denen der standardisierte Elternfragebogen für Einjährige (ELFRA-1) und die 3D-Scandaten des Kopfes zum Zeitpunkt T1 (6 (\pm 1) Monate; prätherapeutisch) und T2 (12 (\pm 1) Monate; posttherapeutisch) vorlagen.⁵

Säuglinge, die bereits vor Beginn der Lautaufnahmen im Rahmen des Forschungsprojekts mit einer Kopforthese versorgt wurden, mussten ausgeschlossen werden, da unklar ist, ob der Helm eventuell einen maskierenden Einfluss auf die Entwicklung hat.

Dadurch standen aus der initialen Rekrutierungsphase des Projekts Daten von insgesamt 71 Probanden zur Verfügung. 36 Probanden bilden die Gruppe „PMH“, 35 Probanden die Gruppe „KG“.

In der Neonatologie verfügt man zur Wachstumsbeurteilung über eine große Referenzdatenmenge in Form von geschlechtsspezifischen Perzentilwerten (Voigt et al. 1996). Die dadurch ermöglichte Klassifikation Neugeborener nach somatischen Maßen liefert wichtige Hinweise auf ein normales bzw. gestörtes intrauterines Wachstum. Für die hier untersuchten Probanden sind die aus den 3D-Scans ermittelten Kopfumfänge der Neugeborenen in die entsprechenden Perzentilkurven beispielhaft eingepunktet (Abbildung 4 und Abbildung 5).

⁵ Die Daten wurden mir freundlicherweise von den Projektleitern des Forschungsprojekts zur Verfügung gestellt.

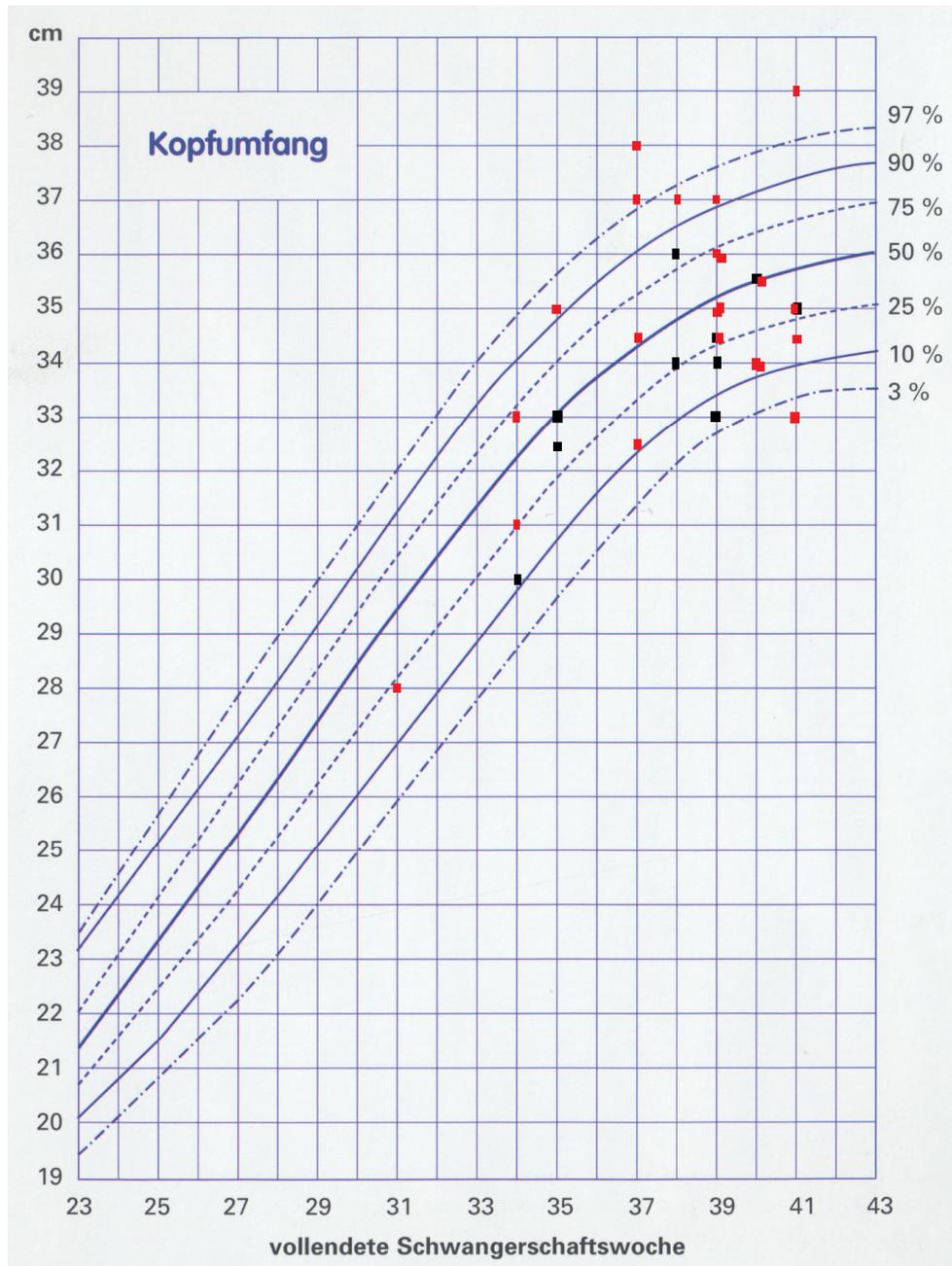


Abbildung 4: Perzentilkurven (Voigt et al. 1996) des Kopfumfanges der männlichen Neugeborenen und eingepunktete Kopfumfänge der männlichen Probanden der Kontrollgruppe (schwarz) und der männlichen Probanden der PMH-Gruppe (rot)

der Kontrollgruppe hypotroph hinsichtlich ihrer Kopfumfänge bei der Geburt, also unter der zehnten Perzentile sind. Drei männliche Probanden der PMH-Gruppe sind diesbezüglich hypertroph. Sie liegen oberhalb der 97. Perzentile. Unter den weiblichen Probanden gibt es, wie in Abbildung 5 zu sehen ist, einen hypertrophen Fall und vier hypotrophe Fälle. Die Darstellung belegt, dass der Kopfumfang bei der Geburt allein erwartungsgemäß kein adäquates Kriterium für die hier betrachteten kranialen symmetrischen Aspekte ist.

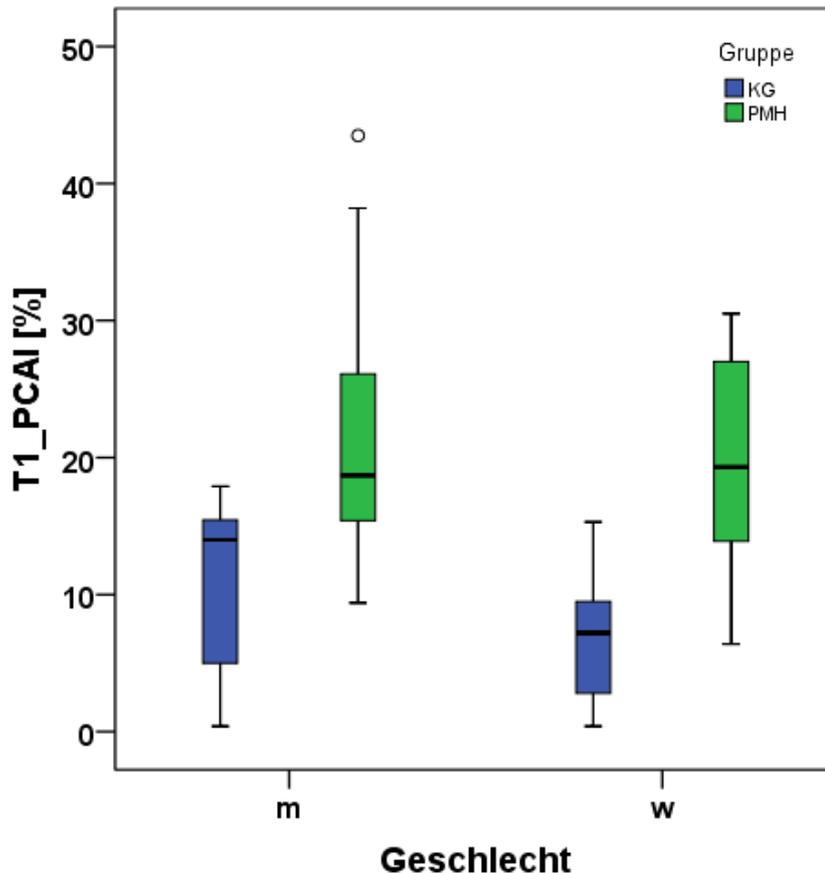
Inzwischen gibt es objektive Maßsysteme, die auf dreidimensionalen photometrischen Methoden basieren, wie sie auch in dem CFCW-Projekt zur Anwendung kommen (Meyer-Marcotty et al. 2012). Dabei werden unterschiedliche Symmetrieverhältnisse ermittelt. Neben dem „Moss-Index“⁶ hat sich neuerdings der PCAI (Posterior Cranial Asymmetry Index) als ein sehr geeignetes Maß herausgestellt, der das Verhältnis zwischen den beiden posterioren Volumenquadranten anzeigt (Meyer-Marcotty et al. 2013):

$$\text{PCAI} = \frac{(\text{größerer posteriorer Volumenquadrant} - \text{kleinerer posteriorer Volumenquadrant}) \times 100}{\text{kleinerer posteriorer Volumenquadrant}}$$

Wie bereits beschrieben, erfolgte die Einteilung in die beiden Gruppen „PMH“ und „KG“ durch die am Forschungsprojekt beteiligten Ärzte. Um diese Einteilung durch objektive Daten zu stützen, habe ich in Abbildung 6 den PCAI [%] für beide Gruppen und nach Geschlechtern getrennt dargestellt. Der „Moss-Index“ [cm], der vorrangig von vielen anderen Autoren verwendet wird, ergibt größere Schwankungen in der Differenzierung der klinischen Gruppen.

⁶ Diagonaldifferenz des Schädels („Moss-Index“) = längere Diagonale – kürzere Diagonale
Die Diagonalen entstehen über einen 30°-Winkel in der Messebene.

Moss (1997) unterteilt die Schädelasymmetrien in zwei Schweregrade. Eine Diagonaldifferenz von 0,3 cm bis 1,2 cm bildet den moderaten Schweregrad, während eine Diagonaldifferenz von mehr als 1,2 cm die stärkere Form darstellt (Moss 1997).



**Abbildung 6: PCAI [%] zum Zeitpunkt T1 (6 (\pm 1) Monate, prätherapeutisch) im Gruppenvergleich PMH (N=36) und KG (N=35)
„Ausreißer“: PMH-AA**

Da es bisher jedoch keine einheitliche Auffassung zur objektiven Charakterisierung der Asymmetrieverhältnisse basierend auf einem geeigneten Set von Messgrößen für die hier betrachteten Kopfasymmetrien gibt, ist es sinnvoll, zunächst die klinische Gruppeneinteilung zu verwenden, bei der die ärztliche Entscheidung ausschlaggebend ist. Dennoch werden Korrelationen zwischen den Messgrößen an verschiedenen Stellen der vorliegenden Arbeit berücksichtigt bzw. untersucht.

Zusätzlich zur Auswertung der Elternfragebögen für Einjährige ELFRA-1 (Grimm und Doil 2000) wurden alle von diesen Probanden vorliegenden Ergebnisse der deutschen Version der *Bayley-Scales of Infant Development* (BSID II, Reuner und Horn 2008) im sechsten und zwölften Lebensmonat als Co-

Faktoren herangezogen.⁷ Hier wurde neben dem PDI (Psychomotor Development Index) und MDI (Mental Development Index) auch der prozentuale Anteil der erfüllten verbalen und nonverbalen Aufgaben durch die Autorin der vorliegenden Arbeit errechnet. Überdies wurden die Indizes MDI und PDI sowie die in Form des ELFRA-1 erfassten Leistungen der Kinder mit der Dauer der Helmtherapie korreliert.

Nicht für alle hier untersuchten Probanden lagen in der Gesamtprojekt-Datenbank des CFCW die vollständigen Datensets vor, sodass die Anzahl der Auswertungen pro Subtest bzw. pro Kind teilweise schwankt (Tabelle 1 und Tabelle 2).

2.2.1 Probanden mit Lagerungsplagiozephalus und Helmtherapie (PMH)

Die Akquise dieser Probanden erfolgte im Rahmen der interdisziplinären Sprechstunde des Zentrums für kraniofaziale Anomalien der Universitätsklinik Würzburg (CFCW) durch die verantwortlichen Ärzte.

Die Gruppe PMH (N = 36, 23 Jungen) setzt sich aus Probanden zusammen, die nach klinischer Beurteilung der Ärzte des Forschungsteams einen ausgeprägten Plagiozephalus aufwiesen und deshalb eine Koporthesentherapie erhielten. Sie nahmen sowohl an der dreidimensionalen stereophotogrammetrischen Diagnostik des Schädels als auch an der Verlaufsanalyse unter Berücksichtigung der psychomotorischen Entwicklung teil. Auch musste eine kongenitale Anomalie durch einen pädiatrischen Neurochirurgen (Dr. med. Tilmann Schweitzer, Oberarzt an der Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie, Sektion für pädiatrische Neurochirurgie, Würzburg) klinisch wie auch sonographisch ausgeschlossen werden (Meyer-Marcotty et al. 2012). Die neurologische Erstuntersuchung war mit Ausnahme eines Probanden (PMH-BM), der an Epilepsie leidet, bei allen anderen Probanden unauffällig.

Das mittlere Gestationsalter der PMH-Gruppe betrug 38 vollendete SSW (Min.: 31, Max.: 42). In der Gruppe gab es vier Frühgeburten, d.h. Geburten vor der

⁷ Die Testergebnisse wurden mir freundlicherweise durch die Projektleiter zur Verfügung gestellt. Sie wurden durch Sandra Habel (Mitarbeiterin des CFCW) unter Mitwirkung einer Psychologin (Institut für Pädagogische Psychologie der Universität Würzburg: Prof. Dr. W. Schneider), erhoben.

37. SSW (PMH-AC, -AD, -AE, BV). Auffälligkeiten im Neugeborenen-Hörscreening lagen bei nur einem Probanden dieser Gruppe vor (PMH-BO). Bei zwei Probanden gab es keine Informationen über die Hörfunktion (PMH-AM, -AZ). Bis auf zwei bilingual erzogene Kinder (PMH-BB, -BE) wuchsen alle Probanden mit Lagerungsplagiozephalus monolingual deutsch auf.

Die Probanden wurden pseudonymisiert analysiert. Der Probandencode besteht aus dem Gruppennamen PMH (Plagiozephalus mit Helmtherapie) und jeweils zwei Buchstaben, die keinen Zusammenhang zum Namen des Kindes haben.

Die nachfolgende Tabelle der PMH-Gruppe enthält die zur Verfügung stehenden Testdaten für die hier untersuchten Probanden. Fehlende Testdaten sind darauf zurückzuführen, dass manche Eltern der Probanden die Teilnahme an der Studie aufgrund des zeitlichen Aufwandes abbrechen.

Material und Methoden

Tabelle 1: Probanden der PMH-Gruppe und jeweils vorhandene Datensets/Tests (+)

Code	Geschlecht	ELFRA-1	Bayley MDI (6 Mo.)	Bayley MDI (12 Mo.)	Bayley PDI (6 Mo.)	Bayley PDI (12 Mo.)
PMH-AA	m	+	-	-	-	-
PMH-AC	m	+	-	-	-	-
PMH-AD	m	+	-	-	-	-
PMH-AE	m	+	-	-	-	-
PMH-AF	w	+	-	-	-	-
PMH-AH	m	+	-	-	-	-
PMH-AM	m	+	-	-	-	-
PMH-AV	w	+	-	-	-	-
PMH-AY	w	+	-	-	-	-
PMH-AZ	m	+	-	-	-	-
PMH-BA	m	+	-	-	-	-
PMH-BB	m	+	-	-	-	-
PMH-BE	m	+	+	+	+	+
PMH-BG	w	+	+	+	+	+
PMH-BI	w	+	+	-	+	+
PMH-BJ	w	+	+	+	+	+
PMH-BL	w	+	+	-	+	+
PMH-BM	m	+	-	-	-	-
PMH-BN	w	+	-	-	-	-
PMH-BO	m	+	-	-	-	-
PMH-BP	m	+	-	+	+	+
PMH-BQ	m	+	-	-	-	-
PMH-BR	m	+	-	-	-	-
PMH-BT	w	+	-	-	-	-
PMH-BU	m	+	-	-	-	-
PMH-BV	m	+	+	+	+	+
PMH-BX	m	+	+	+	+	+
PMH-BZ	w	+	+	+	+	+
PMH-CA	m	+	-	-	-	-
PMH-CB	m	+	+	+	+	+
PMH-CC	m	+	-	-	-	-
PMH-CE	m	+	+	+	+	+
PMH-CF	w	+	+	-	+	-
PMH-CG	w	+	+	-	+	-
PMH-CH	m	+	+	+	+	+
PMH-CL	w	+	+	+	+	+
Anzahl vorhandener Datensets		36	14	11	15	13

2.2.2 Kontrollgruppe (KG)

Um die kognitiven, (vor-)sprachlichen und motorischen Leistungen der Probanden mit Lagerungsplagiozephalus vergleichend bewerten zu können, wurden die korrespondierenden Daten einer geeigneten Kontrollgruppe (N = 35, 13 Jungen) herangezogen. Die Kinder dieser Gruppe wurden aus pädiatrischen Praxen mithilfe einer Informationsbroschüre des CFCW-Projektes angeworben. Ausschlusskriterien waren auch hier – neben einer sichtbaren Kopfdeformität - Entwicklungsretardierungen. Die neurologische Erstuntersuchung nach der Geburt war bei allen Probanden unauffällig.

Das mittlere Gestationsalter der Kontrollgruppe belief sich auf 38 vSSW (Min.: 34, Max.: 42), wobei das Gestationsalter eines Probanden nicht bekannt war (KG-BD). Bei drei Probanden der Kontrollgruppe handelt es sich um präterm geborene Kinder (KG-AE, -AT, -AV). Bei den Probanden KG-AE und -AH lagen Auffälligkeiten beim Neugeborenen-Hörscreening vor. Von KG-BA gab es keine Informationen bezüglich der Hörfunktion. In der Kontrollgruppe gab es vier Kinder, die bilingual aufwachsen (KG-AP, -BA, -BD, -BF).

Die Probanden wurden pseudonymisiert analysiert. Der Probandencode besteht auch hier aus dem Gruppennamen KG (Kontrollgruppe) und jeweils zwei Buchstaben. Tabelle 2 enthält die zur Verfügung stehenden Testdaten für die hier untersuchten Probanden der Kontrollgruppe.

Material und Methoden

Tabelle 2: Probanden der Kontrollgruppe und jeweils vorhandene Datensets/Tests (+)

Code	Geschlecht	ELFRA-1	Bayley MDI (6 Mo.)	Bayley MDI (12 Mo.)	Bayley PDI (6 Mo.)	Bayley PDI (12 Mo.)
KG-AA	w	+	+	+	+	+
KG-AB	w	+	+	+	+	+
KG-AC	w	+	+	+	+	+
KG-AD	w	+	-	-	-	-
KG-AE	m	+	+	+	+	+
KG-AF	w	+	+	+	+	+
KG-AG	w	+	+	+	+	+
KG-AH	w	+	+	+	+	+
KG-AK	w	+	-	-	-	-
KG-AL	m	+	-	-	-	-
KG-AM	w	+	+	+	+	+
KG-AN	m	+	+	-	+	-
KG-AO	m	+	+	+	+	+
KG-AP	w	+	+	+	+	+
KG-AQ	w	+	+	+	+	+
KG-AS	w	+	+	+	+	+
KG-AT	m	+	+	+	+	+
KG-AV	m	+	+	+	+	+
KG-AW	m	+	+	+	+	+
KG-BA	w	+	+	+	+	+
KG-BB	m	+	+	+	+	+
KG-BD	w	+	+	+	+	+
KG-BE	m	+	+	+	+	+
KG-BF	m	+	+	+	+	+
KG-BG	w	+	+	+	+	+
KG-BH	w	+	+	+	+	+
KG-BI	m	+	+	+	+	+
KG-BK	w	+	+	+	+	+
KG-BL	m	+	+	+	+	+
KG-BM	w	+	+	+	+	+
KG-BN	m	+	+	+	+	+
KG-BO	w	+	+	+	+	+
KG-BR	w	+	+	+	+	+
KG-BS	w	+	+	+	+	+
KG-BT	w	+	+	+	+	+
Anzahl vorhandener Datensets		35	32	31	32	31

2.2.3 High-Contrast-Gruppen (HC-PMH und HC-KG)

Durch das interdisziplinäre Forschungsteam wurden im Rahmen einer explorativen Voruntersuchung zusätzlich sogenannte High-Contrast-Gruppen der PMH-Gruppe (HC-PMH) und der Kontrollgruppe (HC-KG) vorgegeben. Die Lautaufnahmen mussten vor dem Beginn der Helmtherapie stattgefunden haben, um ausschließen zu können, dass eine Beeinträchtigung der Lautproduktionen durch den Helm vorliegt. Jede der beiden Gruppen enthielt zehn Probanden (Tabelle 3 und Tabelle 4).

Tabelle 3: Probanden der HC-PMH-Gruppe

Code	Geschlecht	Gestationsalter in vSSW
HC-PMH-AH	m	39
HC-PMH-AI	m	38
HC-PMH-AZ	m	39
HC-PMH-BE	m	37
HC-PMH-BH	m	38
HC-PMH-BT	w	37
HC-PMH-BU	m	39
HC-PMH-BY	m	40
HC-PMH-BZ	w	37
HC-PMH-CD	m	37
Durchschnitt		38

Tabelle 4: Probanden der HC-Kontrollgruppe

Code	Geschlecht	Gestationsalter in vSSW
HC-KG-AF	w	39
HC-KG-AM	w	40
HC-KG-AN	m	39
HC-KG-AP	w	39
HC-KG-AS	w	40
HC-KG-AW	m	38
HC-KG-AX	w	39
HC-KG-BF	m	41
HC-KG-BL	m	37
HC-KG-BN	m	38
Durchschnitt		39

2.3 Erhebung und statistische Auswertung der Daten

Um eine Aussage über vorsprachliche, motorische und kognitive Fähigkeiten der Probanden mit lagerungsbedingtem Plagiozephalus im Alter von sechs und zwölf Monaten im Vergleich zu Probanden mit unauffälliger Kopfform treffen zu können, wurden vorsprachliche Analysen von Lautaufzeichnungen der sechsmonatigen Probanden getätigt (*Vorsprachliche Diagnostik*) sowie Ergebnisse des standardisierten Elternfragebogens für Einjährige ELFRA-1 (Grimm und Doil 2000) und Ergebnisse der deutschen Version der *Bayley-Scales of Infant Development* (BSID II) (Reuner und Horn 2008) vom sechsten und zwölften Lebensmonat herangezogen. Außerdem wurden Elternfragebögen im Hinblick auf das SLI-Risiko (SLI: Specific Language Impairment, spezifische Sprachentwicklungsstörung) ausgewertet.

Die Datenauswertung erfolgte – neben der Nutzung der Software Microsoft Excel 2007 – mithilfe der Software SPSS[®] Statistics (IBM[®], Ehningen, Deutschland – Version 21.0 für Windows).

Die grafische Darstellung der Ergebnisse erfolgte in Form von Boxplots und Scatterplots (Streu-Punkt-Diagramme). Anhand von Scatterplots lassen sich Abhängigkeitsstrukturen verschiedener Merkmale beurteilen.

Eine Box wird durch eine obere (75 %) und eine untere Quartile (25 %) begrenzt und kongruiert mit dem Bereich, in dem 50 % der Werte liegen. Die waagerechte Linie innerhalb der Box entspricht dem Medianwert, der an mittlerer Stelle steht, wenn die Werte nach der Größe aufgestellt werden. Die Whisker markieren den Außenbereich. Je länger sie sind, desto größer ist die Streuung der Daten. Die Punkte zeigen sogenannte „Ausreißer“ an, die zwischen eineinhalbfacher bis dreifacher Boxlänge vom Maximum bzw. Minimum entfernt sind.

Jede Testgröße wurde mithilfe des Shapiro-Wilk-Tests auf Normalverteilung geprüft. Bei einem Signifikanzniveau $p \geq 0,05$ wird von einer hinreichenden Normalverteilung ausgegangen, sodass die Signifikanz der Ergebnisse mittels T-Test für unabhängige Stichproben erfolgen konnte. War mindestens eine Testgröße nicht normalverteilt, musste die Signifikanz mithilfe des nicht-parametrischen Mann-Whitney-U-Tests ermittelt werden. Lag das durch den T-Test bzw. den Mann-Whitney-U-Test ermittelte Signifikanzniveau p unter 0,05, wurde von einem signifikanten Unterschied zwischen beiden Stichproben bezüglich der untersuchten Variablen ausgegangen.

Die Korrelationsanalysen erfolgten bivariat nach Spearman. Lag der Korrelationskoeffizient nah am Maximalwert von 1, konnte ein starker Zusammenhang zwischen beiden Messungen angenommen werden.

2.3.1 Vorsprachliche Diagnostik im Alter von sechs Monaten

Die am ZVES von Wermke und Mitarbeitern entwickelten Risikomarker für eine Sprachentwicklungsstörung ab dem zweiten Lebensmonat (Wermke et al. 2007) können analog auch für Analysen von Vokalisationen älterer Säuglinge verwendet werden.

Um die vorsprachliche Entwicklung beurteilen zu können, wurden Vokalisationen der Probanden im Alter von sechs Monaten mit einem TASCAM DR-100 Recorder aufgezeichnet. Die Autorin der vorliegenden Arbeit gehörte mit zum Team der projektinternen Mitarbeiter, die die Lautaufzeichnungen vorgenommen und anschließend analysiert haben.

Sie wurden in einem schallgedämpften Raum der Zahnklinik Würzburg (E.228 der Poliklinik für Chirurgie) und - im Rahmen der Helmsprechstunde - in den Behandlungszimmern 3.425 und 3.426 der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universitätsklinik Würzburg durchgeführt. Jede Aufnahme wurde mit einer Ansage begonnen, die Vor- und Zuname des Kindes, Datum und Uhrzeit, die Raumbezeichnung und ggf. akustisch relevante Umgebungsbedingungen enthielt. Eine spezifische Ansage beendete jede Aufnahme. Die Aufnahmen wurden manuell angesteuert. Das Earthworks Mikrofon vom Typ TC20 befand sich im Abstand von 15 bis 20 cm vor dem Mund des Probanden.

Zu jeder Aufnahme wurde zusätzlich ein Begleitprotokoll erstellt, in dem Datum und Uhrzeit der Lautaufnahme sowie Inhalt und eventuelle Auffälligkeiten bei der Erhebung sowie Entwicklungsbesonderheiten des Kindes festgehalten wurden.

2.3.1.1 Voranalyse der Vokalisationen

Die Lautaufnahmen wurden anschließend im Signalanalyselabor des ZVES an der Poliklinik für Kieferorthopädie editiert und ausgewertet. Die Analyseparameter sind in Kapitel 2.3.1.3 hergeleitet und charakterisiert.

In einer Voranalyse wurden die Originalaufnahmen der kindlichen Vokalisationen mithilfe der Sprachanalyse-Software CSL™ der Firma KayPENTAX, Lincoln Park/USA im Signalanalyselabor des ZVES manuell segmentiert und als Einzelvokalisationen in pseudonymisierten Audiofiles archiviert. Unter einer Einzelvokalisation ist die Lautproduktion während einer Expiration zu verstehen. Die nachfolgende Inspiration wurde gleichfalls erfasst und gespeichert. Anschließend wurden spektrale und melodische Eigenschaften der Einzelvokalisationen ermittelt. Dazu wurden im Routineauswertungssystem des ZVES-Labors automatisch Schmalbandspektrogramme (45 Hz) erstellt (Abbildung 5). Auf der Basis der Spektrogramme erfolgte die Auswahl geeigneter Vokalisationen (Kapitel 2.3.1.2).

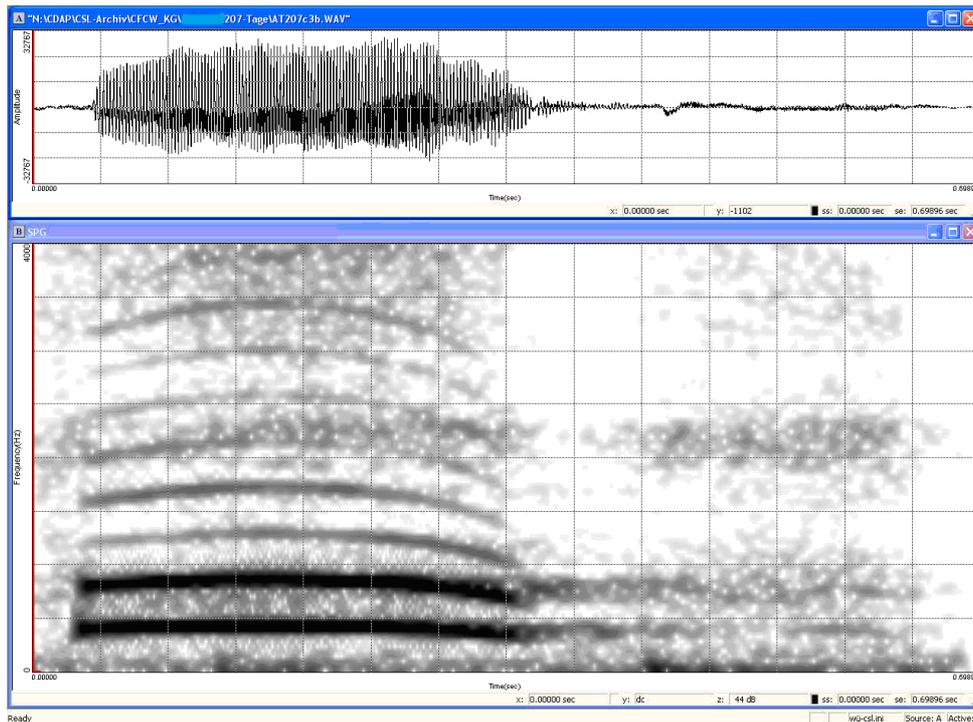


Abbildung 7: Schmalbandspektrogramm einer Säuglingsvokalisation (KayPENTAX CSL)

Die Abbildung zeigt beispielhaft ein Schmalbandspektrogramm. Die Abszisse des Frequenzspektrums bildet die Zeit in Sekunden ab. Die Zeitachse ist variabel und richtet sich nach der Länge der aufgenommenen Lautäußerung. Auf der Ordinate ist der Frequenzverlauf bis 4 kHz linear aufgetragen. Der untere horizontale schwarze Balken zeigt die Grundfrequenz f_0 (Melodie). Die darüber liegenden Linien werden „Harmonische“ der Grundfrequenz genannt und sind deren ganzzahlige Vielfache. Die Grauskalierung kodiert den Energiegehalt; je dunkler der Grauton ist, desto energiereicher sind die einzelnen Frequenzbereiche des Lautes. Ein Oszillogramm zeigt im oberen Fenster die Amplitude der Vokalisation gegen die Zeit. Die Hüllkurve korrespondiert mit der Intensität der Lautaufnahme.

2.3.1.2 Auswahl der zu analysierenden Vokalisationen

Für die vorliegende Arbeit wurden aus dem Repertoire aller im Rahmen des Projektes aufgenommenen und editierten Vokalisationen der Probanden nur Vokalisationen der HC-Gruppen (Kapitel 2.2.3) herangezogen.

Material und Methoden

Die Auswahl geeigneter Vokalisationen dieser Probanden wurde auf der Grundlage von Frequenzspektrogrammen (Kapitel 2.3.1.1) der Einzelvokalisationen getroffen: Vokalisationen, die durch phonatorische Rauschphänomene geprägt waren, wurden nicht in die Analysen einbezogen. Phonatorisches Rauschen entsteht durch einen hohen subglottalen Druck und ist durch die Störung der Harmoniestruktur im Frequenzspektrum gekennzeichnet, wodurch eine verlässliche Beurteilung der Melodiestruktur unmöglich wird.

Eine Übersicht des Aufnahmealters und der Anzahl der pro Säugling ausgewählten geeigneten Laute ist in Tabelle 5 und Tabelle 6 gegeben.

Tabelle 5: Aufnahmealter und Anzahl analysierter Lautäußerungen pro Proband der HC-PMH-Gruppe im 6.(±1) Lebensmonat

Code	Aufnahmealter in Tagen	Anzahl analysierter Lautäußerungen
HC-PMH-AH	189	56
HC-PMH-AI	181	72
HC-PMH-AZ	187	50
HC-PMH-BE	160	65
HC-PMH-BH	184	52
HC-PMH-BT	204	98
HC-PMH-BU	180	52
HC-PMH-BY	169	33
HC-PMH-BZ	203	49
HC-PMH-CD	141	57
Durchschnitt	180	58

Tabelle 6: Aufnahmealter und Anzahl analysierter Lautäußerungen pro Proband der HC-Kontrollgruppe im 6.(±1) Lebensmonat

Code	Aufnahmealter in Tagen	Anzahl analysierter Lautäußerungen
HC-KG-AF	187	70
HC-KG-AM	193	148
HC-KG-AN	207	91
HC-KG-AP	196	62
HC-KG-AS	171	52
HC-KG-AW	190	63
HC-KG-AX	211	54
HC-KG-BF	188	53
HC-KG-BL	195	56
HC-KG-BN	186	68
Durchschnitt	193	72

2.3.1.3 Analyse der Vokalisationen mithilfe des ZVES-internen CDAP[®]-Systems (MCI-Analyse)

Die Analyse der Vokalisationen erfolgte mithilfe des Programms CDAP[®] (Cry-Data-Analysis-Program) der Firma pw-project am ZVES der Poliklinik für Kieferorthopädie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg.

Im Rahmen der routinemäßig durchgeführten Analysen am ZVES wurden die Spektrogramme und Melodie-Intensitätsgrafiken des Programms CDAP[®] dazu genutzt, prosodierelevante Melodiestrukturmuster zu ermitteln, um damit einen Teilaspekt des vorsprachlichen Entwicklungsstatus einzelner Säuglinge objektiv zu evaluieren.

In Abbildung 8 ist ein Melodie-Intensitätsdiagramm beispielhaft dargestellt. Die Abszisse zeigt die Dauer der Vokalisation. Auf der linken Ordinate wird die Grundfrequenz logarithmisch oder linear in Hertz (Hz) und auf der rechten Ordinate die Intensität in Dezibel (dB) gezeigt. Ist die Frequenz logarithmisch abgebildet, kann eine Skalierung in Halbtonschritten in Form von Grid-Linien erfolgen, was für die Beurteilung der perzeptiv wahrgenommenen Lauteigenschaf-

ten hilfreich ist. Die logarithmische Skala ist eine relative Frequenz-Skala und daher gehörsichtig.

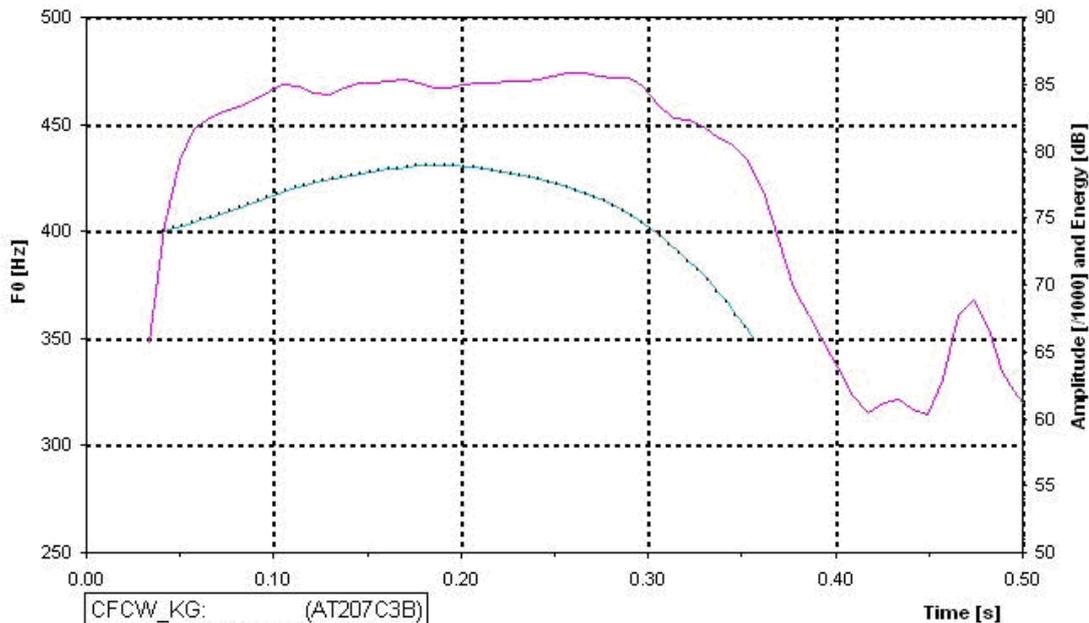


Abbildung 8: Melodie-Intensitätsdiagramm des in Abbildung 7 im Frequenzspektrum dargestellten Einzellautes
Intensitätskurve (rot) und F₀-Linie (blau)

Die F₀-Linie zeigt den Verlauf der Melodie der Lautäußerung. Die Intensitätskurve spiegelt den korrespondierenden Intensitätsverlauf wider. Die Intensität entspricht der Hüllkurve im Oszillogramm des Schmalbandspektrums in Abbildung 7.

Aufgrund der Bedeutung, die der Melodie als Prosodiebaustein der späteren Sprache zukommt, ist ihre Analyse ein wesentlicher Teil der *Vorsprachlichen Diagnostik* am ZVES (Wermke und Mende 2011). Insbesondere die Komplexität der Melodie hat prädiktiven Wert für die Sprachentwicklung bzw. die Sprachleistung mit zwei Jahren (Wermke et al. 2007).

Die Einschätzung der Melodiekomplexität erfolgt am ZVES mithilfe eines dimensionslosen Indexes, dem Melodiekomplexitätsindex (MCI). Dieser basiert auf einem Klassifizierungssystem, das wiederum auf der Melodie-Bogenanzahl

und auf rhythmischen Segmentierungspausen innerhalb einer Vokalisation beruht und durch Wermke (2002) im Rahmen einer Langzeitstudie entwickelt worden ist. Wermke konnte belegen, dass die Schreimelodien von Säuglingen einem Entwicklungsprogramm folgen und mit zunehmendem Alter an Komplexität gewinnen. Zuerst werden hauptsächlich einfache Melodien produziert, die aus einer aufsteigenden und einer abfallenden Flanke bestehen (Einfachbogen, EB) (Wermke 2002, Wermke und Mende 2011). Mit zunehmendem Alter schafft der Säugling es, doppel- und mehrfachböigige Melodiestructuren zu produzieren oder Vokalisationen durch Pausen zu segmentieren (Mehrfachbogen, MB). Tabelle 7 beschreibt die Melodiestructurkategorien im Hinblick auf den Komplexitätsgrad der Melodie.

Material und Methoden

Tabelle 7: Melodiestrukturkategorien bezüglich des Komplexitätsgrades der Melodie (nach Wermke 2002)

Kategorie	Erklärung
Einfache Melodie = EB	
1B	ein Bogen, der länger als 300 ms ist
Komplexe Melodien = MB	
ohne Segmentierungen:	
2B	alle Melodien, die aus zwei aufeinanderfolgenden Bögen bestehen Die beiden Bögen können gleichförmig oder unterschiedlich geformt sein. Jeder einzelne Bogen muss > 150 ms lang sein.
3B/ MB	alle Melodien mit drei oder mehr Bögen Jeder einzelne Bogen muss > 150 ms lang sein.
mit Segmentierungen: Segmentierungen entstehen ähnlich wie der spätere glottale Verschlusslaut („glottal stop“) (Wermke 2008).	
1S	2B, die durch eine Pause voneinander getrennt („segmentiert“) sind: 1B-Pause-1B oder KL –Pause- KL
KS	„komplexe Segmentierung“: Lautelemente mit einer Pause. Im Unterschied zu 1S ist mindestens einer der beiden voneinander getrennten Elemente aber kein Einzelbogen.
2S/ 3S/ MS	Lautproduktionen, die zwei, drei oder mehr als drei Segmentierungen enthalten. Die einzelnen Elemente können unterschiedlich sein.
KL	Alle Vokalisationen, die < 300 ms lang sind, gehen nicht in die Berechnung des MCI ein, da sie häufig rein vegetativer Natur sind.

Durch die auf dem vorliegenden Klassifizierungssystem beruhende Vokalisationsanalyse konnte für jeden Probanden der sogenannte Melodiekomplexitätsindex (MCI) errechnet werden.

Dieser Index drückt den Anteil komplexer Melodiestrukturen in den Vokalisationen mit signalanalytisch identifizierbarer Melodie innerhalb eines gewissen Aufnahmeintervalls aus. Laut Wermke et al. (2007) tragen

Probanden, die im zweiten Lebensmonat einen MCI $< 0,45$ erreichen, ein fünfmal höheres Risiko für Auffälligkeiten beim späteren Spracherwerb. Das bedeutet, dass mindestens 45 % der im zweiten Lebensmonat produzierten Vokalisationen komplex strukturiert sein müssen, damit der Säugling den kritischen MCI erreicht. Im Untersuchungsalter der Probanden der vorliegenden Arbeit liegt dieser kritische Wert höher. Er sollte im Alter von sechs Monaten bereits bei ca. 60 % (MCI $> 0,60$) liegen (Wermke und Mende 2011).

Der MCI berechnet sich wie folgt:

$$\text{MCI} = \text{MB} / (\text{EB} + \text{MB})$$

Die Kategorie „MB“ (Mehrfachbögen) umfasst die Anzahl aller Laute mit komplexen Melodiestructuren. Sie weisen mindestens zwei Bögen auf und können Segmentierungspausen haben (Abbildung 10). Die Kategorie „EB“ (Einzelbögen) bezeichnet alle einfachen, einbögigen Melodiestructuren (Abbildung 9).

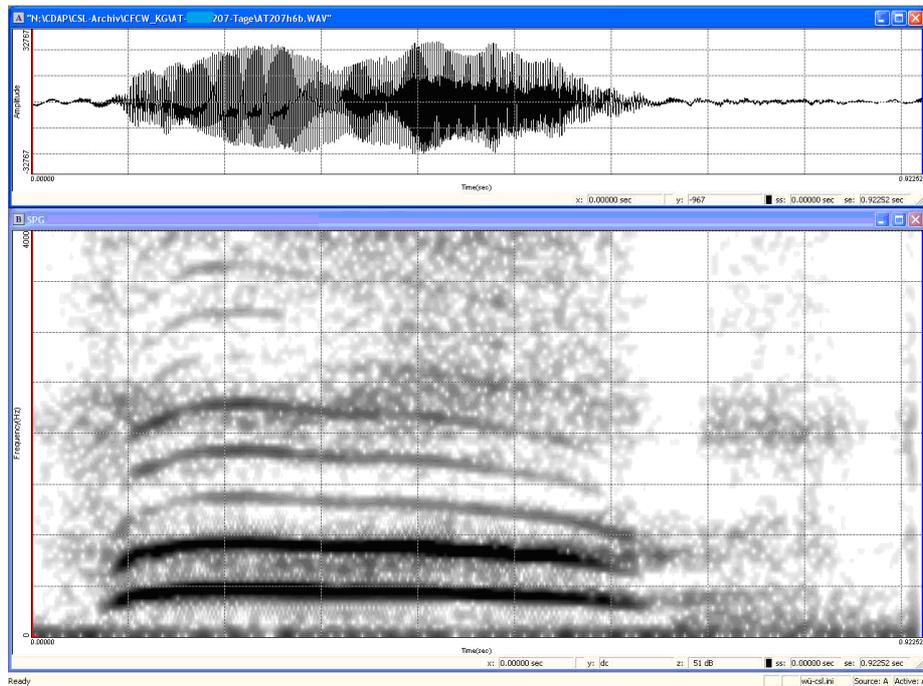
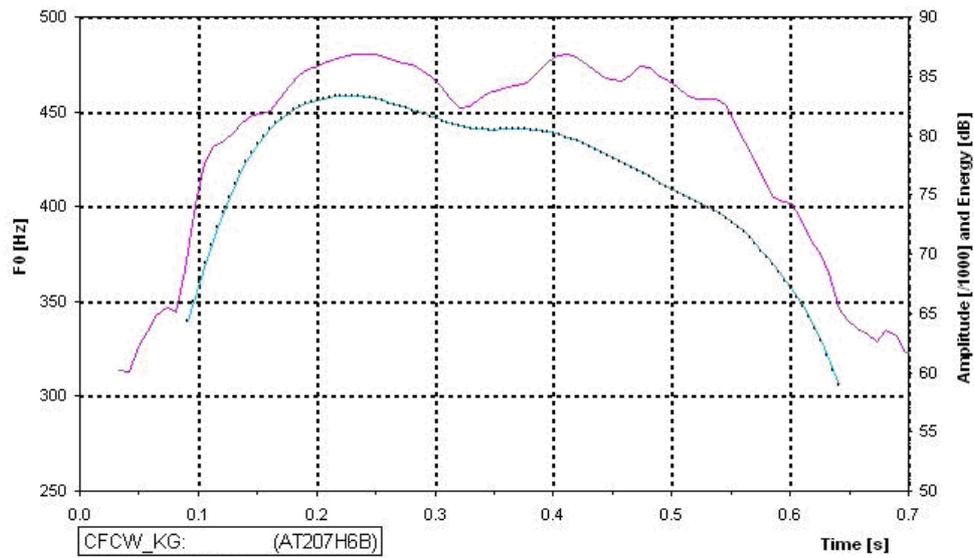


Abbildung 9: Beispiel für die Kategorie „EB“
oben: Melodie-Intensitätsdiagramm
unten: Frequenzspektrogramm

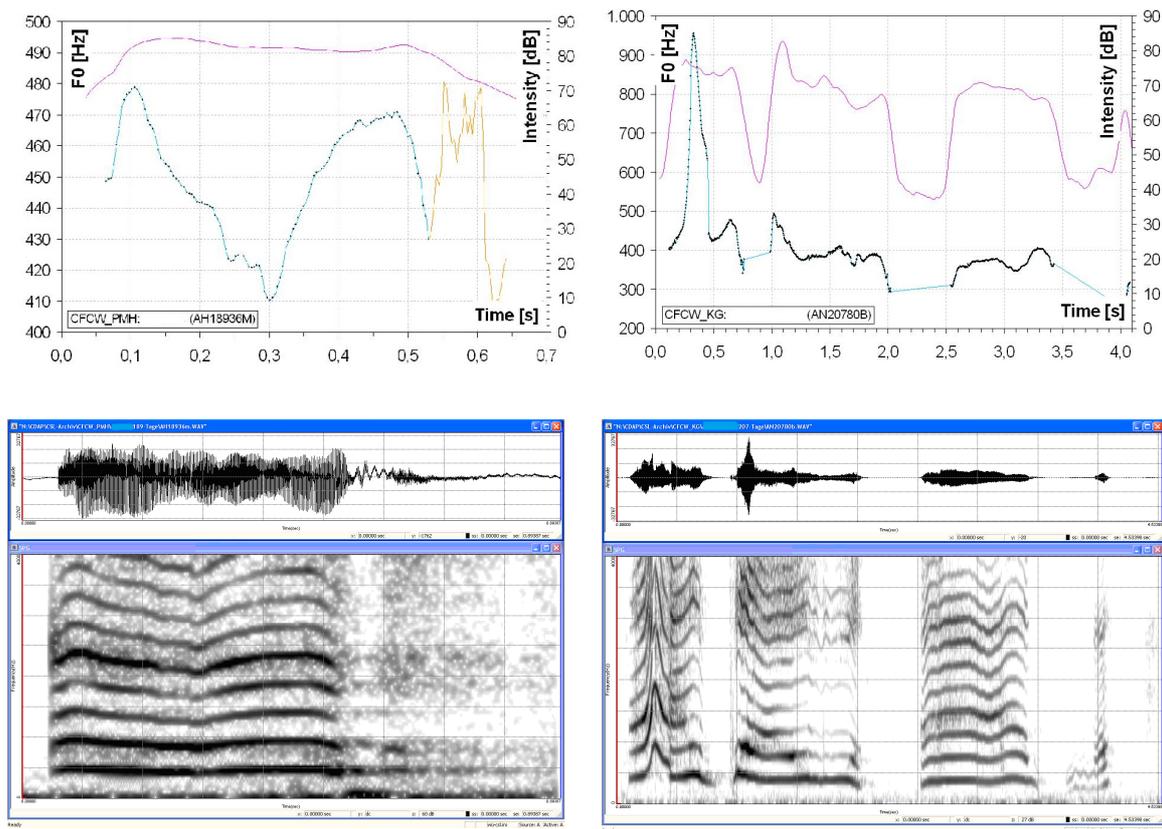


Abbildung 10: Beispiele für die Kategorie „MB“
links: 2B, rechts: 3B unterteilt durch zwei Segmentierungen

So wurde jeder Vokalisation mithilfe des CDAP[®]-Systems eine dieser Melodiestrukturkategorien zugeordnet. Anschließend wurden alle komplexen Melodien eines Probanden im Alter von 6 (± 1) Monaten summiert und ihr Anteil an der Gesamtzahl aller Melodiestrukturen in Form des MCI ermittelt.

Der MCI repräsentiert einen wichtigen Teilaspekt des erreichten vorsprachlichen Entwicklungsstatus und wird basierend auf den Ergebnissen der High-Contrast-Gruppen in die Analyse einbezogen.

2.3.2 Elternfragebogen für Einjährige: ELFRA-1

Für die Evaluation früher sprachlicher Fähigkeiten, die eng mit der kognitiven Entwicklung zusammenhängen, steht für deutschsprachige Kinder im Alter von zwölf Monaten nur ein standardisierter Elternfragebogen zur Verfügung. Der Elternfragebogen für Einjährige ELFRA-1 (Grimm und Doil 2000) wird routinemäßig in der pädiatrischen Frühdiagnostik eingesetzt.

Material und Methoden

Der ELFRA-1 wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes der Arbeitsgruppe für Allgemeine und Angewandte Entwicklungspsychologie der Universität Bielefeld (Leitung: Frau Prof. Dr. H. Grimm) entwickelt und dient bei den pädiatrischen Vorsorgeuntersuchungen U6 und U7 der Evaluation der frühkindlichen Sprachentwicklung (Grimm und Doil 2000).

Ziel der standardisierten Erhebung ist es, frühzeitig Risikokinder zu identifizieren und gegebenenfalls eine Frühförderung einzuleiten (Doil 2002).

Der ELFRA-1 setzt sich aus den vier Untertests „Sprachproduktion“, „Sprachverständnis“, „Gesten“ und „Feinmotorik“ zusammen und liefert für jeden einen kritischen Wert (Tabelle 8).

Tabelle 8: Aufbau des Elternfragebogens für Einjährige ELFRA-1 nach Grimm und Doil (2000)

Skala	Subskala	Kritischer Wert
Sprachproduktion	<ul style="list-style-type: none">• Produktiver Wortschatz• Produktion von Lauten und Sprache	7
Sprachverständnis	<ul style="list-style-type: none">• Reaktion auf Sprache• Rezeptiver Wortschatz	17
Gesten		11
Feinmotorik		7

Die Skala „Sprachproduktion“ besteht aus den Subskalen *Produktiver Wortschatz* („*versteht und spricht*“) und *Produktion von Lauten und Sprache*. Sie wird mittels einer Wortschatzliste von 164 Wörtern, darunter drei Einwortsätzen, 110 Nomina, 20 Adjektiven und 31 Verben, abgefragt. Weil rhythmisch-prosodische Merkmale der vorsprachlichen Entwicklung eine entscheidende Rolle für die spätere Sprachentwicklung spielen (Wermke 2002, Wermke und Mende 2009, Wermke und Mende 2011), werden im Rahmen der Subskala *Produktion von Lauten und Sprache* mittels 17 weiterer Items sprachspezifische Vorausläuferfähigkeiten erfragt. Hierbei handelt es sich um die Produktion vor-

sprachlicher und früher sprachlicher Laute, um frühe Imitationsleistungen und um die Sensitivität für Rhythmus und Reime, phonologische Diskriminationsleistungen und sprachliche Imitation.

Neben dem rezeptiven Wortschatz wird in der Skala „Sprachverständnis“ getestet, ob das Kind auf sieben ausgewählte kurze verbale Aufforderungen semantisch adäquat reagiert (Doil 2002).

Zusätzlich werden gestisches Verhalten (30 Items) und Feinmotorik (13 Items) gemessen.

Die Ergebnisse werden mit vorgegebenen Werten pro Skala verglichen, die von 80 % der Normstichprobe erreicht wurden (Tabelle 8). Liegen sie unterhalb eines kritischen Wertes, gilt das Kind als sogenanntes Risikokind. Die Relevanz der abgefragten Fähigkeiten für die sprachliche Entwicklung ist empirisch belegt (Doil 2002). Ein Risikokind gilt als entwicklungsverzögert, ohne schon offensichtliche Störungen aufzuweisen. Auch wenn die Sprachentwicklung eine enorme inter-individuelle Variabilität zeigt, gibt es grundlegende Meilensteine, die bei jedem Kind vorhanden sein müssen, um es in die Lage zu versetzen, die Muttersprache zu erlernen (Hoff-Ginsberg 1993).

2.3.3 Neuropsychologische Testung mithilfe der deutschen Fassung der Bayley-Scales of Infant Development II (BSID II) für sechs und zwölf Monate alte Kinder

Die deutsche Fassung der *Bayley-Scales of Infant Development – Second Edition* (Bayley 1993) dient der Untersuchung des Entwicklungsstandes von Kindern im Alter von einem Monat bis zu 42 Monaten (Reuner und Horn 2008). Die Testung erfolgte im Rahmen des Forschungsprojekts durch die Projektmitarbeiterin Sandra Habel, die von einer Mitarbeiterin aus dem Institut für pädagogische Psychologie (Prof. Dr. W. Schneider) unterstützt wurde. Zur Auswertung der Rohdaten wurden von der Autorin die Ergebnisse der BSID im Alter von sechs und zwölf Monaten herangezogen, um die Leistungen zu berechnen.

Der BSID enthält eine motorische (Bayley Motor Scale) und eine kognitive Skala (Bayley Mental Scale).

Die motorische Skala bewertet die Haltungskontrolle und fein- sowie grobmotorische Fähigkeiten. Mit der kognitiven Skala werden Gedächtnisleistungen, Klassifikationen, Vokalisationen und sprachliche Kompetenzen evaluiert. Hier wird zwischen verbalen und nonverbalen Items unterschieden.

Die Leistungen der Probanden werden in Form von Rohwerten dokumentiert, die sich aus den korrekt gelösten Aufgaben und den Items unterhalb des Item-Sets ergeben. Die Leistungen werden dann in Standardwerte in Form des PDI (Psychomotor Development Index) und MDI (Mental Development Index) übersetzt. Der Mittelwert beträgt 100 mit einer Standardabweichung von 15.⁸

Werte ≥ 115 bezeichnen eine überdurchschnittliche Leistung, Werte zwischen 85 und 114 zeigen eine Entwicklung innerhalb des normalen Bereiches auf. Indexwerte zwischen 70 und 84 weisen auf eine leicht unterdurchschnittliche, Werte ≤ 69 auf eine deutlich unterdurchschnittliche Leistung hin.

Die Bayley-Scales müssen nach Reuner und Horn (2008) in minimaler Untersuchungszeit und unter klar definierten Anweisungen erhoben werden. Die Reihenfolge hingegen darf variieren und auch die Beobachtungitems können jederzeit bewertet werden. Begleitpersonen dürfen nur hinzugezogen werden, wenn es der Aufgabenteil erlaubt.

Zu Beginn wird der Aufgabenbereich ausgewählt, der dem gerundeten (chronologischen) Alter entspricht. Bei X Monaten und 15 Tagen wird abgerundet, bei 16 Tagen und mehr wird auf den nächsten Monat aufgerundet. Bei zu früh geborenen Säuglingen wird mit den dem korrigierten Alter entsprechenden Aufgaben begonnen (Reuner und Horn 2008).

Die Aufgabenbereiche in den unterschiedlichen Altersgruppen ergeben sich aus Items, die von 90 % der Kinder aus einer Normstichprobe gelöst werden konnten. Passt der altersentsprechende Aufgabenbereich nicht zum Leistungsniveau des Kindes, soll dessen Verhalten beobachtet und ein passender Aufgabenbereich unter Beachtung der Einstiegsregel gesucht werden. Die Einstiegsregel besagt, dass vier Aufgaben in der motorischen Skala bzw. fünf Aufgaben in der kognitiven Skala in dem entsprechenden Bereich richtig gelöst werden müssen.

⁸ Die Standardisierung der BSID II beruht auf einer Stichprobe von insgesamt 1700 Kindern, davon jeweils 100 pro Aufgabengruppe (1-42 Monate); 50 Mädchen und 50 Jungen.

Material und Methoden

Gelingt dies nicht, muss der Test in einem niedrigeren Aufgabenbereich begonnen werden. Vor der Testauswertung muss neben der Einstiegsregel auch die Ausstiegsregel erfüllt sein, wonach das Kind im letzten Aufgabenbereich mindestens zwei Aufgaben (motorische Skala) bzw. drei Aufgaben (kognitive Skala) nicht mehr lösen kann (Reuner und Horn 2008).

Tabelle 9: Einstiegs- und Ausstiegsregeln der BSID (aus Handbuch: S.30, Reuner und Horn 2008)

	Kognitive Skala	Motorik Skala
Einstiegsregel	≥ 5 Aufgaben gelöst	≥ 4 Aufgaben gelöst
Ausstiegsregel	≥ 3 Aufgaben nicht gelöst	≥ 2 Aufgaben nicht gelöst

Zusätzlich zu den genannten Auswertungen bietet der Bayley-Test die Möglichkeit, die vorwiegend verbalen und nonverbalen Aufgaben der kognitiven Skala zu analysieren. Verbale Aufgaben sind hierbei solche, die durch sprachliche Reaktionen gelöst werden bzw. hohe Anforderungen an das Sprachverständnis stellen, während nonverbale Aufgaben durch konkrete Handlungen gelöst werden können. Hierzu wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit die erfüllten verbalen und nonverbalen Aufgaben prozentual ermittelt. Diese Berechnung eignet sich in erster Linie für Kinder ab dem zwölften Lebensmonat (Reuner und Horn 2008).

Die folgende Tabelle stellt die Anzahl der verbalen und nonverbalen Aufgaben der kognitiven Skala des BSID in den einzelnen Altersbereichen dar.

Tabelle 10: Anzahl der verbalen und nonverbalen Aufgaben der kognitiven Skala der BSID im Alter von 6 (± 1) und 12 (± 1) Lebensmonaten

Alter [Monat]	Anzahl verbaler Aufgaben	Anzahl nonverbaler Aufgaben
5	5	20
6	7	18
7	6	14
11	7	20
12	8	22
13	7	22

2.3.4 Erfassung des SLI-Risikos

Das familiäre SLI-Risiko⁹ wurde anhand eines am ZVES verwendeten Elternfragebogens für jedes Kind ermittelt. Von Geschwistern, Eltern, Großeltern und von Onkeln und Tanten wurden die unten aufgeführten Kriterien erfragt.

Ein positives Familienrisiko hinsichtlich SLI ist in der Datenbank mit der Ziffer „2“ codiert und wird folgendermaßen definiert:

- Verspäteter Sprachbeginn (z.B. erste Wörter erst nach dem zweiten Lebensjahr)
- Fehler bei der Satzbildung (z.B. falsche Aneinanderreihung von Wörtern)
- Lese- und Rechtschreibschwierigkeiten in den ersten Schuljahren

Die folgenden Kriterien gelten nicht als Risikomarker (Code 1):

- Störungen bei der Aussprache (Wörter schwer verständlich, Stimmeln, Lispeln)
- Andere Auffälligkeiten im Sprachgebrauch

⁹ SLI (Specific Language Impairment), Synonym: sSES (spezifische Sprachentwicklungsstörung). Schließt Primärbeeinträchtigungen, wie sensorische Beeinträchtigungen, Hör- oder Sehstörungen, neurologische Schädigungen (z.B. Aphasie) und pervasive Störungen (z.B. geistige Behinderung) aus. Die Kinder weisen eine durchschnittliche nonverbale Intelligenz auf (Franke 2004)

3 Ergebnisse

3.1 Ergebnisse der Auswertung des Elternfragebogens ELFRA-1

Der standardisierte Elternfragebogen ELFRA-1 setzt sich aus den vier Subtests „Sprachproduktion“ (SP), „Sprachverständnis“ (SV), „Gesten“ (G) und „Feinmotorik“ (FM) zusammen (Kapitel 2.3.2) und wurde im Rahmen dieser Arbeit von 36 Probanden mit Lagerungsplagiozephalus und 35 Probanden der Kontrollgruppe ausgewertet. Weil das Alter in Tagen nicht von allen Eltern der Probanden eingetragen wurde, ist in diesem Fall ein Alter von 365 Tagen (Mindestalter zur Anwendung des Tests) angenommen.

Die Tabelle 11 zeigt die Ergebnisse der vier Subtests beider Gruppen. Die Rohwerte, die den kritischen Wert (Tabelle 8) unterschreiten, sind grau hinterlegt.

Im Subtest „Sprachproduktion“ unterschreiten 25 % der PMH-Probanden und 32 % der KG-Probanden den kritischen Wert von 7. Im Subtest „Sprachverständnis“ zeigen 17 % der PMH-Probanden kritische Werte < 17. Unter den KG-Probanden sind es 20 %. Im Bereich „Gesten“ unterscheiden sich die Gruppen kaum; 25 % der PMH-Probanden und 26 % der KG-Probanden bleiben unterhalb des kritischen Wertes 11. Auch im vierten Subtest „Feinmotorik“ unterscheidet sich der prozentuale Anteil der Probanden, die Leistungen unterhalb der kritischen Grenze von 7 aufweisen, kaum. Er liegt bei 22 % bei der PMH-Gruppe und bei 20 % bei der Kontrollgruppe.

Tabelle 11: Übersicht über die Rohwerte der vier Subtests des ELFRA-1 für alle Probanden (kritische Werte markiert)

Code	Geschlecht	SP	SV	G	FM
PMH-AA	m	17	34	11	7
PMH-AC	m	9	13	16	9
PMH-AD	m	9	6	12	11
PMH-AE	m	6	52	12	8
PMH-AF	w	3	15	6	6
PMH-AH	m	33	87	17	10
PMH-AM	m	11	31	14	11

Ergebnisse

Code	Geschlecht	SP	SV	G	FM
PMH-AV	w	8	46	12	9
PMH-AY	w	5	28	12	5
PMH-AZ	m	8	29	10	8
PMH-BA	m	17	27	19	9
PMH-BB	m	12	81	22	9
PMH-BE	m	25	39	17	7
PMH-BG	w	12	28	16	7
PMH-BI	w	15	63	19	10
PMH-BJ	w	13	73	12	6
PMH-BL	w	9	69	12	9
PMH-BM	m	4	43	19	8
PMH-BN	w	9	68	18	7
PMH-BO	m	13	102	9	10
PMH-BP	m	14	43	19	10
PMH-BQ	m	5	10	10	6
PMH-BR	m	0	9	5	5
PMH-BT	w	31	83	15	7
PMH-BU	m	56	63	8	8
PMH-BV	m	8	31	17	7
PMH-BX	m	4	36	8	5
PMH-BZ	w	12	21	14	10
PMH-CA	m	8	92	10	7
PMH-CB	m	4	20	15	6
PMH-CC	m	8	15	16	9
PMH-CE	m	9	74	9	8
PMH-CF	w	9	80	11	6
PMH-CG	w	6	98	15	8
PMH-CH	m	9	48	15	6
PMH-CL	w	13	79	17	8

Ergebnisse

Code	Geschlecht	SP	SV	G	FM
KG-AA	w	16	37	22	11
KG-AB	w	3	15	6	6
KG-AC	w	7	14	8	8
KG-AD	w	18	14	17	8
KG-AE	m	4	20	10	4
KG-AF	w	16	53	18	12
KG-AG	w	20	75	18	7
KG-AH	w	9	72	23	9
KG-AK	w	27	69	15	7
KG-AL	m	12	15	11	9
KG-AM	w	10	23	7	7
KG-AN	m	6	70	11	5
KG-AO	m	25	49	16	8
KG-AP	w	6	43	8	6
KG-AQ	w	22	169	28	13
KG-AS	w	7	60	12	7
KG-AT	m	35	41	15	12
KG-AV	m	6	63	17	10
KG-AW	m	14	40	13	9
KG-BA	w	10	22	8	8
KG-BB	m	16	42	17	7
KG-BD	w	10	61	21	9
KG-BE	m	10	54	5	6
KG-BF	m	5	9	13	7
KG-BG	w	11	106	20	9
KG-BH	w	22	57	10	7
KG-BI	m	12	169	19	13
KG-BK	w	9	84	22	8
KG-BL	m	7	40	14	9
KG-BM	w	5	9	15	5

Ergebnisse

Code	Geschlecht	SP	SV	G	FM
KG-BN	m	5	8	15	6
KG-BO	w	11	56	10	9
KG-BR	w	13	30	16	11
KG-BS	w	8	36	19	7
KG-BT	w	14	73	21	10

3.1.1 Subtest 1: Sprachproduktion

Im folgenden Boxplotdiagramm werden die sprachproduktiven Leistungen der Probanden im Gruppenvergleich dargestellt. Hier wird der produktive Wortschatz („versteht und spricht“) sowie die Produktion von Lauten und Sprache einbezogen. Tabelle 12 und Tabelle 13 geben die korrespondierende deskriptive Statistik an.

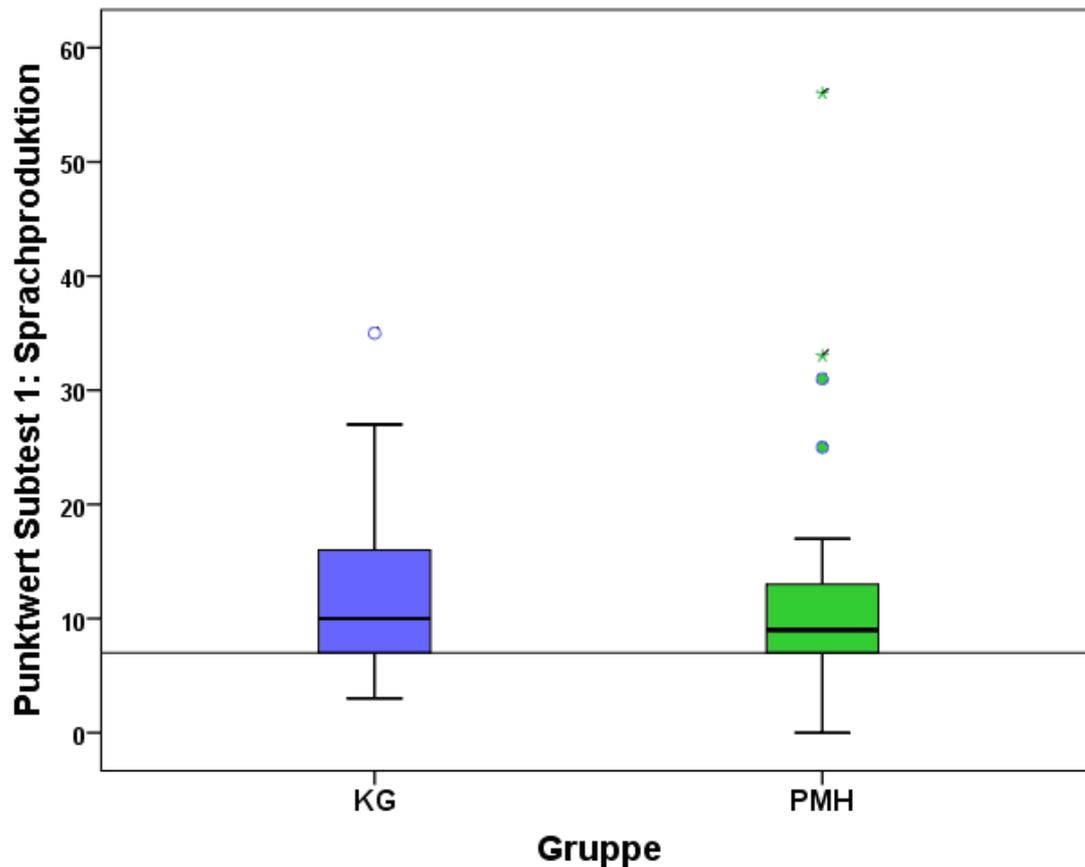


Abbildung 11: Gruppenvergleich des Subtests „Sprachproduktion“ im Alter von 12 Monaten, PMH: N=36, KG: N=35
horizontale Linie: kritischer Wert

Bei den Kindern mit besonders guten Leistungen handelt es sich um die Probanden PMH-AH, PMH-BE, PMH-BT, PMH-BU und KG-AT.

In der Normalverteilungsanalyse nach Shapiro-Wilk zeigt sich bezüglich der Variable „Sprachproduktion“, dass beide Gruppen nicht normalverteilt sind (KG: $p = 0,004$, PMH: $p < 0,0001$). Der Mann-Whitney-U-Test liefert mit einem p-Wert von 0,443 keine signifikanten Unterschiede im Gruppenvergleich.

Tabelle 12: Deskriptive Analyse der Leistungen im Subtest „Sprachproduktion“ der Probanden der PMH-Gruppe im Alter von 12 Monaten

		Statistik	Standardfehler	
Sprachproduktion PMH	Mittelwert	12,1	1,7	
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	8,6	
		Obergrenze	15,5	
	5 % getrimmtes Mittel	10,8		
	Median	9,0		
	Standardabweichung	10,3		
	Minimum	0		
	Maximum	56		
	Spannweite	56		
	Interquartilbereich	7		
	Schiefe	2,7	,4	
	Kurtosis	9,2	,8	

Tabelle 13: Deskriptive Analyse der Leistungen im Subtest „Sprachproduktion“ der Probanden der Kontrollgruppe im Alter von 12 Monaten

		Statistik	Standardfehler	
Sprachproduktion KG	Mittelwert	12,3	1,2	
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	9,8	
		Obergrenze	14,8	
	5 % getrimmtes Mittel	11,7		
	Median	10,0		
	Standardabweichung	7,3		
	Minimum	3		
	Maximum	35		
	Spannweite	32		
	Interquartilbereich	9		
	Schiefe	1,3	,4	
	Kurtosis	1,6	,8	

Um das Ergebnis zu unterlegen, zeigt das Scatterplot-Diagramm in Abbildung 12, dass keine Abhängigkeit zwischen den sprachproduktiven Leistungen im Alter von zwölf Monaten und der Ausprägung der Kopfasymmetrie – charakteri-

siert durch den PCAI - zum Zeitpunkt T1 besteht. An der horizontalen Markierungslinie in Abbildung 12 ist zu sehen, dass die Mehrzahl beider Probandengruppen keine kritisch anzusehenden sprachproduktiven Leistungen im Alter von zwölf Monaten erbringen, sondern sich normal entwickelt.

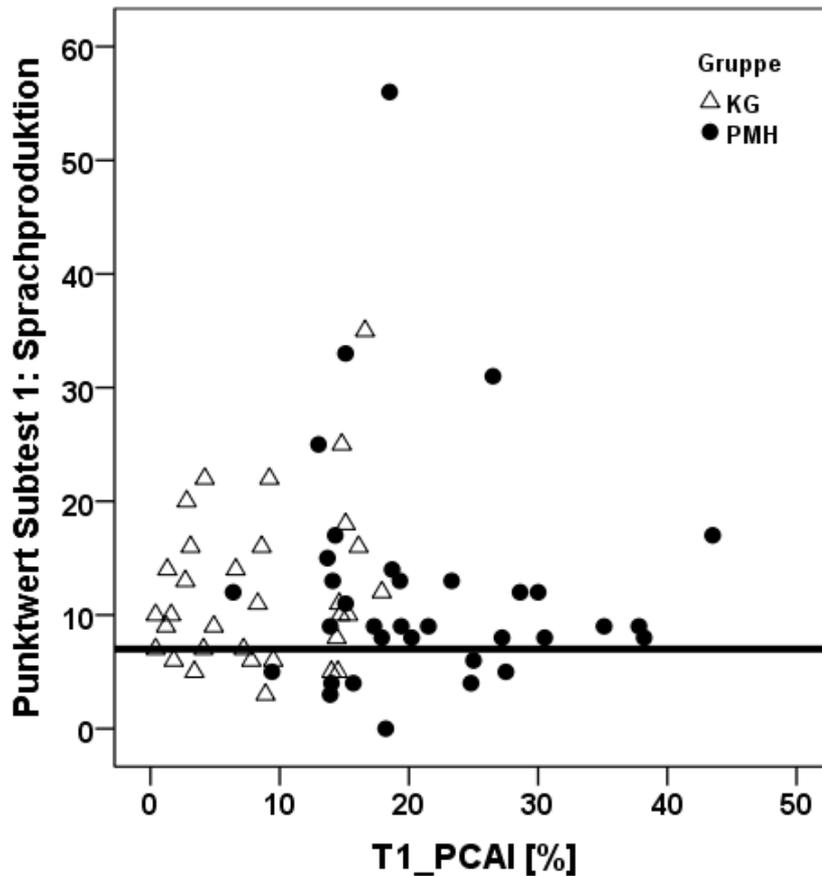


Abbildung 12: Beziehung zwischen PCAI zum Zeitpunkt T1 und der Sprachproduktion im Gruppenvergleich, PMH: N=36, KG: N=35
horizontale Linie: kritischer Wert

3.1.2 Subtest 2: Sprachverständnis

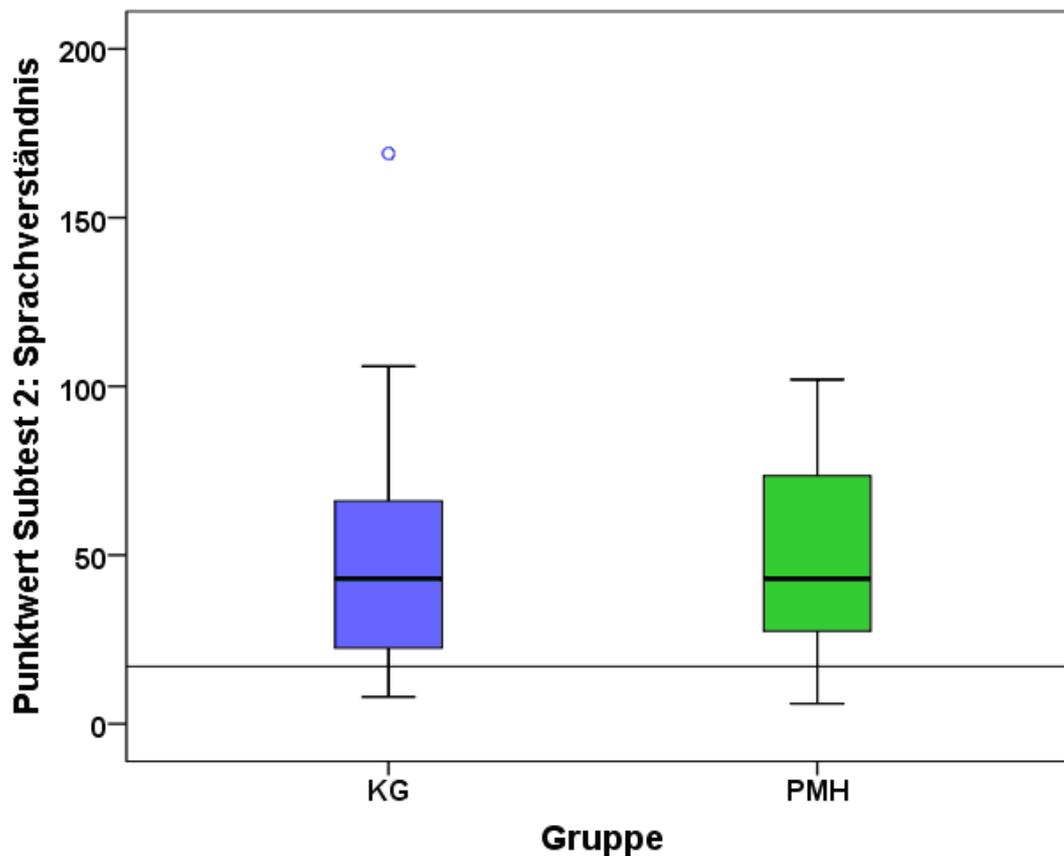


Abbildung 13: Gruppenvergleich des Subtests „Sprachverständnis“ im Alter von 12 Monaten, PMH: N=36, KG: N=35
horizontale Linie: kritischer Wert

Abbildung 13 vergleicht die Ergebnisse des Subtests „Sprachverständnis“ der beiden Gruppen. Hierbei wird der rezeptive Wortschatz („versteht“ und „versteht und spricht“) sowie die Reaktion auf Sprache berücksichtigt. Bei den beiden „Ausreißern“ der Kontrollgruppe handelt es sich um die Probanden KG-AQ und KG-BI. Die korrespondierende deskriptive Analyse ist in den beiden nachfolgenden Tabellen aufgezeigt.

Tabelle 14: Deskriptive Analyse der Leistungen im Subtest „Sprachverständnis“ der Probanden der PMH-Gruppe im Alter von 12 Monaten

		Statistik	Standardfehler	
Sprachverständnis PMH	Mittelwert	48,2	4,7	
	95% Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	38,6	
		Obergrenze	57,8	
	5 % getrimmtes Mittel	47,6		
	Median	43,0		
	Standardabweichung	28,3		
	Minimum	6		
	Maximum	102		
	Spannweite	96		
	Interquartilbereich	47		
	Schiefe	,3	,4	
	Kurtosis	-1,2	,8	

Tabelle 15: Deskriptive Analyse der Leistungen im Subtest „Sprachverständnis“ der Probanden der Kontrollgruppe im Alter von 12 Monaten

		Statistik	Standardfehler	
Sprachverständnis KG	Mittelwert	51,4	6,4	
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	38,3	
		Obergrenze	64,4	
	5 % getrimmtes Mittel	47,2		
	Median	43,0		
	Standardabweichung	38,1		
	Minimum	8		
	Maximum	169		
	Spannweite	161		
	Interquartilbereich	47		
	Schiefe	1,7	,4	
	Kurtosis	3,7	,8	

Bezüglich der Variable „Sprachverständnis“ sind die Werte der Kontrollgruppe nach Shapiro-Wilk nicht normalverteilt ($p < 0,0001$), während die der PMH-Gruppe hinreichend normalverteilt sind ($p = 0,06$). Der Mann-Whitney-U-Test

ergibt mit einem p-Wert von 0,927, dass auch in diesem Subtest des ELFRA-1 kein signifikanter Unterschied im Gruppenvergleich zu verzeichnen ist.

Das nachfolgende Scatterplot-Diagramm bestätigt dieses Ergebnis. Hier ist zu sehen, dass die Mehrzahl der Probanden – unabhängig vom Schweregrad der Kopfasymmetrie - oberhalb der horizontalen Markierungslinie, die den kritischen Wert dieses Subtests anzeigt, liegt und sich kein Zusammenhang zwischen den sprachrezeptiven Leistungen im Alter von zwölf Monaten und der Ausprägung der Kopfasymmetrie abzeichnet.

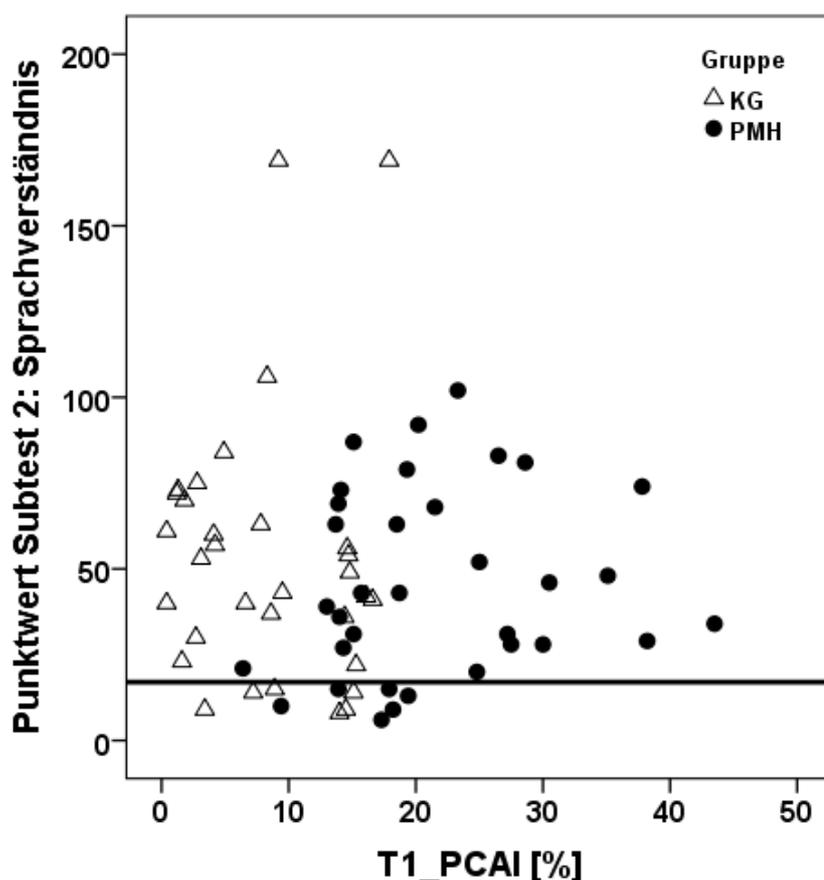


Abbildung 14: Beziehung zwischen PCAI zum Zeitpunkt T1 und dem Sprachverständnis im Gruppenvergleich, PMH: N=36, KG: N=35
horizontale Linie: kritischer Wert

3.1.3 Subtest 3: Gesten

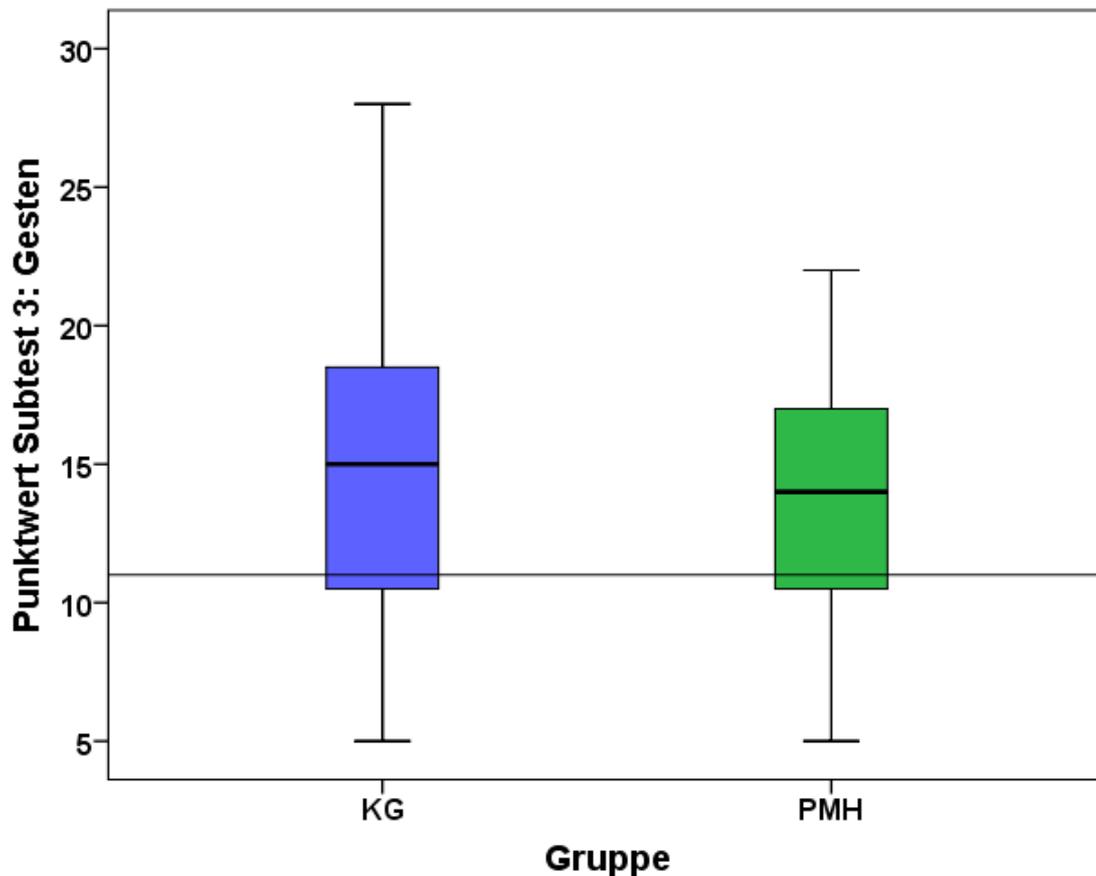


Abbildung 15: Gruppenvergleich der Ergebnisse des Subtests „Gesten“ im Alter von 12 Monaten, PMH: N=36, KG: N=35

horizontale Linie: kritischer Wert

Die Abbildung zeigt die Ergebnisse der dritten Subskala des ELFRA-1. Auch im Bereich „Gesten“ ist kein signifikanter Unterschied im Gruppenvergleich ersichtlich (T-Test¹⁰: $p = 0,268$). Die beiden nachfolgenden Tabellen beinhalten die dazugehörige deskriptive Statistik.

¹⁰ Der Test auf Normalverteilung nach Shapiro-Wilk weist auf eine Normalverteilung der Werte beider Gruppen hin (KG: $p = 0,811$, PMH: $p = 0,623$)

Tabelle 16: Deskriptive Analyse der Leistungen im Subtest „Gesten“ der Probanden der PMH-Gruppe im Alter von 12 Monaten

		Statistik	Standardfehler	
Gesten PMH	Mittelwert	13,6	,7	
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	12,2	
		Obergrenze	15,0	
	5 % getrimmtes Mittel	13,6		
	Median	14,0		
	Standardabweichung	4,1		
	Minimum	5		
	Maximum	22		
	Spannweite	17		
	Interquartilbereich	7		
	Schiefte	-,1	,4	
Kurtosis	-,6	,8		

Tabelle 17: Deskriptive Analyse der Leistungen im Subtest „Gesten“ der Probanden der Kontrollgruppe im Alter von 12 Monaten

		Statistik	Standardfehler	
Gesten KG	Mittelwert	14,9	,9	
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	13,0	
		Obergrenze	16,7	
	5 % getrimmtes Mittel	14,8		
	Median	15,0		
	Standardabweichung	5,4		
	Minimum	5		
	Maximum	28		
	Spannweite	23		
	Interquartilbereich	9		
	Schiefte	,2	,4	
Kurtosis	-,4	,8		

Wie für die beiden Subtests „Sprachproduktion“ und „Sprachverständnis“ wird das Ergebnis durch ein Scatterplot-Diagramm (Abbildung 16) verdeutlicht.

Die Werte ordnen sich in einer diffusen Punktwolke an. Es ist kein Zusammenhang zwischen der Ausprägung der Kopfasymmetrie und dem Punktwert der Gesten zu erkennen.

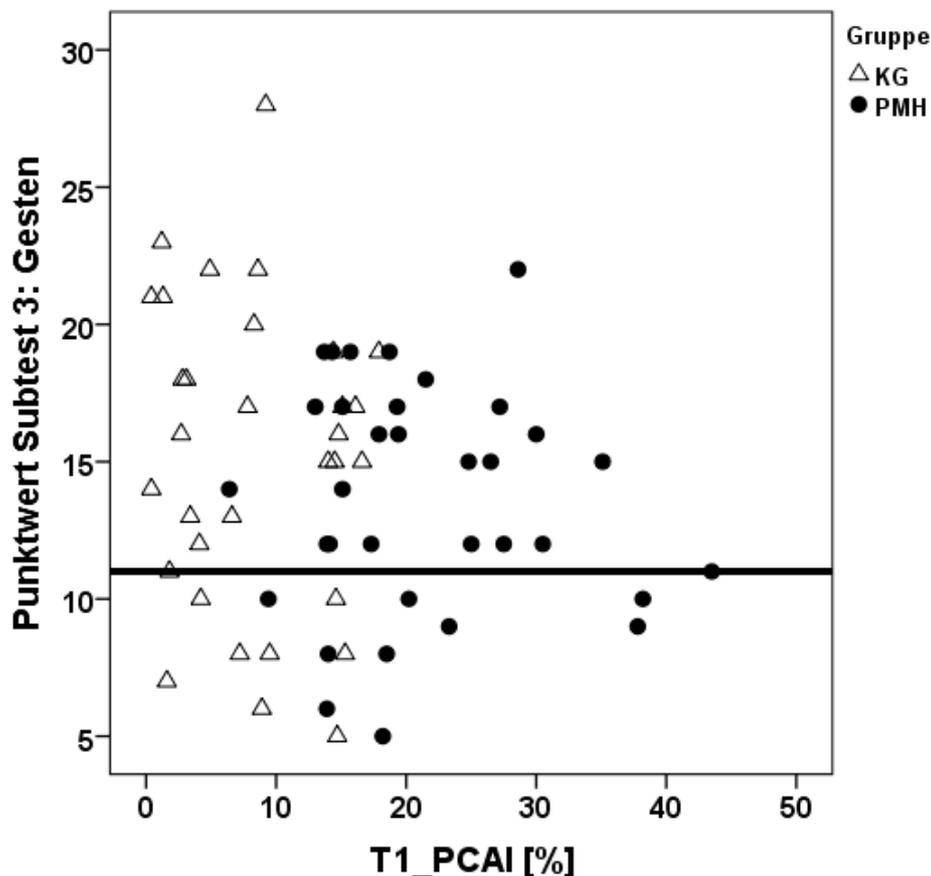


Abbildung 16: Beziehung zwischen PCAI zum Zeitpunkt T1 und den Gesten im Gruppenvergleich, PMH: N=36, KG: N=35
horizontale Linie: kritischer Wert

3.1.4 Subtest 4: Feinmotorik

Der in Abbildung 17 gezeigte Boxplot zeigt den Gruppenvergleich des vierten Subtests „Feinmotorik“. Der Test auf Normalverteilung nach Shapiro-Wilk zeigt, dass die Werte der Kontrollgruppe mit einem p-Wert von 0,167 normalverteilt sind, während die der PMH-Gruppe mit einem p-Wert von 0,007 nicht normalverteilt sind.

Ergebnisse

Die Probanden mit einem Lagerungsplagiozephalus schneiden auch in Bezug auf ihre feinmotorischen Leistungen nicht schlechter ab als die Probanden der Kontrollgruppe. Der p-Wert des Mann-Whitney-U-Tests liegt bei 0,533, zeigt also keine Signifikanz bezüglich der feinmotorischen Leistungen im Gruppenvergleich an.

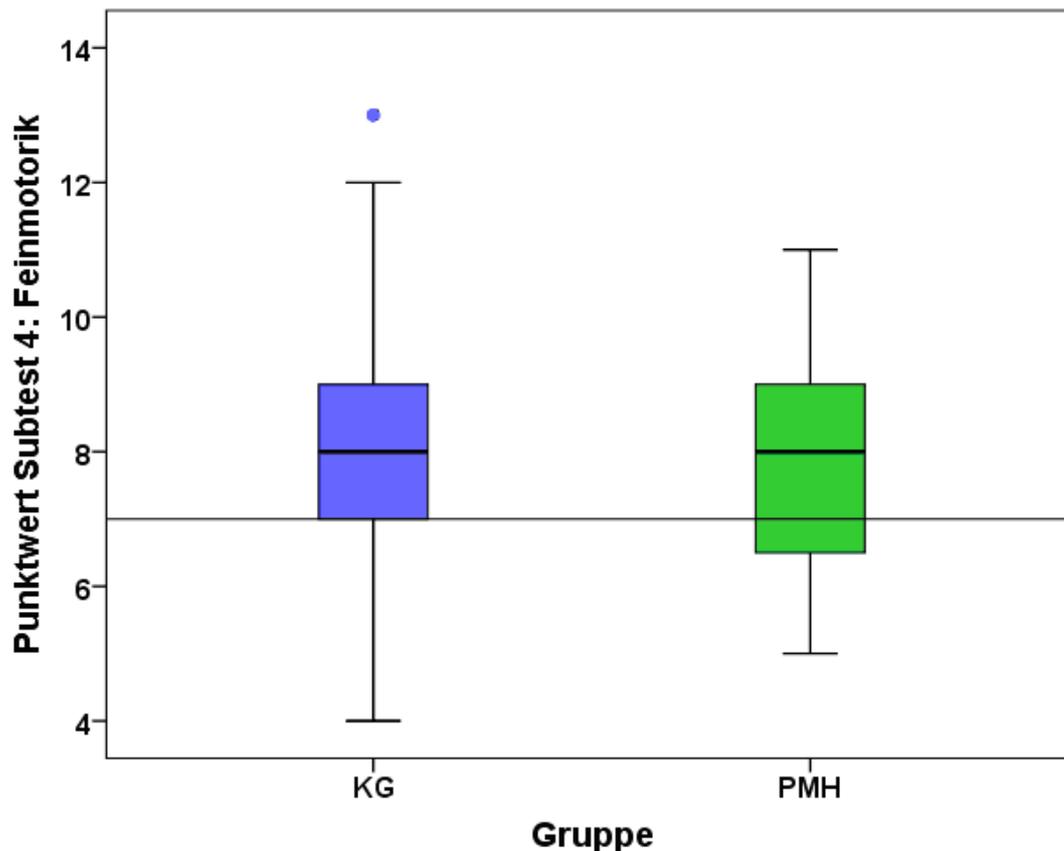


Abbildung 17: Gruppenvergleich der Ergebnisse des Subtests „Feinmotorik“ im Alter von 12 Monaten, PMH: N=36, KG: N=35
horizontale Linie: kritischer Wert

Bei den „Ausreißern“ der Kontrollgruppe handelt es sich um die Probanden KG-AQ und KG-BI.

In den beiden Tabellen werden die deskriptiven Analyseparameter dieses Subtests berichtet.

Tabelle 18: Deskriptive Analyse der Leistungen im Subtest „Feinmotorik“ der Probanden der PMH-Gruppe im Alter von 12 Monaten

		Statistik	Standardfehler	
Feinmotorik PMH	Mittelwert	7,8	,3	
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	7,3	
		Obergrenze	8,4	
	5 % getrimmtes Mittel		7,8	
	Median		8,0	
	Standardabweichung		1,7	
	Minimum		5	
	Maximum		11	
	Spannweite		6	
	Interquartilbereich		3	
	Schiefe		,1	,4
	Kurtosis		-,9	,8

Tabelle 19: Deskriptive Analyse der Leistungen im Subtest „Feinmotorik“ der Probanden der Kontrollgruppe im Alter von 12 Monaten

		Statistik	Standardfehler	
Feinmotorik KG	Mittelwert	8,3	,4	
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	7,5	
		Obergrenze	9,0	
	5 % getrimmtes Mittel		8,2	
	Median		8,0	
	Standardabweichung		2,2	
	Minimum		4	
	Maximum		13	
	Spannweite		9	
	Interquartilbereich		2	
	Schiefe		,5	,4
	Kurtosis		-,2	,8

Abbildung 16 zeigt zur Unterlegung des Ergebnisses ein Scatterplot-Diagramm. Es scheint so, dass die feinmotorischen Leistungen mit zunehmender Kopf-asymmetrie schlechter werden. Der Korrelationskoeffizient nach Spearman liegt

jedoch bei $r = -0,125$, der p-Wert beträgt 0,317. Es ist demnach keine signifikante Korrelation beider Variablen zu verzeichnen.

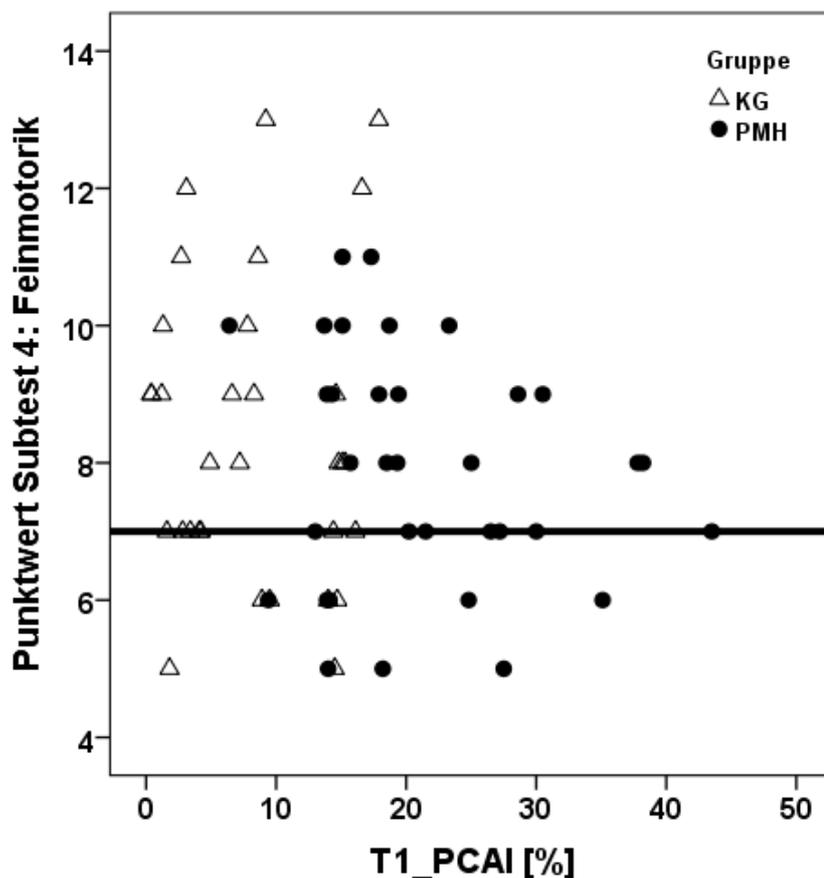


Abbildung 18: Beziehung zwischen PCAI zum Zeitpunkt T1 und der Feinmotorik im Gruppenvergleich, PMH: N=36, KG: N=35

horizontale Linie: kritischer Wert

3.2 Ergebnisse der Auswertung der Bayley-Scales of Infant Development (BSID II)

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden die im Projekt erhobenen Ergebnisse der BSID sowohl im Alter von sechs Monaten als auch im Alter von zwölf Monaten ausgewertet. Es wurde sowohl die motorische als auch die kognitive Skala einbezogen und in Form des PDI (Psychomotor Development Index) und MDI (Mental Development Index) verglichen. Zusätzlich wurde eine sprachspezifische Auswertung der Bayley-Tests vorgenommen.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der BSID können in vier Gruppen eingeteilt und interpretiert werden. Unterdurchschnittliche Leistungen werden im Folgenden grau markiert.

Tabelle 20: Einteilung der Rohwerte der BSID

≥ 115	überdurchschnittlich
85 - 114	normal
70 - 84	leicht unterdurchschnittlich
≤ 69	deutlich unterdurchschnittlich

3.2.1 Ergebnisse der motorischen Skala der BSID

Der PDI im Alter von sechs Monaten lag von 15 Probanden der PMH-Gruppe vor. In der Kontrollgruppe wurde dieser Index von 32 Probanden berechnet. Im Alter von zwölf Monaten konnte der Index von 13 Probanden der PMH-Gruppe und 31 Probanden der Kontrollgruppe errechnet werden.

Tabelle 21: Übersicht über den PDI der PMH-Gruppe und der Kontrollgruppe im Alter von 6 (±1) und 12 (±1) Monaten (unterdurchschnittliche Werte markiert)

Code	Geschlecht	PDI 6 (±1) Monate	PDI 12 (±1) Monate
PMH-BE	m	94	95
PMH-BG	w	91	103
PMH-BI	w	78	73
PMH-BJ	w	81	83
PMH-BL	w	79	83
PMH-BP	m	81	90
PMH-BV	m	75	81
PMH-BX	m	75	94
PMH-BZ	w	81	63
PMH-CB	m	81	95
PMH-CE	m	85	94
PMH-CF	w	85	
PMH-CG	w	82	

Ergebnisse

Code	Geschlecht	PDI 6 (± 1) Monate	PDI 12 (± 1) Monate
PMH-CH	m	91	102
PMH-CL	w	94	105
KG-AA	w	82	90
KG-AB	w	63	69
KG-AC	w	82	54
KG-AE	m	81	61
KG-AF	w	94	106
KG-AG	w	81	89
KG-AH	w	97	85
KG-AM	w	91	95
KG-AN	m	75	
KG-AO	m	82	95
KG-AP	w	91	77
KG-AQ	w	102	87
KG-AS	w	85	87
KG-AT	m	94	97
KG-AV	m	84	91
KG-AW	m	91	85
KG-BA	w	75	91
KG-BB	m	94	105
KG-BD	w	98	109
KG-BE	m	100	85
KG-BF	m	91	87
KG-BG	w	91	95
KG-BH	w	88	91
KG-BI	m	91	89
KG-BK	w	91	91
KG-BL	m	91	87
KG-BM	w	85	85
KG-BN	m	67	81

Ergebnisse

Code	Geschlecht	PDI 6 (± 1) Monate	PDI 12 (± 1) Monate
KG-BO	w	91	87
KG-BR	w	94	113
KG-BS	w	88	113
KG-BT	w	88	77

In der Gruppe PMH erlangten im Alter von sechs Monaten 60 % (N=9) der Probanden nur unterdurchschnittliche Werte. In der Kontrollgruppe waren es 28 % (N=9). Dieses Verhältnis zeigt sich auch im Boxplot-Diagramm (Abbildung 19).

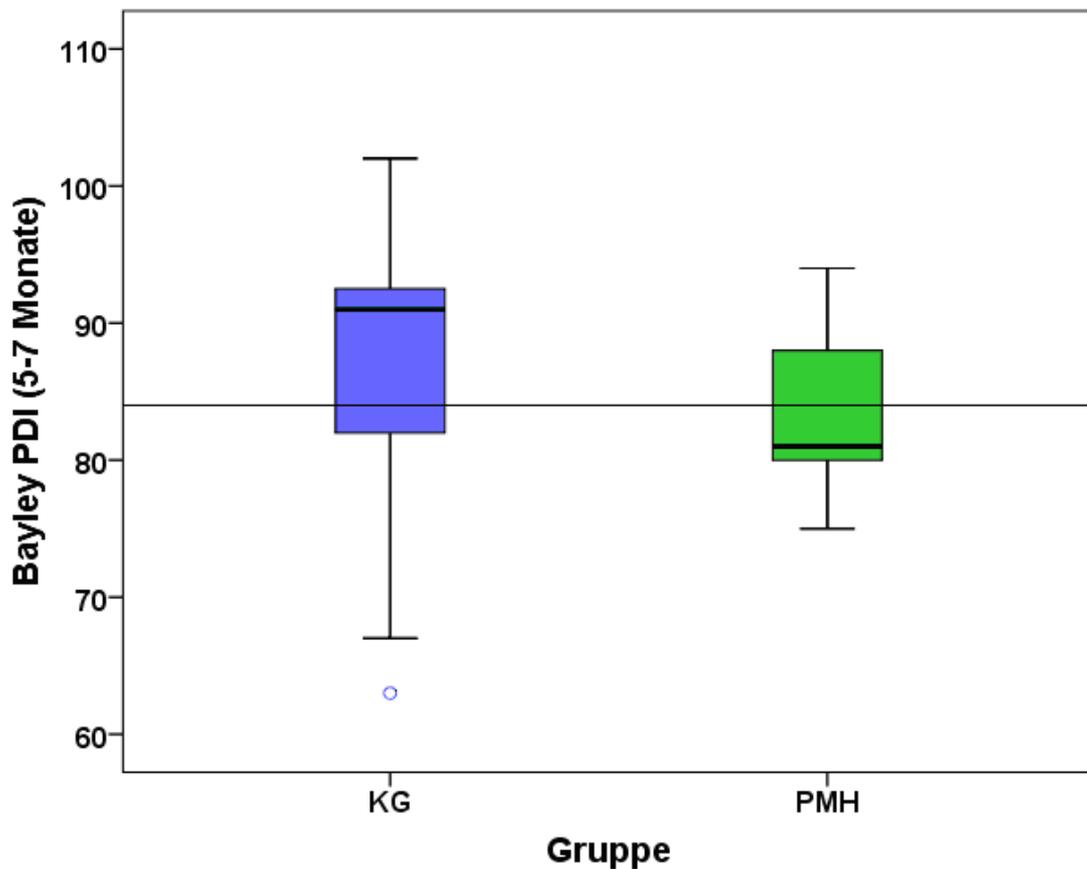


Abbildung 19: Gruppenvergleich des PDI im Alter von 6 (± 1) Monaten, PMH: N=15, KG: N=32
horizontale Linie: unterdurchschnittliche Leistungen

Ergebnisse

Die Boxplot-Grafik verdeutlicht, dass die Probanden mit Lagerungsplagiozephalus gegenüber den Probanden der Kontrollgruppe etwas schlechtere motorische Leistungen im Alter von sechs Monaten zeigten. Die Orientierungslinie bei 84 markiert den Beginn leicht unterdurchschnittlicher Leistungen. Stark unterdurchschnittliche Leistungen (Werte ≤ 69) kommen nur in der Kontrollgruppe vor. Bei dem „Ausreißer“ dieser Gruppe handelt es sich um den Probanden KG-AB.

Die beiden nachfolgenden Tabellen liefern die korrespondierende deskriptive Statistik.

Tabelle 22: Deskriptive Analyse des PDI der Probanden der Kontrollgruppe im Alter von 6 (± 1) Monaten

		Statistik	Standardfehler	
PDI (6 Mo.) KG	Mittelwert	87,4	1,6	
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	84,3	
		Obergrenze	90,6	
	5 % getrimmtes Mittel	87,9		
	Median	91,0		
	Standardabweichung	8,8		
	Minimum	63		
	Maximum	102		
	Spannweite	39		
	Interquartilbereich	11		
	Schiefe	1,0	,4	
	Kurtosis	1,2	,8	

Tabelle 23: Deskriptive Analyse des PDI der Probanden der PMH-Gruppe im Alter von 6 (± 1) Monaten

		Statistik	Standardfehler	
PDI (6 Mo.) PMH	Mittelwert	83,5	1,6	
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	80,0	
		Obergrenze	87,0	
	5 % getrimmtes Mittel	83,4		
	Median	81,0		
	Standardabweichung	6,3		
	Minimum	75		
	Maximum	94		
	Spannweite	19		
	Interquartilbereich	12		
	Schiefe	,5	,6	
	Kurtosis	-,9	1,1	

Der Test auf Normalverteilung nach Shapiro-Wilk ergibt, dass die Werte der Kontrollgruppe bezüglich des PDI im Alter von sechs Monaten nicht normalverteilt sind ($p = 0,013$), während die der PMH-Gruppe mit einem p -Wert von $0,162$ diesbezüglich normalverteilt sind. Rein formal statistisch unterscheiden sich die Gruppen bezüglich ihrer motorischen Leistungen im Alter von sechs Monaten gerade signifikant (Mann-Whitney-U-Test: $p = 0,049$). Bei der Betrachtung des Scatterplots (Abbildung 20) erscheint dieser Unterschied aber inhaltlich fraglich. Deutlich unterdurchschnittliche motorische Leistungen erbringen zwei Probanden der Kontrollgruppe (KG-AB und -AN). Werden sie nicht berücksichtigt, bleiben die Probanden beider Gruppen im normalen bis leicht unterdurchschnittlichen Leistungsbereich, unabhängig vom PCAI.

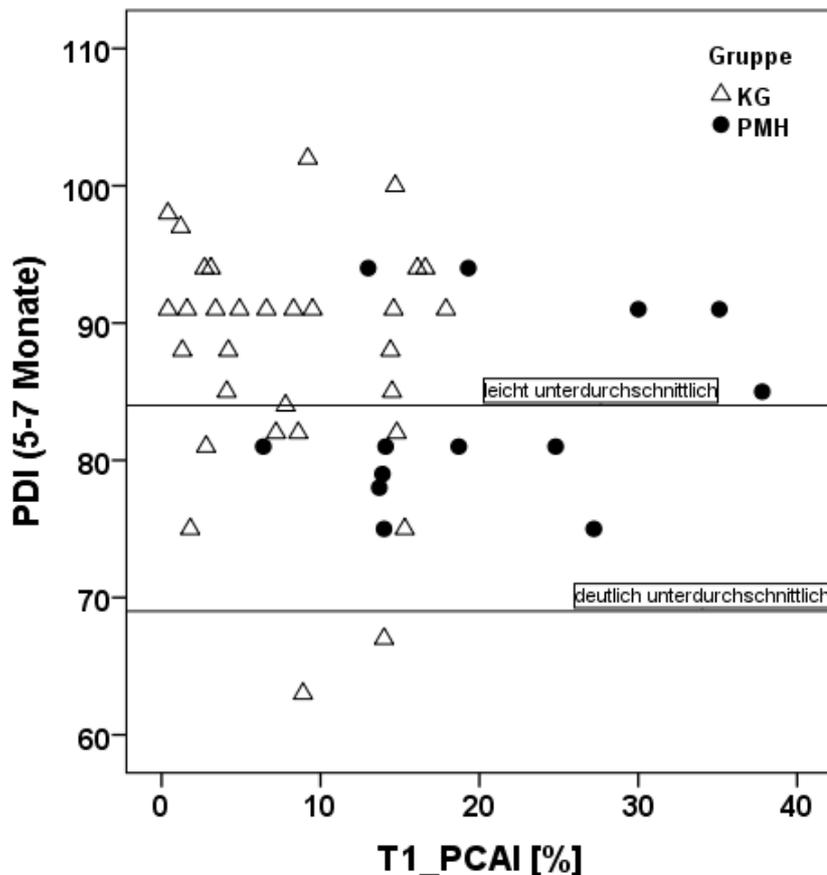


Abbildung 20: Beziehung zwischen PCAI zum Zeitpunkt T1 und PDI im Alter von 6 (± 1) Monaten im Gruppenvergleich, PMH: N=15, KG: N=32

Im Alter von zwölf Monaten erbringen 38 % (N=5) der Probanden mit lagerungsbedingtem Plagiozephalus und nur 19 % (N=6) der Probanden der Kontrollgruppe unterdurchschnittliche motorische Leistungen. Insgesamt zeigt sich jedoch, dass viele Probanden, insbesondere die mit Lagerungsplagiozephalus, in der Zeit zwischen dem sechsten und zwölften Lebensmonat in ihren motorischen Fähigkeiten aufgeholt haben. Der Medianwert der PMH-Gruppe liegt nun sogar höher als der der Kontrollgruppe (Abbildung 21). Bei den „Ausreißern“ handelt es sich um KG-BR (25), KG-BS (35), KG-AB (2), KG-AE (3), KG-AC (27) und PMH-BZ (63).

Ergebnisse

Der T-Test¹¹ zeigt aber keinen signifikanten Unterschied zwischen den Probanden beider Gruppen bezüglich ihrer motorischen Fähigkeiten im Alter von zwölf Monaten ($p = 0,913$). Das Scatterplot-Diagramm in Abbildung 22 unterstreicht dieses Ergebnis.

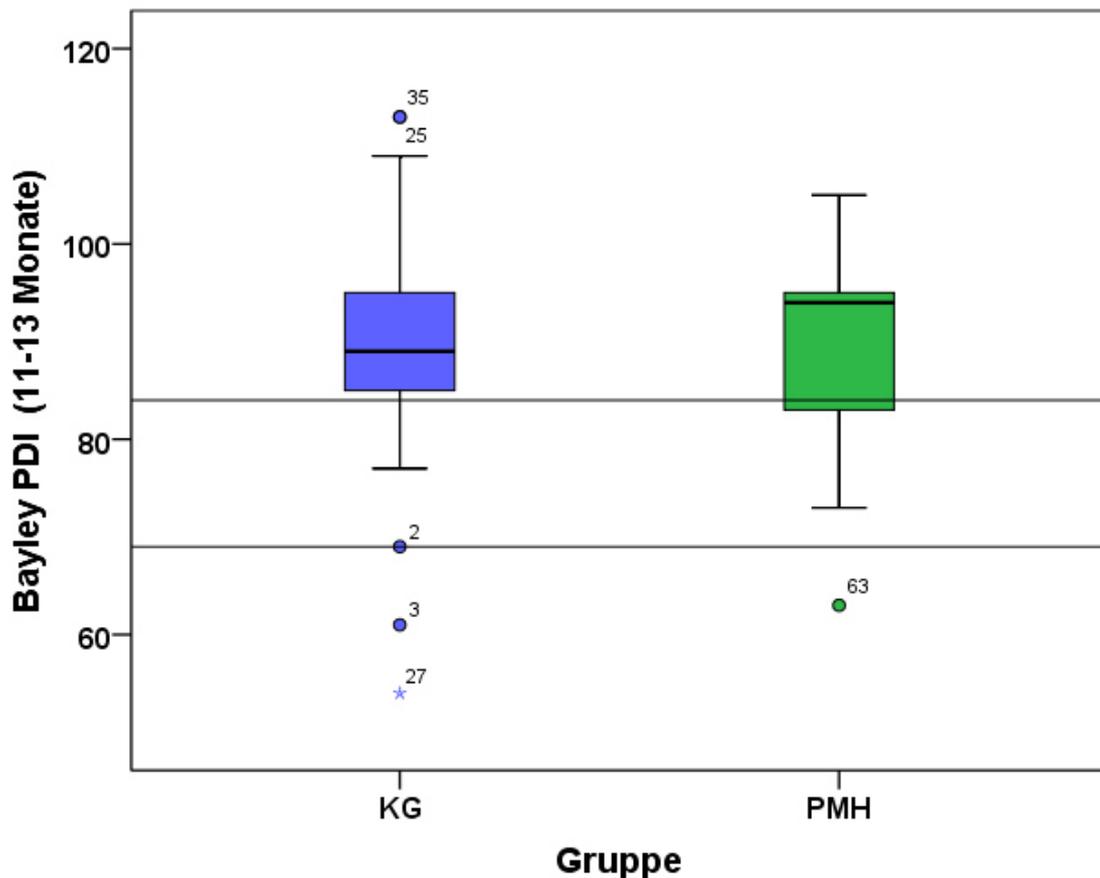


Abbildung 21: Gruppenvergleich des PDI im Alter von 12 (± 1) Monaten, PMH: N=13, KG: N=31
horizontale Linien: leicht und deutlich unterdurchschnittliche Leistungen

¹¹ Nach Shapiro-Wilk sind die Werte beider Gruppen normalverteilt: KG: $p=0,054$, PMH: $p=0,096$.

Ergebnisse

In den beiden Tabellen werden die deskriptiven Werte des Boxplots aufgelistet.

Tabelle 24: Deskriptive Analyse des PDI der Probanden der PMH-Gruppe im Alter von 12 (\pm 1) Monaten

		Statistik	Standardfehler	
PDI (12 Mo.) PMH	Mittelwert	89,3	3,4	
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	81,9	
		Obergrenze	96,7	
	5 % getrimmtes Mittel	89,9		
	Median	94,0		
	Standardabweichung	12,3		
	Minimum	63		
	Maximum	105		
	Spannweite	42		
	Interquartilbereich	17		
	Schiefe	-,8	,6	
	Kurtosis	,2	1,2	

Tabelle 25: Deskriptive Analyse des PDI der Probanden der Kontrollgruppe im Alter von 12 (\pm 1) Monaten

		Statistik	Standardfehler	
PDI (12 Mo.) KG	Mittelwert	88,8	2,4	
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	84,0	
		Obergrenze	93,6	
	5 % getrimmtes Mittel	89,3		
	Median	89,0		
	Standardabweichung	13,1		
	Minimum	54		
	Maximum	113		
	Spannweite	59		
	Interquartilbereich	10		
	Schiefe	-,5	,	
	Kurtosis	1,3	,8	

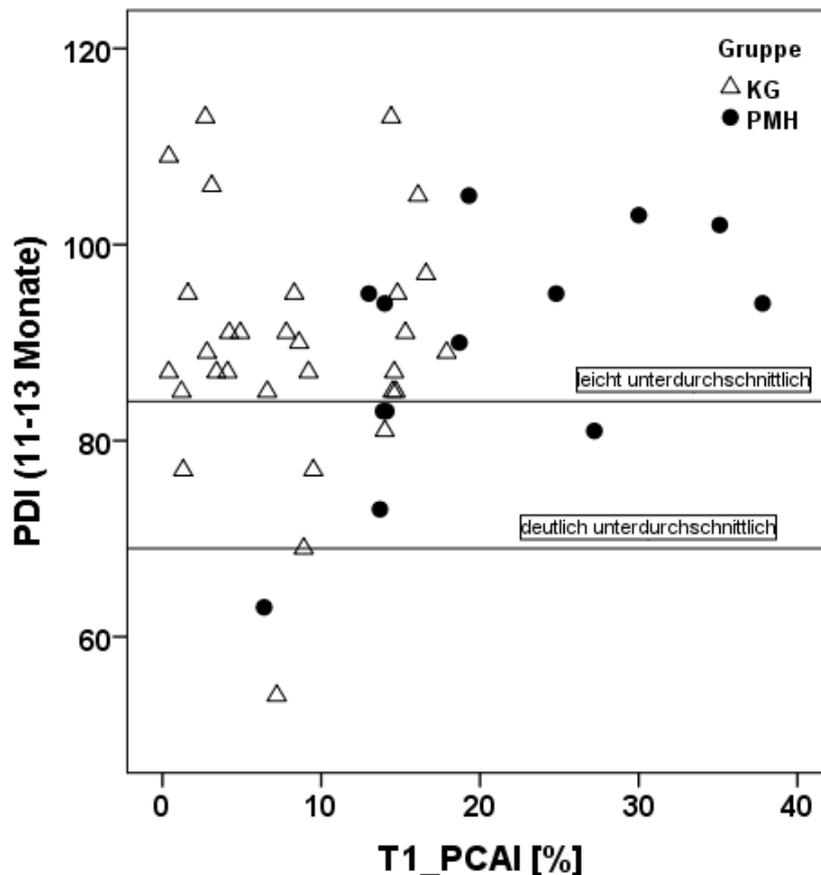


Abbildung 22: Beziehung zwischen PCAI zum Zeitpunkt T1 und PDI im Alter von 12 (± 1) Monaten im Gruppenvergleich, PMH: N=13, KG: N=31

Bei den „Ausreißern“ unterhalb des Grenzwerts 67 handelt es sich wieder um die Probanden KG-AC und PMH-BZ.

3.2.2 Ergebnisse der kognitiven Skala der BSID

Der kognitive Teil des Bayley-Tests lag von 14 Probanden der PMH-Gruppe und 32 Probanden der Kontrollgruppe im Alter von sechs Monaten vor. Im Alter von zwölf Monaten waren die Indizes MDI von elf Kindern mit Lagerungsplagiozephalus und 31 Kindern der Kontrollgruppe vorhanden. Die nachstehende Tabelle bietet einen Überblick.

Ergebnisse

Tabelle 26: Übersicht über den MDI der Probanden der PMH-Gruppe und der KG im Alter von 6 (± 1) Monaten und 12 (± 1) Monaten (unterdurchschnittliche Werte markiert)

Code	Geschlecht	MDI 6 (± 1) Monate	MDI 12 (± 1) Monate
PMH-BE	m	96	100
PMH-BG	w	102	107
PMH-BI	w	87	
PMH-BJ	w	96	109
PMH-BL	w	100	
PMH-BP	m		103
PMH-BV	m	96	93
PMH-BX	m	104	86
PMH-BZ	w	98	103
PMH-CB	m	100	98
PMH-CE	m	107	107
PMH-CF	w	98	
PMH-CG	w	96	
PMH-CH	m	98	86
PMH-CL	w	105	90
KG-AA	w	105	109
KG-AB	w	89	77
KG-AC	w	93	82
KG-AE	m	91	90
KG-AF	w	102	94
KG-AG	w	85	111
KG-AH	w	105	99
KG-AM	w	100	95
KG-AN	m	98	
KG-AO	m	90	102
KG-AP	w	98	93
KG-AQ	w	107	88
KG-AS	w	96	104
KG-AT	m	105	113
KG-AV	m	96	96
KG-AW	m	102	84
KG-BA	w	91	90
KG-BB	m	95	93
KG-BD	w	111	105
KG-BE	m	100	84
KG-BF	m	102	93
KG-BG	w	100	93
KG-BH	w	98	88

Ergebnisse

Code	Geschlecht	MDI 6 (± 1) Monate	MDI 12 (± 1) Monate
KG-BI	m	109	93
KG-BK	w	96	85
KG-BL	m	96	83
KG-BM	w	94	90
KG-BN	m	86	84
KG-BO	w	90	102
KG-BR	w	98	113
KG-BS	w	98	102
KG-BT	w	92	111

Kein Proband erreichte in diesem Test im Alter von sechs Monaten unterdurchschnittliche Werte.

Der Boxplot zeigt anschaulich den MDI im Alter von sechs Monaten im Gruppenvergleich.

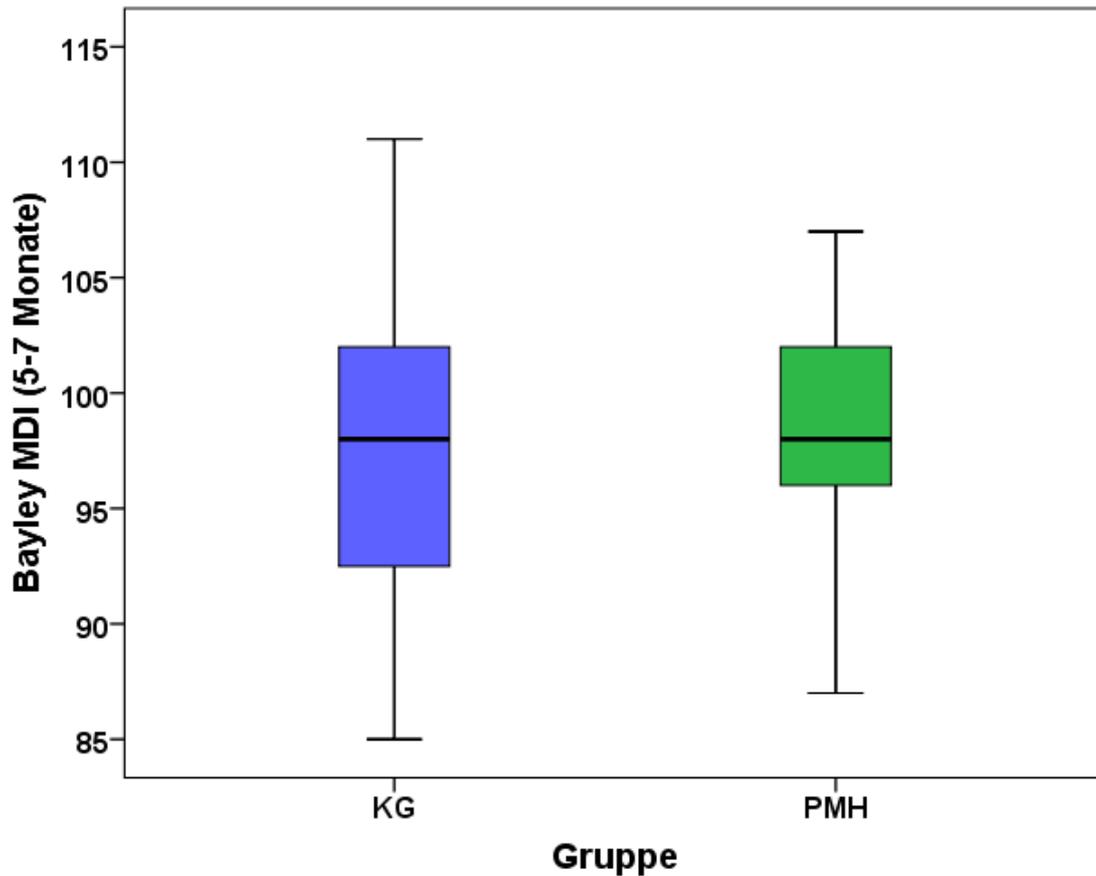


Abbildung 23: Gruppenvergleich des MDI im Alter von 6 (\pm 1) Monaten, PMH: N=14, KG: N=32

Im Boxplot-Diagramm ist zu sehen, dass sich die beiden Gruppen in ihren kognitiven Fähigkeiten im Alter von sechs Monaten nicht stark voneinander unterscheiden. Der Medianwert liegt in beiden Gruppen bei 98 (Tabelle 27 und Tabelle 28). Kein Proband erbringt unterdurchschnittliche Werte (< 84).

Ergebnisse

Tabelle 27: Deskriptive Analyse des PDI der Probanden der PMH-Gruppe im Alter von 6 (± 1) Monaten

		Statistik	Standardfehler	
MDI (6 Mo.) PMH	Mittelwert	98,8	1,3	
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	95,9	
		Obergrenze	101,6	
	5 % getrimmtes Mittel	99,0		
	Median	98,0		
	Standardabweichung	5,0		
	Minimum	87		
	Maximum	107		
	Spannweite	20		
	Interquartilbereich	7		
	Schiefe	-,6	,6	
	Kurtosis	1,6	1,2	

Tabelle 28: Deskriptive Analyse des PDI der Probanden der Kontrollgruppe im Alter von 6 (± 1) Monaten

		Statistik	Standardfehler	
MDI (6 Mo.) KG	Mittelwert	97,4	1,1	
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	95,1	
		Obergrenze	99,8	
	5 % getrimmtes Mittel	97,4		
	Median	98,0		
	Standardabweichung	6,5		
	Minimum	85		
	Maximum	111		
	Spannweite	26		
	Interquartilbereich	10		
	Schiefe	,1	,4	
	Kurtosis	-,4	,9	

Wird die Signifikanz mithilfe des T-Tests¹² ermittelt, bestätigt sich das Ergebnis. Es besteht kein signifikanter Unterschied bezüglich der kognitiven Fähigkeiten

¹² Bezüglich des MDI sind beide Gruppen normalverteilt: Shapiro-Wilk: KG: $p=0,915$, PMH: $p=0,183$.

der Säuglinge mit und ohne Lagerungsplagiozephalus im Alter von sechs Monaten ($p = 0,49$). Auch im Scatterplot in Abbildung 24 unterstreicht die diffuse Verteilung der MDI-Werte in beiden Gruppen den nicht vorhandenen Zusammenhang zwischen dem Schweregrad der Kopfasymmetrie (PCAI) und den kognitiven Fähigkeiten der Säuglinge (MDI).

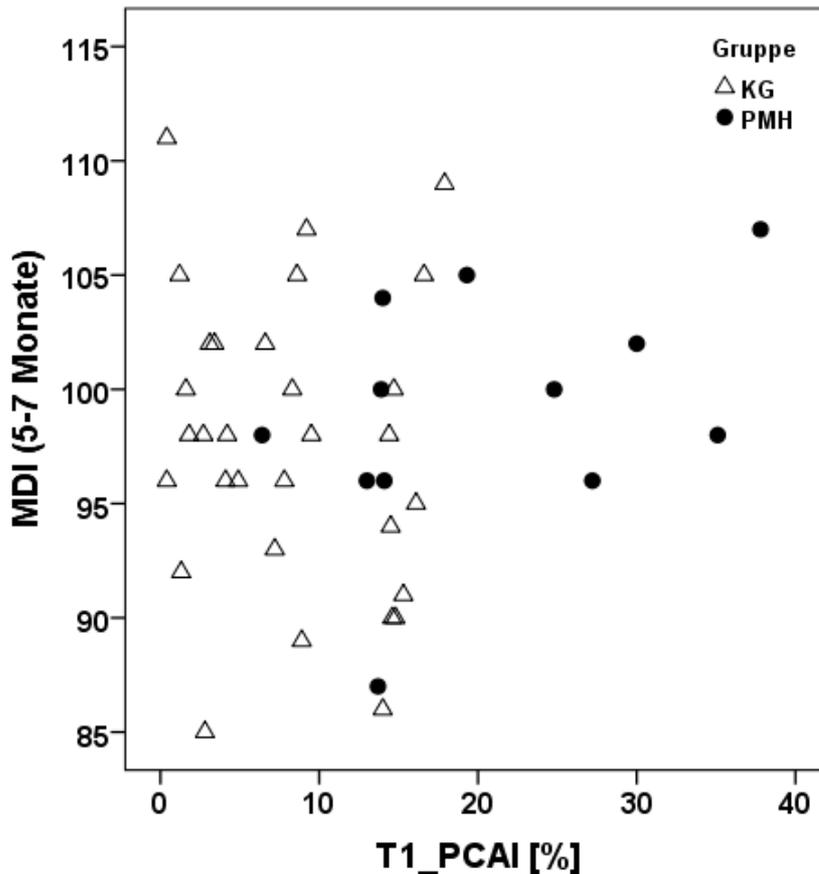


Abbildung 24: Beziehung zwischen PCAI zum Zeitpunkt T1 und MDI im Alter von 6 (± 1) im Gruppenvergleich, PMH: N=14, KG: N=32

Korreliert man die kognitiven Fähigkeiten (MDI) im Alter von sechs Monaten mit dem Grad der Kopfasymmetrie (PCAI) zum Zeitpunkt T1 im Geschlechtervergleich, wird deutlich, dass zum einen die weiblichen Säuglinge weniger asymmetrische Köpfe zu haben scheinen als die männlichen Probanden. Zum anderen scheint sich das Geschlecht nicht auf die kognitiven Fähigkeiten auszuwirken. Die Leistungen durchmischen sich demnach nicht nur im Gruppen-, sondern auch im Geschlechtervergleich.

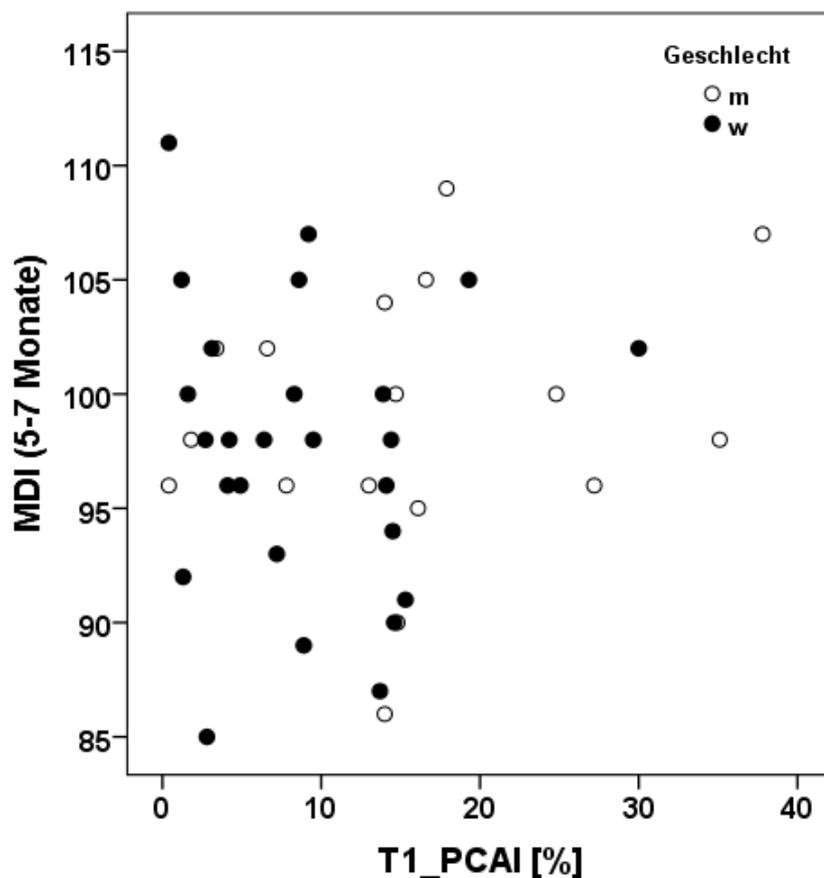


Abbildung 25: Beziehung zwischen PCAI zum Zeitpunkt T1 und MDI im Alter von 6 (± 1) im Geschlechtervergleich, PMH: N=14, KG: N=32

Im Alter von zwölf Monaten schneiden die Kinder mit Lagerungsplagiozephalus auch in ihren kognitiven Fähigkeiten, gemessen in Form des MDI, besser ab als die Kinder der Kontrollgruppe. Kein Proband der PMH-Gruppe ist kognitiv unterdurchschnittlich entwickelt. In der Kontrollgruppe sind es fünf von 31 Probanden (Tabelle 26).

Der Boxplot zeigt die Leistungen im Gruppenvergleich (Abbildung 26). Die beiden nachfolgenden Tabellen listen die korrespondierenden deskriptiven Statistikwerte auf.

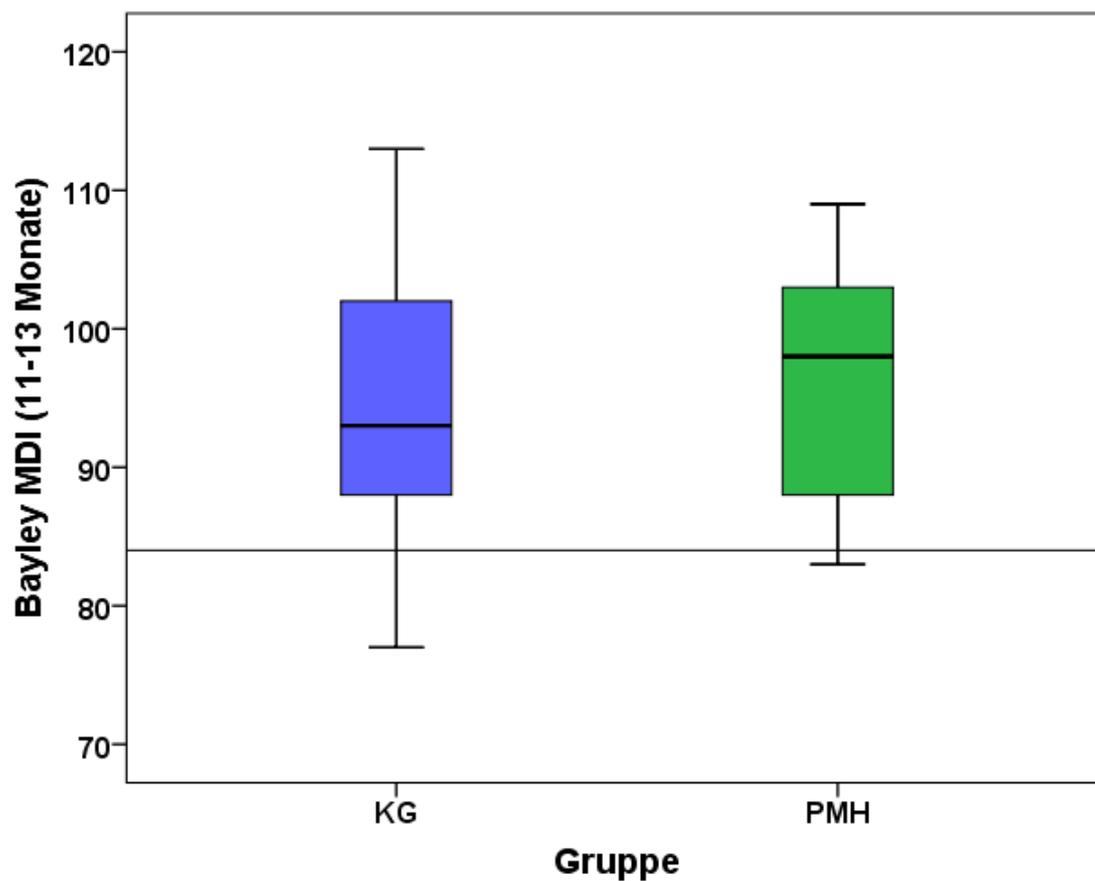


Abbildung 26: Gruppenvergleich des MDI im Alter von 12 (± 1) Monaten, PMH: N=11, KG: N=31
horizontale Linie: unterdurchschnittliche Leistungen

Ergebnisse

Tabelle 29: Deskriptive Analyse des PDI der Probanden der PMH-Gruppe im Alter von 12 (\pm 1) Monaten

		Statistik	Standardfehler	
MDI (12 Mo.) PMH	Mittelwert	98,4	2,6	
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	92,7	
		Obergrenze	104,0	
	5 % getrimmtes Mittel	98,5		
	Median	100,0		
	Standardabweichung	8,4		
	Minimum	86		
	Maximum	109		
	Spannweite	23		
	Interquartilbereich	17		
	Schiefe	-,4	,7	
	Kurtosis	-1,4	1,3	

Tabelle 30: Deskriptive Analyse des PDI der Probanden der Kontrollgruppe im Alter von 12 (\pm 1) Monaten

		Statistik	Standardfehler	
MDI (12 Mo.) KG	Mittelwert	95,0	1,8	
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	91,4	
		Obergrenze	98,7	
	5 % getrimmtes Mittel	94,9		
	Median	93,0		
	Standardabweichung	10,0		
	Minimum	77		
	Maximum	113		
	Spannweite	36		
	Interquartilbereich	14		
	Schiefe	,3	,4	
	Kurtosis	-,8	,8	

Das Scatterplot-Diagramm in Abbildung 27 gibt wieder, dass nur Kinder mit klinisch unauffälliger Kopfform unterdurchschnittliche kognitive Fähigkeiten im Alter von zwölf Monaten aufweisen. Der T-Test¹³ ergibt aber keinen signifikan-

¹³ Die Werte beider Gruppen sind nach Shapiro-Wilk normalverteilt. KG: p=0,172, PMH: p=0,29

ten Unterschied zwischen den beiden Gruppen bezüglich der kognitiven Leistung im Alter von zwölf Monaten ($p = 0,33$).

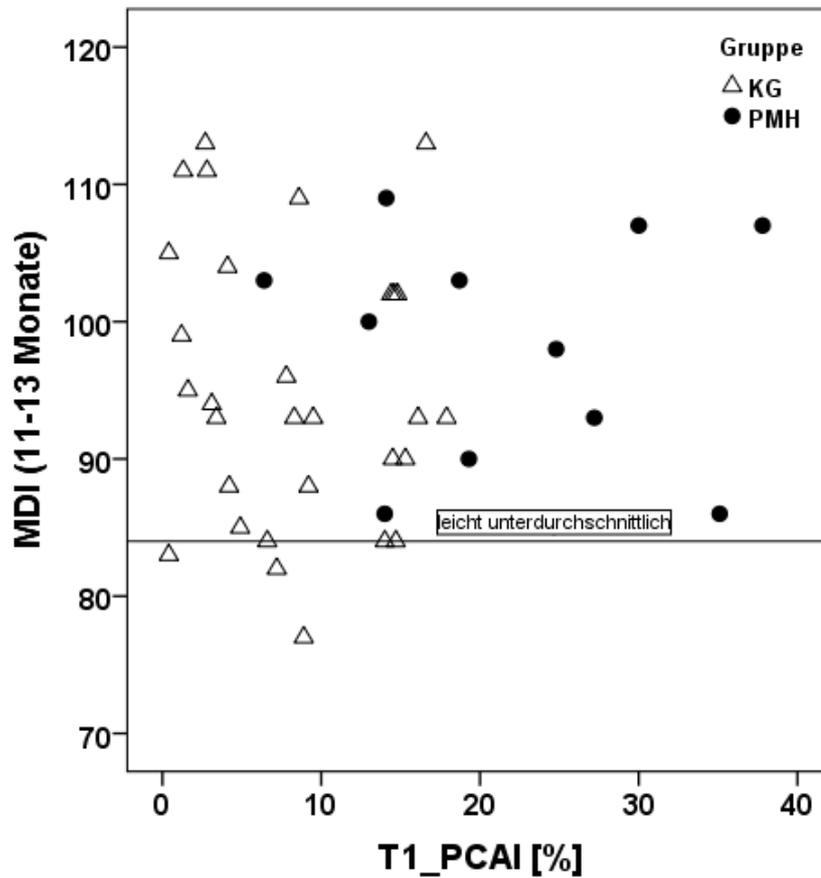


Abbildung 27: Beziehung zwischen PCAI zum Zeitpunkt T1 und MDI im Alter von 12 (± 1) im Gruppenvergleich, PMH: N=11, KG: N=31

3.2.3 Ergebnisse der sprachspezifischen Auswertung der kognitiven Skala der BSID

Die kognitive Skala der BSID lässt sich sprachspezifisch auswerten.

Die beiden Tabellen liefern prozentuale Angaben zu den erfüllten verbalen und nonverbalen Testaufgaben der kognitiven Skala der BSID im Alter von sechs Monaten.

Tabelle 31: Sprachspezifische Auswertung der kognitiven Skala der BSID der Probanden der PMH-Gruppe im Alter von 6 (\pm 1) Monaten (N=14)

Code	Geschlecht	erfüllte verbale Testaufgaben [%]	erfüllte nonverbale Testaufgaben [%]
PMH-BE	m	43 %	61 %
PMH-BG	w	43 %	72 %
PMH-BI	w	43 %	78 %
PMH-BJ	w	0 %	44 %
PMH-BL	w	29 %	67 %
PMH-BV	m	50 %	64 %
PMH-BX	m	83 %	79 %
PMH-BZ	w	50 %	71 %
PMH-CB	m	67 %	71 %
PMH-CE	m	57 %	78 %
PMH-CF	w	57 %	56 %
PMH-CG	w	57 %	50 %
PMH-CH	m	50 %	71 %
PMH-CL	w	71 %	67 %

Tabelle 32: Sprachspezifische Auswertung der kognitiven Skala der BSID der Probanden der Kontrollgruppe im Alter von 6 (± 1) Monaten (N=31)

Code	Geschlecht	erfüllte verbale Testaufgaben [%]	erfüllte nonverbale Testaufgaben [%]
KG-AA	w	29 %	78 %
KG-AB	w	0 %	64 %
KG-AC	w	33 %	64 %
KG-AE	m	17 %	64 %
KG-AF	w	43 %	72 %
KG-AG	w	17 %	43 %
KG-AH	w	43 %	72 %
KG-AM	w	43 %	67 %
KG-AN	m	50 %	71 %
KG-AO	m	14 %	50 %
KG-AP	w	29 %	67 %
KG-AQ	w	40 %	75 %
KG-AS	w	29 %	61 %
KG-AT	m	0 %	85 %
KG-AV	m	33 %	71 %
KG-AW	m	43 %	61 %
KG-BA	w	33 %	57 %
KG-BB	m	20 %	55 %
KG-BD	w	60 %	85 %
KG-BE	m	29 %	72 %
KG-BF	m	43 %	72 %
KG-BG	w	43 %	67 %
KG-BH	w	29 %	67 %
KG-BI	m	57 %	83 %
KG-BK	w	29 %	61 %
KG-BL	m	29 %	61 %
KG-BM	w	14 %	61 %
KG-BN	m	14 %	39 %
KG-BO	w	29 %	50 %
KG-BR	w	43 %	61 %
KG-BS	w	43 %	61 %
KG-BT	w	14 %	56 %

In der Kontrollgruppe schneiden alle Kinder in den nonverbalen Aufgabenbereichen besser ab als in den verbalen Bereichen. Bei den Probanden mit Lagerungsplagiozephalus sind es 71%.

Der Mittelwert der erfüllten verbalen Aufgaben im Alter von sechs Monaten beläuft sich in der PMH-Gruppe auf 50 %, während er in der Kontrollgruppe bei 31 % liegt. Die PMH-Gruppe schneidet also deutlich besser ab. Bei den non-

Ergebnisse

verbalen Aufgaben gibt es keinen Unterschied im Gruppenvergleich (PMH: 66 %, KG: 65 %).

Weil nach Reuner und Horn (2008) eine sprachspezifische Auswertung der kognitiven Leistungen im zwölften Monat sinnvoller ist als im Alter von sechs Monaten, wird an dieser Stelle nicht näher auf die Leistungen in diesem Altersbereich eingegangen.

Werden die Mittelwerte der sprachspezifischen Auswertung der kognitiven Skala im Alter von zwölf Monaten verglichen, ergeben sich folgende Prozentzahlen.

Tabelle 33: Sprachspezifische Auswertung der kognitiven Skala der BSID der Probanden der PMH-Gruppe im Alter von 12 (\pm 1) Monaten (N=11)

Code	erfüllte verbale Testaufgaben [%]	erfüllte nonverbale Testaufgaben [%]
PMH-BE	100 %	55 %
PMH-BG	100 %	70 %
PMH-BJ	50 %	41 %
PMH-BP	71 %	48 %
PMH-BV	50 %	41 %
PMH-BX	60 %	12 %
PMH-BZ	14 %	67 %
PMH-CB	57 %	70 %
PMH-CE	86 %	52 %
PMH-CH	43 %	24 %
PMH-CL	75 %	36 %

Ergebnisse

Tabelle 34: Sprachspezifische Auswertung der kognitiven Skala der BSID der Probanden der Kontrollgruppe im Alter von 12 (\pm 1) Monaten (N=31)

Code	erfüllte verbale Testaufgaben [%]	erfüllte nonverbale Testaufgaben [%]
KG-AA	43 %	71 %
KG-AB	13 %	32 %
KG-AC	50 %	32 %
KG-AE	25 %	55 %
KG-AF	43 %	33 %
KG-AG	75 %	73 %
KG-AH	25 %	68 %
KG-AM	100 %	45 %
KG-AO	88 %	64 %
KG-AP	50 %	55 %
KG-AQ	14 %	60 %
KG-AS	57 %	75 %
KG-AT	100 %	68 %
KG-AV	50 %	55 %
KG-AW	50 %	32 %
KG-BA	57 %	50 %
KG-BB	50 %	45 %
KG-BD	50 %	68 %
KG-BE	38 %	32 %
KG-BF	57 %	55 %
KG-BG	57 %	55 %
KG-BH	71 %	40 %
KG-BI	38 %	55 %
KG-BK	57 %	40 %
KG-BL	29 %	45 %
KG-BM	38 %	45 %
KG-BN	13 %	45 %
KG-BO	86 %	65 %
KG-BR	50 %	86 %
KG-BS	50 %	64 %
KG-BT	88 %	68 %

Tabelle 35 und Tabelle 36 geben die Werte der deskriptiven Analyse der sprachspezifischen Auswertung der kognitiven Skala der BSID an.

Tabelle 35: Deskriptive Analyse der erfüllten verbalen und nonverbalen Testaufgaben [%] der Probanden der Kontrollgruppe im Alter von 12 (± 1) Monaten (BSID)

			Statistik	Standardfehler
12 Mo.: erfüllte verbale Testaufgaben [%]	Mittelwert		,5	,04
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	,4	
		Obergrenze	,6	
	5 % getrimmtes Mittel		,5	
	Median		,5	
	Standardabweichung		,2	
	Minimum		,1	
	Maximum		1,0	
	Spannweite		,9	
	Interquartilbereich		,2	
	Schiefe		,4	,4
	Kurtosis		-,2	,8
	12 Mo.: erfüllte non-verbale Testaufgaben [%]	Mittelwert		,5
95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts		Untergrenze	,5	
		Obergrenze	,6	
5 % getrimmtes Mittel		,5		
Median		,6		
Standardabweichung		,2		
Minimum		0		
Maximum		1		
Spannweite		1		
Interquartilbereich		0		
Schiefe		,1	,4	
Kurtosis		-,7	,8	

Tabelle 36: Deskriptive Analyse der erfüllten verbalen und nonverbalen Testaufgaben [%] der Probanden der PMH-Gruppe im Alter von 12 (± 1) Monaten (BSID)

		Statistik	Standardfehler	
12 Mo.: erfüllte verbale Testaufgaben [%]	Mittelwert	,6	,1	
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	,5	
		Obergrenze	,8	
	5 % getrimmtes Mittel	,7		
	Median	,6		
	Standardabweichung	,3		
	Minimum	,1		
	Maximum	1,0		
	Spannweite	,9		
	Interquartilbereich	,4		
	Schiefe	-,3	,7	
	Kurtosis	,0	1,3	
12 Mo.: erfüllte non- verbale Test- aufgaben [%]	Mittelwert	,5	,1	
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	,3	
		Obergrenze	,6	
	5 % getrimmtes Mittel	,5		
	Median	,5		
	Standardabweichung	,2		
	Minimum	0		
	Maximum	1		
	Spannweite	1		
	Interquartilbereich	0		
	Schiefe	-,4	,7	
	Kurtosis	-,4	1,3	

Im Alter von zwölf Monaten schneiden die Kinder mit Lagerungsplagiozephalus in den nonverbalen Aufgabenbereichen etwas schlechter ab. Der Mittelwert liegt hier bei 47 %, in der Kontrollgruppe bei 54 %. Der Mittelwert der erfüllten verbalen Testaufgaben in der PMH-Gruppe liegt bei 64 % und bei der Kontrollgruppe bei 52 %. Die Kinder mit Schädelasymmetrie schneiden demnach sogar besser

ab. Der T-Test¹⁴ zeigt aber, dass sich die Unterschiede weder im nonverbalen ($p = 0,293$) noch im verbalen Bereich ($p = 0,154$) signifikant gestalten.

Die beiden Scatterplot-Diagramme unterstreichen dieses Ergebnis. In den nonverbalen Testaufgaben sammeln sich die meisten der Probanden beider Gruppen im Bereich zwischen 35 % und 80 %. Bei den beiden „Ausreißern“ der PMH-Gruppe, deren Leistungen unterhalb dieses Bereichs liegen, handelt es sich um PMH-BU und PMH-CH.

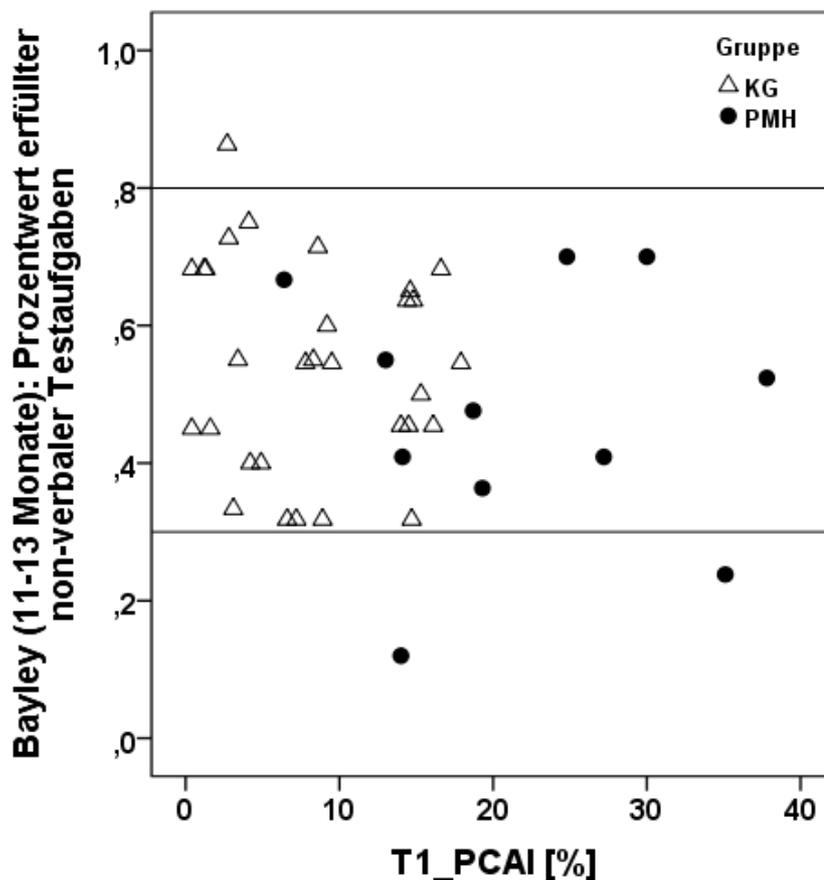


Abbildung 28: Beziehung zwischen PCAI zum Zeitpunkt T1 und dem Prozentwert erfüllter nonverbaler Testaufgaben im Alter von 12 (± 1) Monaten im Gruppenvergleich, PMH: N=11, KG: N=31

¹⁴ Der Test auf Normalverteilung nach Shapiro-Wilk ergibt, dass sowohl die Kontrollgruppe als auch die PMH-Gruppe bezüglich ihrer erfüllten nonverbalen sowie verbalen Aufgaben im Alter von zwölf Monaten normalverteilt sind (KG: nonverbal: $p=0,218$ und verbal: $p=0,101$; PMH: nonverbal: $p=0,601$ und verbal: $p=0,747$)

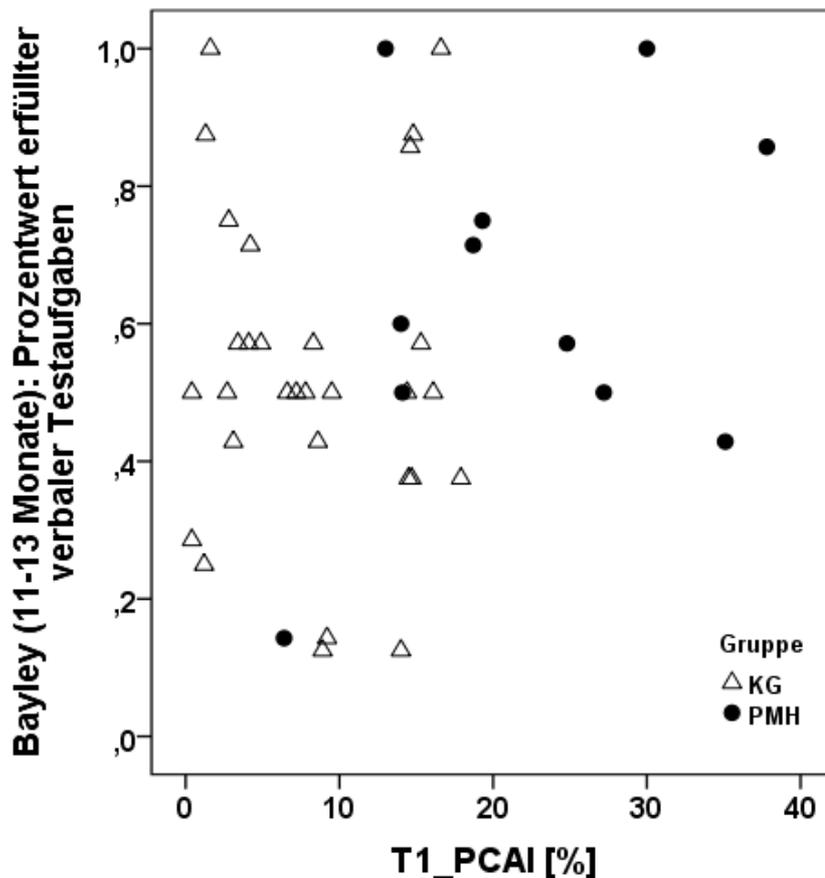


Abbildung 29: Beziehung zwischen PCAI zum Zeitpunkt T1 und dem Prozentwert erfüllter verbaler Testaufgaben im Alter von 12 (± 1) Monaten im Gruppenvergleich, PMH: N=11, KG: N=31

3.3 Einfluss der Tragedauer der Kopforthese

Um einen möglichen Einfluss der Kopforthese auf kognitive und motorische Leistungen der Probanden mit Lagerungsplagiozephalus darzustellen, wurden die ermittelten Leistungen mit der Helmtragedauer korreliert.

Tabelle 37 zeigt sowohl die Korrelation der Subtests des ELFRA-1 und der Tragedauer der Kopforthese als auch die Signifikanz in Form des p-Werts.

Tabelle 37: Korrelation (nach Spearman) der in Form des ELFRA-1 erfassten Leistungen und der Tragedauer des Helms [d]

ELFRA-1 Subtest		Tragedauer Helm [d]
Sprachproduktion	Korrelationskoeffizient r	-,041
	p-Wert	,814
Sprachverständnis	Korrelationskoeffizient r	,093
	p-Wert	,591
Gesten	Korrelationskoeffizient r	-,105
	p-Wert	,544
Feinmotorik	Korrelationskoeffizient r	-,167
	p-Wert	,331

Es wird ersichtlich, dass kein Subtest mit der Helmtragedauer signifikant korreliert.

Beispielhaft zeigt die Abbildung die nicht vorhandene Korrelation zwischen sprachproduktiven Leistungen (Subtest 1) im Alter von zwölf Monaten und der Tragedauer der Koporthese in Form eines Scatterplots. Die Punktwerte ordnen sich in einer diffusen Punktwolke an.

Tabelle 38: Korrelation (nach Spearman) der in Form der BSID erfassten kognitiven und motorischen Leistungen im Alter von 12 (\pm 1) Monaten und der Tragedauer des Helms [d]

Bayley-Scales im Alter von 12 (\pm 1) Monaten		Tragedauer Helm [d]
MDI	Korrelationskoeffizient r	,089
	p-Wert	,794
	N	11
erfüllte verbale Testaufgaben [%]	Korrelationskoeffizient r	,487
	p-Wert	,128
	N	11
erfüllte nonverbale Testaufgaben [%]	Korrelationskoeffizient r	,181
	p-Wert	,595
	N	11
PDI	Korrelationskoeffizient r	,818
	p-Wert	,001
	N	13

Es wird gezeigt, dass die kognitiven Leistungen (MDI) nicht signifikant mit der Tragedauer des Helms korrelieren. Auch die sprachspezifische Betrachtung der kognitiven Fähigkeiten der Probanden der PMH-Gruppe ergibt keinen Hinweis auf einen statistisch signifikanten Zusammenhang. Das Scatterplot-Diagramm zeigt eine diffuse Verteilung der Werte und unterstreicht, dass kein signifikanter Zusammenhang besteht. Hierbei sei aber auf die geringe Stichprobenanzahl hingewiesen.

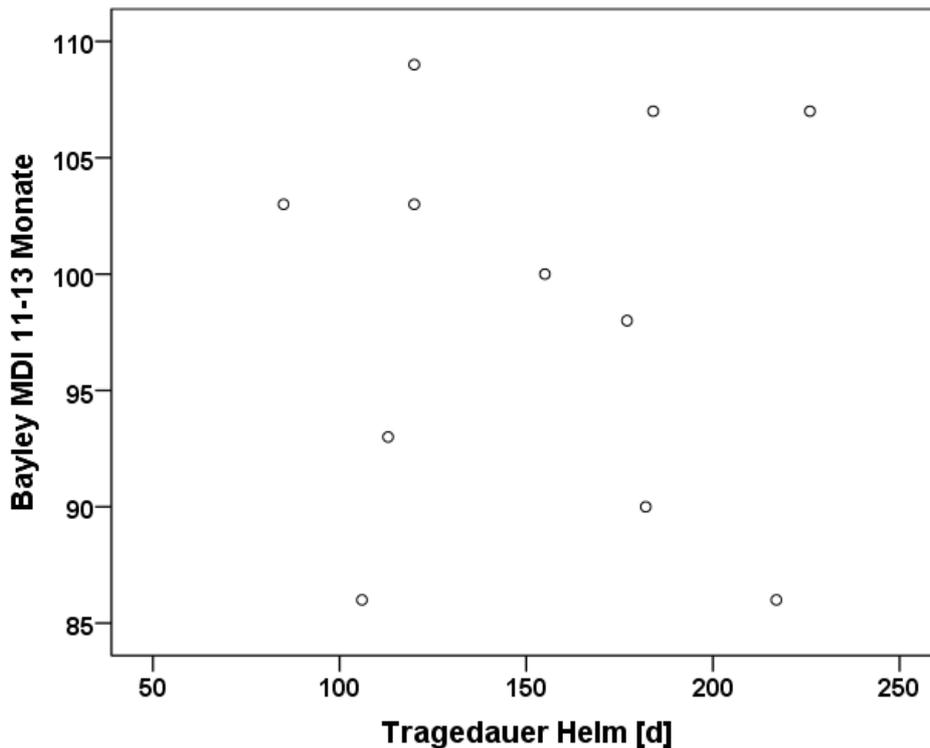


Abbildung 31: Zusammenhang zwischen MDI (12 (\pm 1) Monate) der Probanden der PMH-Gruppe (N=11) und der Helmtragedauer

Wird hingegen der PDI der BSID im Alter von zwölf Monaten mit der Tragedauer des Helms verglichen, zeigt sich ein deutlicher Zusammenhang (Tabelle 38). Der Korrelationskoeffizient nach Spearman-Rho der motorischen Leistungen ist hoch ($r = 0,82$). Je länger der Helm getragen wurde, desto besser sind die motorischen Leistungen. Dieser Zusammenhang ist zudem signifikant ($p = 0,001$) und wird durch die in Abbildung 32 gezeigte Scatterplot-Grafik unterlegt.

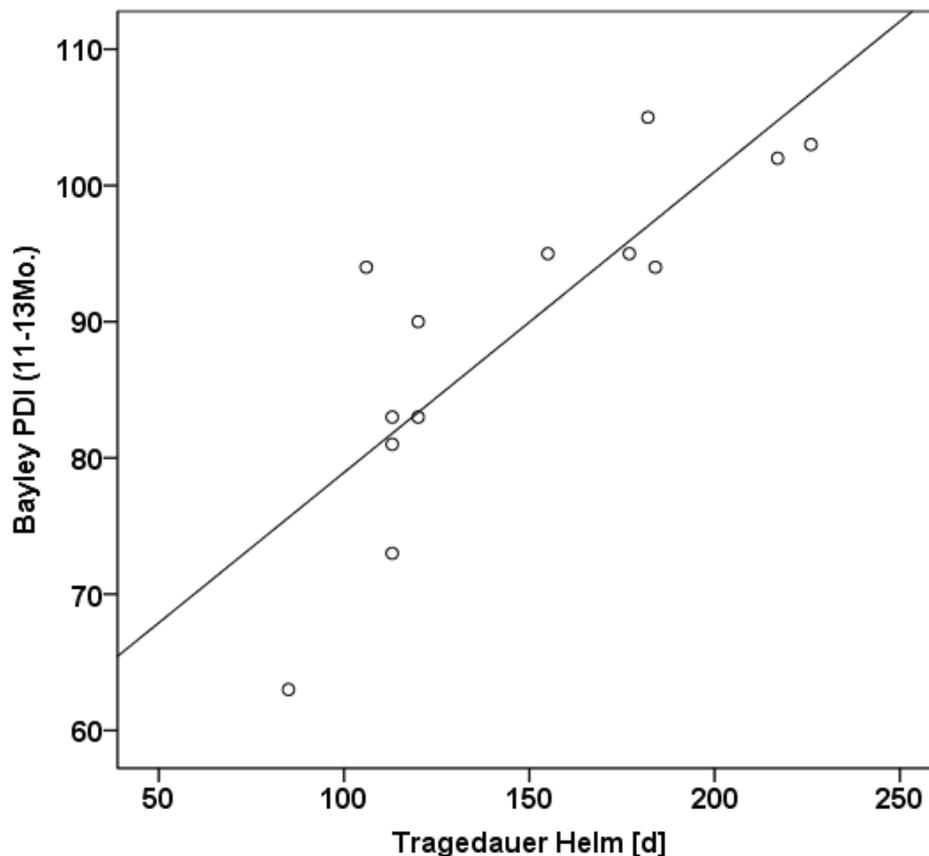


Abbildung 32: Zusammenhang zwischen PDI (12 (\pm 1) Monate) der Probanden der PMH-Gruppe (N=13) und der Helmtragedauer

3.4 Ergebnisse der Vokalisationsanalysen der High-Contrast-Gruppen

Es ist hinreichend bekannt, dass die vorsprachlichen und sprachlichen Leistungen eines Kindes für die Beurteilung der allgemeinen kognitiven Entwicklung herangezogen werden können. Daher erscheint es sinnvoll, Lautaufnahmen von Kindern mit Lagerungsplagiozephalus und Kindern mit unauffälliger Kopfform auf die Melodiekomplexität hin zu untersuchen.

Wie bereits beschrieben, wurden hierzu beispielhaft Vokalisationsanalysen der High-Contrast-Gruppen (HC-PMH und HC-KG) vorgenommen und ein Melodiekomplexitätsindex (MCI) für jeden Probanden errechnet.

Dieser für die *Vorsprachliche Diagnostik* sensible Indikator, der den Status der Melodieentwicklung repräsentiert, hat sich als geeignet erwiesen, schon im

Ergebnisse

zweiten Lebensmonat prädiktiv für das Sprachoutcome mit zwei Jahren bei normalen und risikobehafteten Kindern zu sein (Wermke et al. 2007).

Für den sechsten Lebensmonat gibt es ebenfalls einen kritischen Wert, der aufgrund des Entwicklungsmodells von Wermke und Mende (2011) in jedem Fall oberhalb von 0,60 liegen muss.

In den beiden nachstehenden Tabellen ist neben dem Geschlecht, dem Aufnahmealter in Tagen (PMH: Min.: 141 Max.: 204; KG: Min.:186, Max.: 211), der Anzahl analysierter Vokalisationen, der Einfachbögen (EB) und der komplexen Lautstrukturen (MB; Mehrfachbögen) der MCI für jedes Kind berichtet.

Tabelle 39: MCI der Probanden der HC-PMH-Gruppe

Code	Geschlecht	Aufnahmealter [d]	Anzahl analysierter Vokalisationen	EB	MB	MCI
HC-PMH-AH	m	189	56	15	34	0,69
HC-PMH-AI	m	181	72	33	30	0,48
HC-PMH-AZ	m	187	50	30	16	0,35
HC-PMH-BE	m	160	65	3	33	0,92
HC-PMH-BH	m	184	52	16	27	0,63
HC-PMH-BT	w	204	98	31	53	0,63
HC-PMH-BU	m	180	52	33	16	0,33
HC-PMH-BY	m	169	33	12	13	0,52
HC-PMH-BZ	w	203	49	11	19	0,63
HC-PMH-CD	m	141	57	22	29	0,57
Durchschnitt		180	58	21	27	0,57

Ergebnisse

Tabelle 40: MCI der Probanden der HC-Kontrollgruppe

Code	Geschlecht	Aufnahmealter [d]	Anzahl analysierter Vokalisationen	EB	MB	MCI
HC-KG-AF	w	187	70	39	8	0,17
HC-KG-AM	w	193	148	58	72	0,55
HC-KG-AN	m	207	91	36	41	0,53
HC-KG-AP	w	196	62	18	17	0,49
HC-KG-AS	w	171	52	7	36	0,84
HC-KG-AW	m	190	63	20	40	0,67
HC-KG-AX	w	211	54	18	33	0,65
HC-KG-BF	m	188	53	23	18	0,44
HC-KG-BL	m	195	56	5	51	0,91
HC-KG-BN	m	186	68	20	19	0,49
Durchschnitt		192	72	24	34	0,57

Der Vergleich der Melodiekomplexitätsindizes der Gruppen führt zu folgendem Ergebnis.

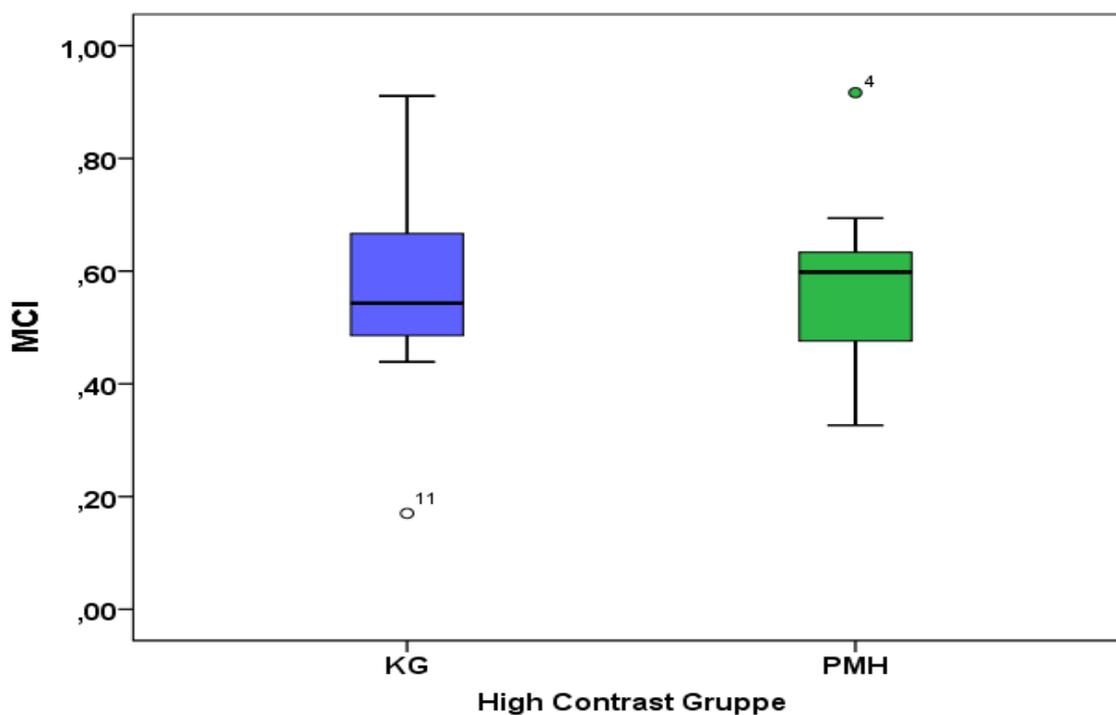


Abbildung 33: Gruppenvergleich des MCI im 6.(±1) Lebensmonat

Ergebnisse

Vergleicht man die Medianwerte der beiden Gruppen, schneiden die Kinder mit Lagerungsplagiozephalus geringfügig besser ab als die Kinder mit unauffälliger Kopfform (HC-PMH: 0,60, HC-KG: 0,54).

Tabelle 41 und Tabelle 42 zeigen die korrespondierende deskriptive Statistik auf.

Tabelle 41: Deskriptive Analyse des MCI im 6.(±1) Lebensmonat der Probanden der High-Contrast-PMH-Gruppe

		Statistik	Standardfehler	
MCI HC-PMH	Mittelwert	,6	,1	
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	,5	
		Obergrenze	,7	
	5 % getrimmtes Mittel	,6		
	Median	,6		
	Standardabweichung	,2		
	Minimum	,3		
	Maximum	,9		
	Spannweite	,6		
	Interquartilbereich	,2		
	Schiefe	,4	,7	
	Kurtosis	,8	1,3	

Tabelle 42: Deskriptive Analyse des MCI im 6.(±1) Lebensmonat der Probanden der High-Contrast-Kontrollgruppe

		Statistik	Standardfehler	
MCI HC-KG	Mittelwert	,6	,1	
	95 % Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	,4	
		Obergrenze	,7	
	5 % getrimmtes Mittel	,6		
	Median	,5		
	Standardabweichung	,2		
	Minimum	,2		
	Maximum	,9		
	Spannweite	,7		
	Interquartilbereich	,2		
	Schiefe	-,2	,7	
	Kurtosis	,7	1,3	

Die Mittelwerte liegen in beiden Gruppen gleichermaßen bei dem kritischen Orientierungswert 0,6. Bei den „Ausreißern“ handelt es sich um die Probanden HC-KG-AF (11) mit einem niedrigen MCI in Höhe von 0,17 und HC-PMH-BE (4) mit einem besonders hohen MCI in Höhe von 0,92. Nimmt man diese beiden Probanden aus der Berechnung des Mittelwertes heraus, so schneiden die Säuglinge der Kontrollgruppe gegenüber den Säuglingen der PMH-Gruppe geringfügig besser ab (0,62 vs. 0,54).

Die Werte beider Gruppen sind nach Shapiro-Wilk normalverteilt (HC-PMH: $p = 0,626$ und HC-KG: $p = 0,753$). Der T-Test ergibt einen p-Wert von 0,991. So kann kein signifikanter Einfluss der Kopfasymmetrie oder des PCAI, der als stellvertretendes objektives Maß für die Gruppeneinteilung „PMH“ und „KG“ aus der klinischen Praxis angesehen werden kann, auf die Melodiekomplexität im sechsten Lebensmonat verzeichnet werden.

Das Scatterplot-Diagramm in Abbildung 33 unterstreicht dieses Ergebnis. Die waagerechte Linie markiert den Orientierungswert 0,6.

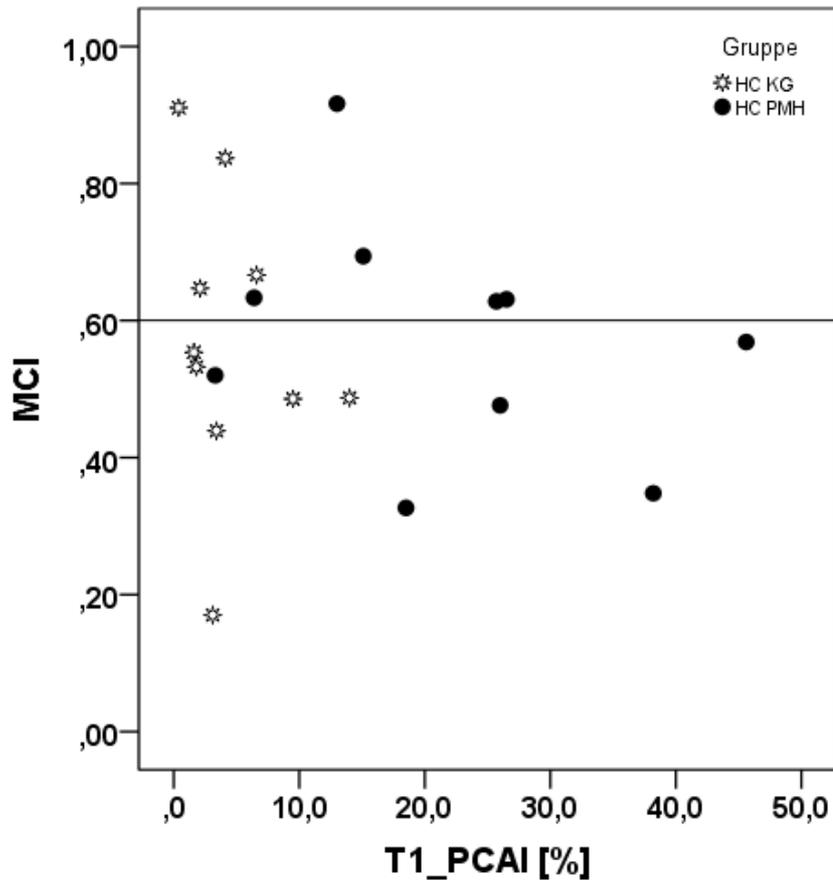


Abbildung 34: Beziehung zwischen MCI und PCAI zum Zeitpunkt T1 im Gruppenvergleich, HC-PMH: N=10, HC-KG: N=10
horizontale Linie: Orientierungswert 0,6

Es ist zwar keine direkte Beziehung zwischen PCAI und MCI zu verzeichnen. Betrachtet man aber in Abbildung 35 die Säuglinge, die unterhalb des Referenzwerts von 0,6 liegen, wird deutlich, dass diese entweder ein SLI-Risiko tragen oder einen besonders hohen PCAI aufweisen. Vier Probanden sind durch diese beiden Variablen nicht erklärbar.

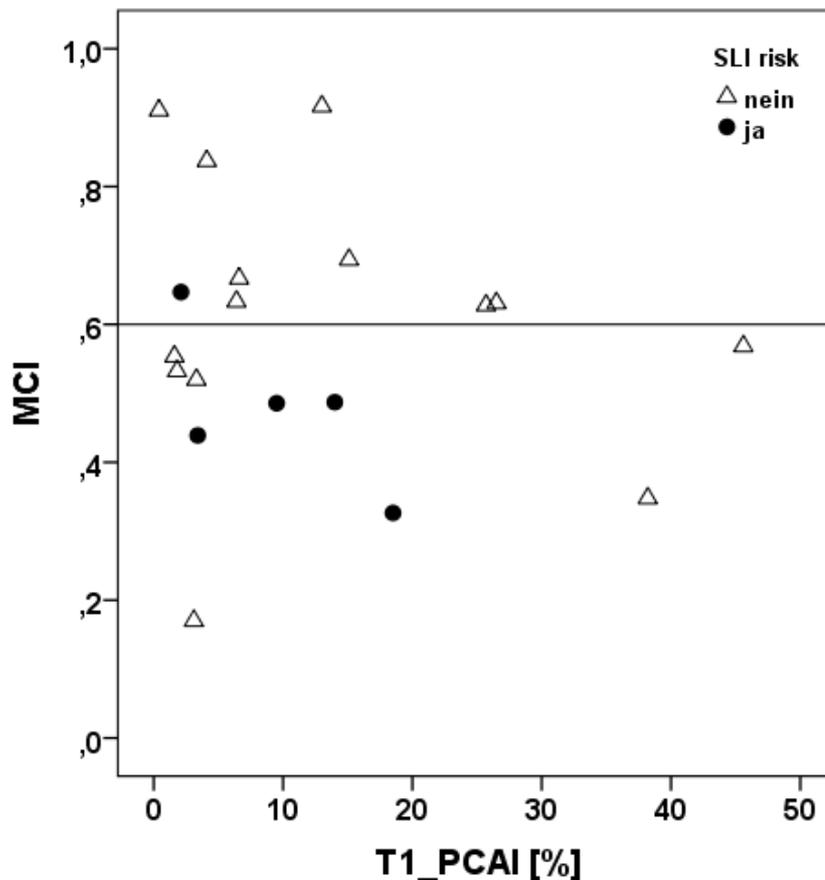


Abbildung 35: Beziehung zwischen MCI und PCAI zum Zeitpunkt T1 und SLI-Risiko, HC-Gruppen: N=20
horizontale Linie: Orientierungswert 0,6

Anhand des Scatterplot-Diagramms ist auch zu sehen, dass der MCI als möglicher Referenzwert gut greift. Vier von fünf Probanden mit SLI-Risiko liegen unterhalb des kritischen MCI (90 %). Wird der „Moss-Index“ als Asymmetriemaß herangezogen, kommt es zu einem ähnlichen Ergebnis. Es kommt folglich unabhängig von der AsymmetrievARIABLEN zu konsistenten Ergebnissen.

3.5 Auswertung des SLI-Risikos

Bei der Auswertung des ausgehändigten Elternfragebogens, der das familiäre Risiko einer Sprachentwicklungsstörung erfasst, kommt es zu folgenden Ergebnissen.

Bei 31 % der PMH-Probanden gibt es in der Familie einen verspäteten Sprachbeginn, Fehler bei der Satzbildung oder Lese- und Rechtschreibschwierigkeiten

Ergebnisse

(„2“). Bei 19 % der Probanden kommen Störungen bei der Aussprache oder andere Auffälligkeiten im Sprachgebrauch („1“) im familiären Umfeld vor und bei 50% werden keine Probleme angegeben („0“).

In der Kontrollgruppe finden sich ähnliche Prozentzahlen. Bei 29 % der Probanden werden ein verspäteter Sprachbeginn, Fehler bei der Satzbildung oder Les- und Rechtschreibschwierigkeiten in der Familie angegeben. Bei 20 % der Probanden werden Störungen der Aussprache oder andere Auffälligkeiten im Sprachgebrauch bei den Familienmitgliedern genannt und 51 % bleiben ohne angegebene Probleme. In den beiden Tabellen sind die Probanden mit familiärer Disposition grau markiert.

Ergebnisse

Tabelle 43: SLI-Risiko der Probanden der PMH-Gruppe (N=36)

Code	Geschlecht	SLI-Risiko
PMH-AA	m	0
PMH-AC	m	0
PMH-AD	m	0
PMH-AE	m	0
PMH-AF	w	2
PMH-AH	m	1
PMH-AM	m	0
PMH-AV	w	0
PMH-AY	w	2
PMH-AZ	m	1
PMH-BA	m	2
PMH-BB	m	0
PMH-BE	m	0
PMH-BG	w	0
PMH-BI	w	2
PMH-BJ	w	1
PMH-BL	w	1
PMH-BM	m	2
PMH-BN	w	1
PMH-BO	m	0
PMH-BP	m	0
PMH-BQ	m	0
PMH-BR	m	0
PMH-BT	w	0
PMH-BU	m	2
PMH-BV	m	1
PMH-BX	m	2
PMH-BZ	w	0
PMH-CA	m	2
PMH-CB	m	0
PMH-CC	m	2
PMH-CE	m	0
PMH-CF	w	2
PMH-CG	w	0
PMH-CH	m	2
PMH-CL	w	1

Tabelle 44: SLI-Risiko der Probanden der Kontrollgruppe (N=35)

Code	Geschlecht	SLI-Risiko
KG-AA	w	0
KG-AB	w	0
KG-AC	w	0
KG-AD	w	2
KG-AE	m	0
KG-AF	w	0
KG-AG	w	1
KG-AH	w	1
KG-AK	w	1
KG-AL	m	0
KG-AM	w	0
KG-AN	m	0
KG-AO	m	2
KG-AP	w	2
KG-AQ	w	0
KG-AS	w	0
KG-AT	m	0
KG-AV	m	2
KG-AW	m	0
KG-BA	w	0
KG-BB	m	0
KG-BE	m	1
KG-BD	w	1
KG-BF	m	2
KG-BG	w	2
KG-BH	w	1
KG-BI	m	0
KG-BK	w	0
KG-BL	m	0
KG-BM	w	2
KG-BN	m	2
KG-BO	w	0
KG-BR	w	2
KG-BS	w	1
KG-BT	w	2

Ergebnisse

So scheint es, zumindest in den dieser Arbeit zugrunde liegenden Probandenkohorten, keinerlei Unterschiede in der familiären Disposition für eine Sprachentwicklungsstörung zwischen Kindern mit Lagerungsplagiozephalus und Kindern mit unauffälliger Kopfform zu geben. In beiden Gruppen sind es gleichermaßen ca. 30 %, die eine familiäre Disposition aufweisen („2“), während 70 % („1“ und „0“) keine Anzeichen eines SLI-Risikos tragen.

Die folgende Tabelle stellt das SLI-Risiko der High-Contrast-Gruppen dar. Diese Angabe fehlte bei dem Probanden HC-PMH-AI, sodass dieser bei der Berechnung prozentualer Werte des SLI-Risikos ausgeschlossen wurde. Aus den Werten lässt sich errechnen, dass 89% der Probanden der Gruppe HC-PMH keine familiäre Disposition für eine sSES aufweisen („0“ und „1“), während die restlichen 11 % ein Risiko tragen. In der Gruppe HC-PMH sind es hingegen 40 % (N = 4) der Probanden, die eine familiäre Disposition diesbezüglich aufweisen („2“).

Tabelle 45: SLI-Risiko der Probanden der HC-Gruppen (N=20)

Code	Geschlecht	SLI-Risiko
HC-PMH-AH	m	1
HC-PMH-AI	m	?
HC-PMH-AZ	m	1
HC-PMH-BE	m	0
HC-PMH-BH	m	0
HC-PMH-BT	w	0
HC-PMH-BU	m	2
HC-PMH- BY	m	0
HC-PMH-BZ	w	0
HC-PMH-CD	m	0
HC-KG-AF	w	0
HC-KG-AM	w	0
HC-KG-AN	m	0
HC-KG-AP	w	2
HC-KG-AS	w	0
HC-KG-AW	m	0
HC-KG-AX	w	2
HC-KG-BF	m	2
HC-KG-BL	m	0
HC-KG-BN	m	2

Werden die sprachspezifischen Analysen nun ausschließlich mit Probanden ohne familiäre Disposition für eine sSES durchgeführt, kann ausgeschlossen werden, dass eventuelle Störungen in der Sprachentwicklung genetisch bedingt sind und nicht durch den Lagerungsplagiozephalus entstanden sein können.

Werden die Analysen unter Ausschluss dieser Probanden getätigt, sind keine nennenswerten Unterschiede der Ergebnisse zu verzeichnen. Es kann also davon ausgegangen werden, dass dieser Co-Faktor die Ergebnisse nicht maskiert.

Beispielhaft sind im nachfolgenden Boxplot-Diagramm die sprachproduktiven Leistungen der Probanden im Alter von zwölf Monaten (ELFRA-1) unter Ausschluss derjenigen, die eine familiäre Disposition für eine spätere Sprachentwicklungsstörung tragen (SLI-Risiko) im Gruppenvergleich dargestellt. Vergleicht man diese Grafik mit der in Abbildung 11, wird deutlich, dass das SLI-Risiko keinen maskierenden Einfluss auf die sprachproduktiven Leistungen der Probanden hat. Die vorab erfassten Ergebnisse haben sich durch Ausschluss der risikobehafteten Kinder nicht verändert.

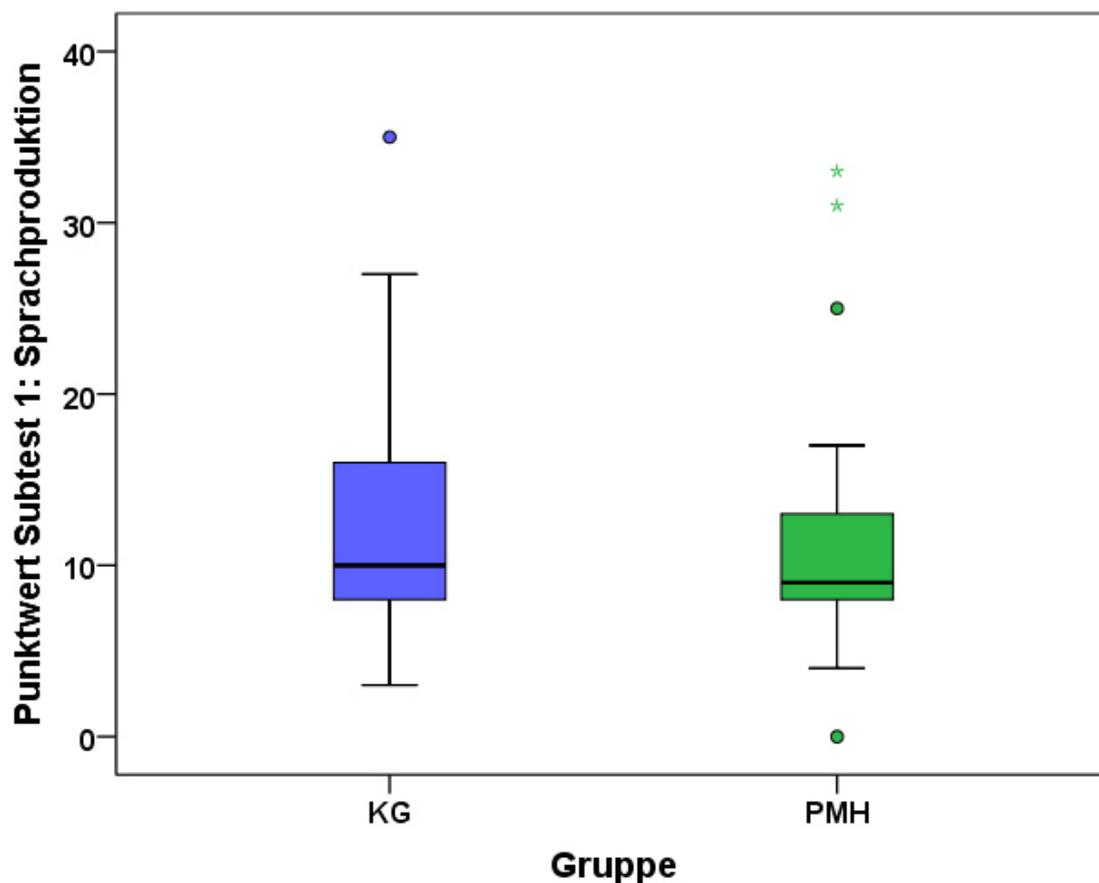


Abbildung 36: Gruppenvergleich der sprachproduktiven Leistungen im Alter von 12 Monaten (ELFRA-1) unter Ausschluss der Probanden mit familiärer Disposition für eine Sprachentwicklungsstörung (SLI-risk), PMH: N=25, KG: N=25

4 Diskussion

Die vorliegende Arbeit widmete sich sowohl der Untersuchung motorischer als auch sprachlich-kognitiver Entwicklungen von Kindern mit Lagerungsplagiozephalus im Alter von sechs und zwölf Monaten im Vergleich zu Kindern ohne sichtbare Schädeldeformität. Sie muss im Sinne einer explorativen Pilotstudie interpretiert werden und basiert auf Hypothesen, die aus bisherigen Studienergebnissen hergeleitet wurden. Akkumulierte Hinweise ließen erwarten, dass Kinder mit Lagerungsplagiozephalus in ihrer Entwicklung retardiert sind. Die vorliegende Arbeit konnte diese Annahme nicht bestätigen.

Korpilahti et al. (2012) testeten die sprachlichen Fähigkeiten von 61 monolingualen Kindern mit Einzelnahtkraniosynostose oder Lagerungsplagiozephalus im Alter von durchschnittlich drei Jahren und vier Monaten. Unter den zwölf Probanden mit Lagerungsplagiozephalus, die nicht operiert wurden, zeigten sieben (58,3 %) eine normale sprachliche Entwicklung und zehn (83,3 %) eine normale motorische Entwicklung (Korpilahti et al. 2012).

In Form eines Elternfragebogens wurden die Befindlichkeit des Kindes während der Testung, seine frühe motorische Entwicklung, seine Vokalisationen, sein erster Worterwerb, das Vorkommen erster Sätze, die Fähigkeit des Kindes, Sprache in der Kommunikation zu nutzen, und die elterliche Erwartung für die zukünftige Entwicklung des Kindes abgefragt. In der Studienbeschreibung wird nicht klar, ob es sich hierbei um einen standardisierten Elternfragebogen handelt, was die Interpretation der Studienergebnisse schwierig macht. Zusätzlich kamen die Reynell Developmental Languages Scales III zum Tragen. Die lexikalischen Fähigkeiten der Probanden wurden mithilfe des Renfrew Naming Tests und der finnischen Version des MacArthur Communicative Development Inventories geprüft (Korpilahti et al. 2012). Hier wurden die Kinder in drei Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe umfasste Kinder mit Leistungen „mehr als ein Jahr unter dem normalen Wert“, die zweite Gruppe Kinder mit Leistungen „weniger als sechs Monate unter dem normalen Wert“, der dritten Gruppe wurden Probanden zugeordnet, die eine altersgerechte Entwicklung aufwiesen. Nicht

erwähnt wird in der Arbeit, was mit Kindern geschah, die in ihrer Entwicklung zwischen den Kategorien lagen.

Zusätzlich zu den formalen Tests wurden die Probanden in einer Spielsituation beobachtet, um die phonologischen und morphologischen Fähigkeiten sowie die Satzbildung zu beurteilen. In den Ergebnissen wurde zwischen „verspätet“ und „normal“ unterschieden. Kritisch hinterfragt werden muss, was hier als verspätet galt und was als normale, altersgerechte Entwicklung angesehen wurde. Außerdem fehlen Informationen darüber, ob den Kindern Hilfestellungen gegeben wurden.

Die motorische Entwicklung der Probanden wurde klinischen Arztberichten entnommen. Korpilahti et al. (2012) stellen die Entwicklungsverzögerung gerade bei nicht-operierten Kindern mit Plagiozephalus in den Vordergrund. Eine Kontrollgruppe gab es nicht.

Nach Korpilahti et al. (2012) deuten ihre Ergebnisse ein entscheidendes Risiko für eine spezifische Sprachentwicklungsstörung (sSES) bei Kindern mit Einzelnahtkraniosynostose oder Lagerungsplagiozephalus an. Eine sSES umfasst inhaltlich keine sensorischen Beeinträchtigungen wie Hörschwierigkeiten oder Sehstörungen, keine neurologischen Auffälligkeiten wie eine Aphasie, keine pervasiven Störungen wie eine geistige Behinderung und keine Intelligenzminderung (Franke 2004). Ihre Merkmale sind vielmehr ein verspäteter Sprechbeginn und ein verminderter Wortschatz, wie er auch in der vorliegenden Arbeit untersucht wurde.

Panchal et al. (2001) belegen neurologische und kognitive Entwicklungsverzögerungen bei Kindern mit Plagiozephalus. Kordestani et al. (2006) berichten ebenso über ein Risiko einer allgemein gestörten mentalen und psychomotorischen Entwicklung bei Kindern mit Plagiozephalus.

Kritisch anzumerken ist, dass zwar verschiedene Studien Entwicklungsverzögerungen bei Kindern mit Lagerungsplagiozephalus aufzeigen, nicht aber den Beleg liefern, dass die Schädeldeformität alleinige Ursache für die Entwicklungsstörung ist (Dörhage 2010). So stellten Steinbok et al. (2007) die berechnete Frage, ob Kinder mit Lagerungsplagiozephalus ein höheres Risiko für Entwick-

lungsverzögerungen tragen, oder ob Kinder mit Risikofaktoren Gefahr laufen, einen Lagerungsplagiozephalus zu entwickeln.

Ziel der Untersuchung, in die die vorliegende Dissertation eingebettet ist, war die erstmalige systematische Generierung objektiver Referenzdaten von Säuglingen ohne sichtbare Kopfdeformität und die Quantifizierung der Deformität eines Lagerungsplagiozephalus mit dem Ziel einer Evaluierung der Effektivität der Therapie mittels Kopforthese (Meyer-Marcotty et al. 2012). Die Autoren fanden heraus, dass es durch die Helmtherapie zu einer deutlichen Verbesserung der Asymmetrie mit einer reduzierten Diagonaldifferenz („Moss-Index“) und einander angeglichenen posterioren Schädelvolumina kommt (Meyer-Marcotty et al. 2012).

Unklar bleibt nach wie vor aber, ob dieses Ergebnis partiell oder sogar allein der Kopforthese zugeschrieben werden kann oder ob es auf die Kombination aus Helm- und Physiotherapie zurückzuführen ist.

Wie sähen die Asymmetriewerte bei einer Gruppe von Kindern mit lagerungsbedingtem Plagiozephalus aus, die sich keiner Helmtherapie, sondern anderen Therapien unterziehen? In der vorliegenden Dissertation konnte nicht berücksichtigt werden, ob und gegebenenfalls wie lange die Probanden andersartig therapiert wurden, da diese Informationen nur teilweise vorlagen. Die Interpretation der Ergebnisse würde auch durch eine Gruppe von Kindern mit Lagerungsplagiozephalus, die *nicht* mittels Kopforthese therapiert wurden, gewinnen. Es wäre sinnvoll, in weiterführenden Studien eine solche Gruppe in die Untersuchungen einzubeziehen.

Die Studie von Meyer-Marcotty et al. (2012) verlangt für die Einordnung eines Säuglings in die Kontrollgruppe, dass keine sichtbare Kopfdeformität vorhanden ist. Die per 3D-Scan gewonnenen Daten weichen in einigen Fällen der Kontrollgruppen-Probanden leicht von den Gruppenmitteln der Kopfmaße ab. Hier wurde versucht zu zeigen, dass dies allerdings die zentrale Aussage der Untersuchung nicht stark beeinflusst hat. Auch bei Gruppeneinteilung nach dem PCAI zum Zeitpunkt T1 ändern sich die Ergebnisse nicht relevant.

Der PCAI ist nur eine der relevanten Messgrößen und es muss offen bleiben, ob durch die partielle Inhomogenität der Probandenzuordnung eventuell vorhandene Unterschiede zwischen der Kontrollgruppe und der PMH-Gruppe maskiert worden sein könnten.

Im Folgenden werden die anfangs formulierten Leitfragen beantwortet.

4.1 Über die Melodiekomplexität der Vokalisationen als Maß für den kognitiven Entwicklungsstand von Säuglingen mit Lagerungsplagiozephalus

Zeigen Säuglinge mit behandlungsbedürftigem Lagerungsplagiozephalus im Alter von sechs Monaten geringere melodisch-rhythmische Fähigkeiten in ihren Vokalisationen als Säuglinge ohne ausgeprägte Schädeldeformitäten?

Der vorsprachliche Entwicklungsstand ist auch für die Einschätzung des kognitiven Standes eines Kindes wichtig. Dadurch kann bereits im Alter von durchschnittlich zwei bis sechs Monaten eine Aussage über ein mögliches Risiko für die kognitive Entwicklung getroffen werden.

In dieser Arbeit liegt der Fokus auf der Betrachtung der Melodiekomplexität der geäußerten Laute, die in Form des MCI unter den High-Contrast-Probandengruppen verglichen wurde (Kapitel 3.4).

Nach der erstmals durch Locke (1989) aufgestellten Kontinuitätshypothese nehmen die melodisch-rhythmischen Fähigkeiten in den ersten Lebensmonaten kontinuierlich, wenn auch phasenweise zu (Wermke 2002). Die Melodien der Vokalisationen weisen zuerst eine angeborene, einfache Struktur auf, gestalten sich mit zunehmendem Alter komplexer und werden zudem durch Pausen (Segmentierungen) rhythmisch variiert. Durch Kombination weniger prosodischer Elemente besitzt der Säugling bereits ein variantenreiches Vokalisationsrepertoire. Der Einstieg in die Muttersprache erfolgt über die Prosodie (Vihman 1996). Die fortlaufend komplexer gestalteten Melodiestrukturen sind daher nach

Wermke (Wermke 2002, Wermke et al. 2007, Wermke und Mende 2009) Voraussetzung für eine unauffällige Sprachentwicklung. Der MCI kann als Marker für „melodische“ Fähigkeiten und die Reife der zugrundeliegenden neurophysiologischen Mechanismen angesehen werden.

Sollten sich also Kinder mit ausgeprägtem Lagerungsplagiozephalus in ihrer kognitiven, insbesondere in ihrer sprachlichen Entwicklung tatsächlich von Kindern ohne Lagerungsplagiozephalus unterscheiden, sollte sich dies bereits in den frühen sprachrelevanten Fähigkeiten zeigen.

Bei den hier durchgeführten Lautanalysen, die auf dem im ZVES ab dem zweiten Lebensmonat im Rahmen der *Vorsprachlichen Diagnostik* verwendeten MCI basieren (Wermke et al. 2007), stellte sich heraus, dass die Probanden mit Lagerungsplagiozephalus genauso gut abschneiden wie die Probanden der Kontrollgruppe. Dies bedeutet, dass die hier untersuchten Säuglinge mit Lagerungsplagiozephalus im Alter von sechs Monaten ebenso gute melodisch-rhythmische Fähigkeiten besitzen wie die Säuglinge ohne Lagerungsplagiozephalus.

Der Mittelwert des MCI bei der PMH-Gruppe lag bei 0,60 (Min.: 0,33, Max.: 0,92). Der Proband HC-PMH-BE zeigte besonders gute vorsprachliche Leistungen. Er wies trotz oder vielleicht auch wegen seiner Bilingualität einen MCI von 0,92 auf. Interessant ist hier, dass sich die guten Ergebnisse dieses Probanden auch ein halbes Jahr später in den Ergebnissen des ELFRA-1 widerspiegeln (Kapitel 4.2).

In der Kontrollgruppe lag der Mittelwert des MCI ebenfalls bei 0,60 (Min.: 0,17, Max.: 0,91). Der Proband HC-KG-AF zeigte aber eine besonders geringe Komplexität in der Melodie seiner Lautäußerungen. Der MCI lag bei nur 0,17, obwohl keine weiteren Besonderheiten wie Frühgeburt oder Auffälligkeiten beim Neugeborenen-Hörscreening vorlagen. Würden die beiden „Ausreißer“ aus der Berechnung des Durchschnittswerts des MCI herausgenommen werden, läge der Mittelwert der Kontrollgruppe bei 0,62. Der Mittelwert der PMH-Gruppe wäre 0,54, sodass die KG geringfügig besser abschneiden würden. Dies könnte bedeuten, dass zumindest einige Säuglinge mit ausgeprägtem Lagerungsplagio-

zephalus tatsächlich ein Risiko für eine Entwicklungsstörung oder –verzögerung beim frühen Spracherwerb haben. Es wäre durchaus lohnenswert, diese Hypothese durch eine größere Stichprobe in einer weiterführenden Untersuchung zu testen.

Man muss auch berücksichtigen, dass die untersuchte PMH-Gruppe aus acht männlichen und nur zwei weiblichen Probanden bestand. Beachtet man die Tatsache, dass das männliche Geschlecht ein bekannter Risikofaktor für eine Sprachentwicklungsstörung ist (Feldman et al. 2003), ist der durchschnittliche MCI der PMH-Gruppe nicht repräsentativ. Es könnte sein, dass der durchschnittliche MCI höher läge, wenn diese Gruppe in der Geschlechterverteilung ausgeglichen wäre. Diese Vermutung wiederum spräche dann gegen Unterschiede in frühen prosodischen Leistungen zwischen den Gruppen.

In weiterführenden Untersuchungen sollte neben einer höheren Homogenität der Gruppen bezüglich der Kopfmaße auch auf eine Ausgewogenheit der Geschlechter geachtet werden.

Es wurde hier kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Ausprägungsgrad der Kopfasymmetrie (PCAI) und der Melodiekomplexität (MCI) im Alter von durchschnittlich 186 Tagen gefunden (Kapitel 3.4). Auffällig war aber, dass mit Ausnahme von vier Säuglingen die Probanden, die einen niedrigeren MCI als 0,60 aufwiesen, entweder ein familiäres SLI-Risiko trugen oder einen hohen PCAI hatten. Insgesamt zeigten 90 % der SLI-risikobehafteten Probanden eine geringe Melodiekomplexität. Ihr MCI lag unter dem Referenzwert von 0,60. Der MCI scheint sich demnach hier als ein geeigneter Wert zur Früherkennung einer späteren Sprachentwicklungsstörung herauszustellen. Sollten die in der Literatur beobachteten Sprachentwicklungsstörungen bei Kindern mit Lagerungsplagiozephalus eventuell eher durch familiäre Disposition (und damit genetische Ursachen) für SLI bedingt sein?

Weil Risikokinder jedoch sogenannte „Latebloomer“ sind, sollten letztlich die Ergebnisse des SETK-2 und noch späterer Sprachtests abgewartet werden, um die Prognosegüte des MCI und seine indikative Valenz zu verifizieren.

Bei allen Untersuchungen, die im Rahmen dieser Arbeit stattfanden, ist das soziale Umfeld unbeachtet geblieben. Es kann aber einen entscheidenden Einfluss auf die Sprachentwicklung des Kindes haben (Tomblin et al. 1996). Feldman et al. (2003) untersuchten bei Dreijährigen mit einer verzögerten Sprachentwicklung die zugrunde liegenden Risikofaktoren. Sie fanden heraus, dass neben dem männlichen Geschlecht und einer positiven Familienanamnese ein niedriger Bildungsstand der Mutter das Risiko für Defizite in der Sprachentwicklung erhöht. Auch dieser Aspekt sollte in künftigen Arbeiten berücksichtigt werden.

Um die melodischen Fähigkeiten und die ihnen zugrunde liegenden zerebralen Funktionen besser beurteilen zu können, sind zusätzliche Analysen der Melodieverläufe der Lautäußerungen neben der Erhebung des MCI notwendig. Treten zum Beispiel Entkopplungen zwischen Melodie und Intensität auf? Sind Subharmonische vorhanden? Finden sich Phänomene, die auf Fehlregulationen der Stimmlippen hinweisen (Fuamenya 2011)? Setzt sich die Kategorie *multiple arcs* (MA) in erster Linie aus Mehrfachbögen zusammen oder sind zusätzlich viele Segmentierungen im Spiel (Birr 2009, Ostermann 2010)? Spezifisch segmentierte Melodien können als Zeichen fortgeschrittener Reife interpretiert werden (Ostermann 2010). Um tragfähige Rückschlüsse auf den vorsprachlichen Entwicklungsstand ziehen zu können, ist eine vollständige Analyse der Lauteigenschaften im Rahmen der *Vorsprachlichen Diagnostik* erforderlich.

Abschließend muss nochmals darauf hingewiesen werden, dass die hier untersuchten High-Contrast-Gruppen aus jeweils nur zehn Probanden bestanden und die PMH-Gruppe zudem mehr Jungen enthielt. Eine tiefer gehende Interpretation der Befunde ist bezüglich des MCI daher nicht möglich. Auch aufgrund der relativ großen Altersspanne zum Zeitpunkt der Lautaufnahme (PMH: Min.: 141.Tag, Max.: 204.Tag; KG: Min.: 186.Tag, Max.: 211.Tag) ist von einer eingeschränkten Interpretation der Ergebnisse auszugehen, da die vorsprachliche Entwicklung in diesem Alter ausgesprochen rasant verläuft. So könnten

sich die untersuchten Probanden in unterschiedlichen Entwicklungsstadien befinden, was sich direkt auf den MCI auswirkt.

4.2 Über die Evaluation der sprachproduktiven und -perzeptiven Leistungen von Kindern mit Lagerungsplagiozephalus anhand des ELFRA-1

Sind die sprachproduktiven und sprachperzeptiven Leistungen von Kindern mit Lagerungsplagiozephalus im Alter von zwölf Monaten schlechter als die von Kindern mit unauffälliger Kopfform?

Entgegen der Annahme, Kinder mit Schädelasymmetrie seien in ihrer Sprachentwicklung retardiert, ergab die Auswertung des Elternfragebogens für die Früherkennung von Risikokindern (ELFRA-1), dass die hier untersuchten Kinder mit Lagerungsplagiozephalus (N = 36) sogar bessere sprachproduktive Leistungen zwischen dem sechsten und zwölften Lebensmonat erbrachten als die Vergleichsgruppe mit unauffälliger Kopfform (N = 35). Diese Leistungsunterschiede im Gruppenvergleich waren jedoch statistisch nicht signifikant.

Bei den Kindern der PMH-Gruppe mit besonders guten sprachproduktiven Leistungen handelte es sich um PMH-AH, -BE, -BT und -BU (Abbildung 11). Alle vier „Ausreißer“ waren in der durch die Mitarbeiter des Projektes zusammengestellten High-Contrast-Gruppe vertreten, was auf eine ausgeprägte Schädelasymmetrie hinweist. Der Proband PMH-BE wächst bilingual (deutsch-polnisch) auf. Hier ist offen, ob das gute Ergebnis durch falsches Ankreuzen der Eltern zustande gekommen ist oder ob der Junge trotz oder wegen der Bilingualität so gut abgeschnitten hat. Zwar beschreibt Suchodoletz (2003), dass bei Bilingualität besonders häufig Störungen in der Sprachentwicklung auftreten. Andererseits könnte die Anregung durch melodisch-rhythmisch verschiedene Umgebungssprachen, ebenso wie Musik (Dokou 2007), auch zu besseren „Melodieleistungen“ führen. Weil dieses Kind aber bereits bei den Lautanalysen des sechsten Lebensmonats positiv aufgefallen ist, kann hier von einer besonders

guten sprachlichen Entwicklung trotz eines ausgeprägten Lagerungsplagiozephalus ausgegangen werden. Dieses Ergebnis ist nur eine Einzelfallbeobachtung und liefert lediglich einen Denkanstoß für weitere Studienplanungen. In zukünftigen Arbeiten sollte Bilingualität entweder zu den Ausschlusskriterien zählen oder systematisch mit untersucht werden.

Betrachtet man die sprachperzeptiven Leistungen der Studienteilnehmer, schneiden auch hier die Kinder mit Lagerungsplagiozephalus etwas besser ab als die der Kontrollgruppe (Abbildung 13). Es fanden sich jedoch auch hier keine statistisch signifikanten Gruppenunterschiede.

Die Untersuchung der Subkategorien „Gesten“ und „Feinmotorik“ zeigen ebenso keine statistisch signifikanten Unterschiede im Gruppenvergleich (Abbildung 15 und Abbildung 17).

Die eingangs gestellte Frage, ob die sprachproduktiven und sprachperzeptiven Leistungen von Kindern mit Lagerungsplagiozephalus im Vergleich zur Norm schlechter abschneiden, kann durch die vorliegenden Analysen nicht bejaht werden, sondern muss eindeutig mit „Nein“ beantwortet werden. Wie kann man sich die Befunde erklären?

Es ist hinreichend bekannt, dass die frühe Mutter-Kind-Interaktion großen Einfluss auf die Sprachentwicklung eines Kindes hat (Kiening 2011). Ängste, die durch einen therapiebedürftigen Plagiozephalus entstehen können, könnten zu einer besonders intensiven Interaktion führen. Die Eltern (Mütter) könnten sich besonders intensiv mit der kindlichen Entwicklung befassen und ihr Kind mehr als normal üblich gefördert haben.

Auch wäre denkbar, dass Eltern, die sich dazu entscheiden, ihren Säugling mit einer Koporthese versorgen zu lassen, eine nicht repräsentative Elternauswahl darstellen. Andere Eltern mag der etwas schiefe Kopf ihres Säuglings eher nicht stören.

Es handelt sich bei den Probandengruppen jeweils nicht um repräsentative Zufallsstichproben.

McKinney et al. (2009) konnten einen Zusammenhang zwischen einem hohen mütterlichen Bildungsniveau oder einem hohen sozio-ökonomischen Status und dem Auftreten eines Lagerungsplagiozephalus zeigen. Eine mögliche Erklärung sehen Pogliani et al. (2011) darin, dass diese Mütter eher dahin tendieren, mit ihren Kindern medizinische Versorgungszentren zu besuchen und an derartigen Studien teilnehmen. So ist zu vermuten, dass die meisten Eltern, die die sogenannte Helmsprechstunde des hiesigen Universitätsklinikums wegen des asymmetrischen Hinterkopfes ihres Kindes aufsuchen, aus höheren sozialen Schichten stammen, folglich an der positiven Entwicklung ihres Kindes interessiert sind und es entsprechend stark fördern. Daten, die dies bestätigen könnten, wurden nicht im Projekt erhoben.

Auch ist die Art der Datenerfassung zur Evaluation der sprachlichen Fähigkeiten der Kinder mit Elternfragebögen methodisch nicht kritikfrei.

Elternfragebögen sind kostengünstige, in der Regel einfach anzuwendende Verfahren. Sie bieten sich deshalb an, um die frühkindliche Entwicklung zu erfassen. Vor allem wenn ein Kind als Risikokind klassifiziert wird und eine sprachtherapeutische Intervention notwendig wird, ist es sinnvoll, die Eltern in Form der Ausgabe von Fragebögen einzubeziehen und zu sensibilisieren. Dabei muss bedacht werden, dass aus Wortschatzlisten, die von Eltern oder anderen primären Bezugspersonen ausgefüllt worden sind, nicht deutlich hervorgeht, ob ein vom Kind produziertes Wort bloß imitiert oder spontan geäußert wurde (Doil 2002). Auch bleibt unklar, wie häufig das Kind die im Fragebogen abgefragten Wörter tatsächlich nutzt. Das schränkt die Verlässlichkeit der Erhebung ein.

Die Ergebnisse könnten im Übrigen dadurch verfälscht sein, dass der Fragebogen nicht ordnungsgemäß ausgefüllt wurde. Können Eltern wirklich einschätzen, welche Wörter ihr Kind versteht? Kreuzen Eltern nur Wörter an, die das Kind bereits mehrfach korrekt geäußert hat oder kreuzen sie all diejenigen an, die einmal ausgesprochen wurden? Generell jedoch gibt der ELFRA-1 in der sprachheilpädagogischen Diagnostik laut Grimm und Doil (2000) eine gute Rep-

räsentativität wieder. Er ist der einzige standardisierte Test für deutschsprachige Kinder in dieser Altersspanne.

Miller und Clarren (2000) konnten zeigen, dass Kinder mit Lagerungsplagiozephalus im Schulalter mehr Bedarf an Sprachtherapie haben als Kinder einer Normgruppe. So erscheint es notwendig, in weiterführenden Analysen spezifische Sprachtests auch bei älteren Kindern (Längsschnittstudien) durchzuführen, um zu evaluieren, ob die hier dokumentierten guten sprachlichen Fähigkeiten der Kinder mit Lagerungsplagiozephalus im Alter von sechs bis zwölf Monaten auch im höheren Alter bestehen bleiben oder ob sich im Laufe der kindlichen Entwicklung Sprachentwicklungsstörungen zeigen.

4.3 Über die psychomotorische und sprachlich-kognitive Entwicklung von Kindern mit Lagerungsplagiozephalus

Sind Kinder mit Lagerungsplagiozephalus im Alter von zwölf Monaten in ihrer motorischen und sprachlich-kognitiven Entwicklung retardiert?

Auf der Grundlage von publizierten Studienergebnissen anderer Autoren wurde in der vorliegenden Arbeit davon ausgegangen, dass Kinder mit Schädelasymmetrie in ihrer motorischen und kognitiven Entwicklung retardiert sind. Kordestani et al. (2006) sowie Miller und Clarren (2000) zum Beispiel fanden solche Verzögerungen.

Im Rahmen des CFCW-Projekts wurden auch die kognitive und die motorische Entwicklung der Kinder im Alter von sechs und zwölf Monaten mithilfe der BSID II-Skalen erfasst (Kapitel 3.2).

Vergleicht man die motorischen Fähigkeiten der hier untersuchten Probandengruppe PMH mit denen der Kontrollgruppe, war festzustellen, dass die Probanden der PMH-Gruppe zwar im Alter von sechs Monaten rein formal statistisch signifikant schlechter abschneiden als die der Kontrollgruppe ($p = 0,049$), sie diese Defizite aber bis zum zwölften Lebensmonat aufholen und dann sogar

bessere motorische Leistungen erbringen als die Kinder der Kontrollgruppe. Der Unterschied im Alter von zwölf Monaten erwies sich jedoch als nicht signifikant. Es ist durchaus nachvollziehbar, dass ein schiefer Kopf die motorische Beweglichkeit hemmt und dass ein „runder“ Helm hier rein biomechanisch von Vorteil ist (Kapitel 4.4).

Bei den Probanden, die deutlich unterdurchschnittliche motorische Leistungen erbrachten, handelte es sich nicht um präterm Geborene oder um Probanden mit auffälliger neurologischer Erstuntersuchung. Auch lagen keine hypotrophen Kopfumfänge vor, was auf eine intrauterine Wachstumsretardierung hätte schließen lassen und Entwicklungsstörungen hätte mit sich bringen können.

Beim Vergleich der kognitiven Entwicklung der beiden Probandengruppen PMH und KG im Alter von sechs Monaten waren keine statistisch signifikanten Unterschiede ersichtlich. Mit zwölf Lebensmonaten schnitten die Kinder mit Lagerungsplagiozephalus sogar besser ab als die Kinder der Kontrollgruppe. Dies erwies sich jedoch als statistisch nicht signifikant.

Bei der sprachspezifischen Auswertung der kognitiven Leistungen der Probanden (Kapitel 3.2.3) fiel im Alter von zwölf Monaten auf, dass die Kinder mit Lagerungsplagiozephalus verbal differenzierter waren als die Kinder ohne auffällige Kopfform, die aber wiederum in den nonverbalen Aufgabenteilen im Vergleich zu den PMH-Probanden besser abschnitten. Diese Unterschiede gestalteten sich aber als statistisch nicht signifikant.

Damit bestätigen auch die Bayley-Testergebnisse, dass bei den hier untersuchten Probandengruppen keine signifikanten Entwicklungsunterschiede erkennbar sind. Es zeigten sich hier keinerlei Hinweise auf Anzeichen einer kognitiven oder motorischen Retardierung bei Säuglingen mit ausgeprägtem Lagerungsplagiozephalus.

Die Hypothese, dass Kinder mit Lagerungsplagiozephalus in ihrer psychomotorischen und/ oder sprachlich-kognitiven Entwicklung verzögert seien (Kordestani et al. 2006, Miller und Clarren 2000, Panchal et al. 2001, Speltz et

al. 2004 u.a.), kann zumindest anhand der hier untersuchten Probanden nicht bestätigt werden.

4.4 Über die Einflussnahme der Helmtherapie auf die motorische und kognitive Entwicklung von Kindern mit Lagerungsplagiozephalus

Lässt sich ein Einfluss des Helms auf die Messgrößen erkennen?

Um Hinweise dafür zu erhalten, dass das Tragen einer Koporthese die motorische und kognitive Entwicklung der Kinder mit Kopfasymmetrie beeinflusst, wurden im Rahmen dieser Arbeit die in Form des ELFRA-1 dokumentierten Leistungen sowie die motorischen (BSID: PDI) und kognitiven Leistungen (BSID: MDI) im Alter von zwölf Monaten mit der Tragedauer der Koporthese korreliert (Kapitel 3.3).

Die Analysen ergaben keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der Helmtragedauer und den in Form des ELFRA-1 erfassten sprachproduktiven, sprachperzeptiven, gestischen und feinmotorischen Fähigkeiten. Auch die mittels Bayley-Test erfassten kognitiven Leistungen zeigten - sowohl bei der allgemeinen als auch bei der sprachspezifischen Auswertung der BSID II - keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zur Dauer der Helmtherapie.

Ein Hinweis auf einen positiven Einfluss des Helms auf die motorische Entwicklung hat sich allerdings ergeben. Die motorischen Leistungen der Probanden korrelierten signifikant ($r = 0,82$, $p = 0,001$) mit der Dauer der Koporthesentherapie (Kapitel 3.3). Je länger der Helm getragen wurde, desto besser fielen die motorischen Fähigkeiten im Alter von zwölf Monaten aus.

Um die Effizienz der Helmtherapie für die motorische Entwicklung zu ermitteln, müsste, wie bereits erwähnt, eine Patientengruppe getestet werden, bei der die Schädelasymmetrie durch andere Therapieformen behandelt wurden. Auch wäre eine spontane Symmetrisierungstendenz im zweiten Lebenshalbjahr ohne Therapie denkbar. Ohne solche Vergleichsgruppen kann keine verlässliche

Aussage über den Einfluss der Helmtherapie auf die Entwicklung des Kindes getroffen werden. Weil die Daten bezüglich anderer Therapieformen wie Physiotherapie oder Osteopathie nur teilweise vorlagen, konnte dieser Aspekt in den Analysen dieser Arbeit nicht detaillierter berücksichtigt werden. Es bleibt demnach fraglich, ob die guten motorischen Leistungen dem Helm (allein) zuzuschreiben sind.

Bei geringfügig ausgeprägtem Lagerungsplagiozephalus können laut Moss (1997) physiotherapeutische Maßnahmen ebenso effektiv sein wie eine Therapie mittels Kopforthese. Auch Willenborg (2011) weist auf andere therapeutische Möglichkeiten zum Ausgleich eines lagerungsbedingten Plagiozephalus hin. Umlagerung, Osteopathie und Physiotherapie würden zum Beispiel gleichfalls zu verbesserten motorischen Leistungen führen.

Während Rogers et al. (2008), Graham et al. (2005) und Xia et al. (2008) eine deutliche Verbesserung der Asymmetriewerte durch die Kopforthesentherapie im Vergleich zur alleinigen Umlagerungstherapie sehen, stellen Loveday und Chalain (2001) und Singh und Wacogne (2008) keine nennenswerten Differenzen fest. Auch Moss (1997) verneint die Frage, ob durch eine Helmtherapie bessere Ergebnisse erzielt werden können als durch Physiotherapie. Dies gilt jedenfalls für Kinder mit nur mäßig ausgeprägtem Lagerungsplagiozephalus.

Eine genaue Beurteilung ist aber wegen der Schwierigkeit, die Kopfdaten exakt zu erfassen, problematisch. Shipster et al. (2003) stellen zum Beispiel die Exaktheit der Messungen infrage. Auch Meyer-Marcotty et al. (2012) beschreiben in der ersten Veröffentlichung des CFCW-Projekts, in dessen Rahmen auch die vorliegende Arbeit erstellt wurde, die Gefahr von Messfehlern aufgrund der geringen Menge an Referenzpunkten am Neurokranium, halten das allerdings für klinisch irrelevant.

Unumstritten sollte bleiben, dass die Erfassung der Asymmetrie des kindlichen Kopfes mittels non-invasiver dreidimensionaler Stereophotogrammetrie, wie sie im CFCW-Projekt evaluiert wird, bei der Therapieentscheidung und Verlaufskontrolle eine wichtige Rolle spielen. Eine andere dreidimensionale Erfassung bietet die Computertomografie, die aber aufgrund des nachweislich gesteiger-

ten Risikos für ein strahleninduziertes Malignom an dieser Stelle vermieden werden sollte (Brenner und Hall 2007). Strahlungsfreie Methoden wie die Magnetresonanztomografie bringen eine lange Aufnahmezeit mit sich, was sich unter der Beachtung der unentwegten Bewegung von Kleinkindern als nachteilig erweist (Hell 1995). Die Stereophotogrammetrie scheint indessen durch Dreidimensionalität, Strahlungsfreiheit und kurze Aufnahmezeit klinisch praktikabel und hinreichend verlässlich zu sein.

Auch wenn die Kinder mit ausgeprägtem Lagerungsplagiozephalus entwicklungsdiagnostisch nicht auffällig sind, hat diese Therapieform ihre Berechtigung (Clarren 1981, Graham et al. 2005, Loveday und Chalain 2001, Mulliken et al. 1999, Teichgraeber et al. 2002, Wilbrand et al. 2012 u.a.). Neben der möglichen Auswirkung auf das Viszerokranium (Netherway et al. 2006) spielt der psychosoziale Aspekt eine bedeutende Rolle in der Therapiezielstellung. Eine ausgeprägte Asymmetrie des Kopfes kann zu einem verminderten Selbstwertgefühl führen (Bialocerkowski et al. 2005). Körperliche und viscerale Symmetrien steigern die Attraktivität (Hönn und Göz 2007), während auffällige Asymmetrien zu ablehnenden sozialen Haltungen führen können.

5 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprojektes der Universitätsklinik Würzburg mit dem Titel „*Dreidimensionale stereophotogrammetrische Diagnostik des Schädels und Verlaufsanalyse bei Kindern mit Lagerungsplagiozephalus unter Berücksichtigung der vorsprachlichen und psychomotorischen Entwicklung. Etablierung und 3D-Evaluierung eines non-invasiven dynamischen Behandlungsverfahrens mittels individuell angepasster Kopforthese*“ (IZKF-Studiennr. F-164) verfasst (CFCW-Projekt).

Bei einem einseitigen Lagerungsplagiozephalus handelt es sich inzwischen um die häufigste Kopfdeformität im Säuglingsalter (Plank et al. 2006, Pogliani et al. 2011). Ziel dieser Arbeit war es, anhand der ersten Probanden des Projekts explorativ zu untersuchen, inwieweit ein Lagerungsplagiozephalus die sprachlich-kognitive und motorische Entwicklung eines Säuglings bzw. Kindes beeinflusst und ob es Hinweise auf eine Auswirkung der Dauer der Therapie mittels Kopforthese auf die frühkindliche Entwicklung gibt.

Das Probandenkollektiv bestand aus 71 Probanden, die zuvor durch die am Projekt beteiligten Ärzte der Gruppe „Lagerungsplagiozephalus mit Helmtherapie“ (PMH, N = 36) bzw. der Kontrollgruppe (KG, N = 35) zugeordnet wurden. Zusätzlich wurde eine Untergruppe, die sogenannte High-Contrast-Gruppe (HC, N = 20), untersucht. In diese Gruppe erfolgte die Probandenzuordnung unter Berücksichtigung des größtmöglichen Kontrastes bezüglich der mittels 3D-Scan erhobenen Kopfmaße.

Der vorsprachliche und frühe sprachliche Entwicklungsstand aller Probanden wurde ermittelt und es wurden Gruppenvergleiche vorgenommen. Im Alter von sechs Monaten wurde bei der High-Contrast-Gruppe die Melodiekomplexität der spontan geäußerten Laute mittels Melodiekomplexitätsindex (MCI) ermittelt. Dazu wurden die digitalen Lautaufnahmen im Signalanalyselabor des ZVES an der Poliklinik für Kieferorthopädie editiert und mithilfe spezifischer Analyseprogramme quantitativ analysiert.

Im Alter von zwölf Monaten wurde die Sprachleistung aller Probanden (N = 71) mithilfe der standardisierten Elternfragebögen für Einjährige ELFRA-1 (Grimm und Doil 2000) eingeschätzt.

Zudem wurden die Ergebnisse der deutschen Fassung der *Bayley-Scales of Infant Development* (BSID II) vom sechsten und zwölften Lebensmonat, soweit im CFCW-Projekt erhoben, herangezogen. Die Testdaten der kognitiven Fähigkeiten lagen von 14 PMH-Probanden und 32 KG-Probanden im Alter von sechs Monaten vor. Im zwölften Monat lagen sie für elf PMH-Probanden und 31 KG-Probanden vor. Aufgrund des Schwerpunktes dieser Arbeit auf die sprachlichen Leistungen wurden die verbalen und nonverbalen Aufgabenbereiche auch separat betrachtet. Motorische Leistungen wurden in Form des PDI im sechsten (PMH: N = 15 und KG: N = 32) und im zwölften Lebensmonat (PMH: N = 13 und KG: N = 30) im CFCW-Projekt dokumentiert und hier analysiert. Um den Effekt der Helmtherapie auf die Entwicklung der Kinder mit Lagerungsplagiozephalus zu berücksichtigen, fand eine Korrelation zwischen der Tragedauer und sprachproduktiven, sprachperzeptiven, gestischen, (fein-)motorischen und kognitiven Leistungen der Probanden statt. Ein maskierender Einfluss des Co-Faktors SLI-Risiko auf die Befunde konnte ausgeschlossen werden.

Zusammengefasst zeigen die Analysen der hier untersuchten Säuglinge mit Lagerungsplagiozephalus im Alter von sechs Monaten statistisch signifikant schlechtere motorische Fähigkeiten als Säuglinge mit normaler Kopfform ($p = 0,049$). Im Alter von zwölf Monaten holen sie diese Defizite jedoch auf und sind teilweise sogar motorisch geschickter als die Vergleichsgruppe. Der Gruppenunterschied war jedoch statistisch nicht signifikant.

Beim Vergleich der kognitiven Fähigkeiten im Alter von sechs Monaten fielen keine signifikanten Unterschiede im Gruppenvergleich auf. Betrachtet man die kognitive Entwicklung im zwölften Lebensmonat, wurde deutlich, dass sich auch hier die Kinder mit Lagerungsplagiozephalus nicht von den Kindern mit unauffälliger Kopfform unterscheiden.

Wird die Leistung auf sprachlich-kognitiver Ebene verglichen, zeigte sich, dass die Kinder mit Lagerungsplagiozephalus im Alter von sechs und zwölf Monaten

mehr verbale Aufgaben erfüllten als die Kinder der Kontrollgruppe. Die Anzahl der erfüllten nonverbalen Aufgaben war im Alter von sechs Monaten gleich, im zwölften Lebensmonat schnitten die Kinder mit Lagerungsplagiozephalus schlechter ab. Ein signifikanter Gruppenunterschied war jedoch auch bei dieser sprachspezifischen Auswertung der kognitiven Skala nicht zu verzeichnen.

Der Vergleich der melodischen Variationsfähigkeit der im sechsten Lebensmonat geäußerten Vokalisationen zeigte, dass die Säuglinge mit Lagerungsplagiozephalus in diesem Alter genauso variantenreiche Melodien in ihren Vokalisationen aufweisen wie die Säuglinge der Kontrollgruppe. Damit konnte kein Gruppenunterschied bezüglich prosodisch relevanter Fähigkeiten gefunden werden. Da die hierfür untersuchten High-Contrast-Gruppen wegen ihrer geringen Anzahl an Probanden, einer in der PMH-Gruppe unausgewogenen Geschlechterverteilung und einem stark variablen Aufnahmezeitpunkt nicht repräsentativ sind, sollten insbesondere hierzu weitere Untersuchungen erfolgen. Spätere Sprachauffälligkeiten würden sich bereits in diesen vorsprachlichen Fähigkeiten manifestieren.

In den Analysen zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Helmtragedauer und den sprachlichen (ELFRA-1) und den kognitiven (BSID: MDI 12 Monate) Fähigkeiten der Probanden mit Lagerungsplagiozephalus. Die motorischen Fähigkeiten (BSID: PDI, 12 Monate) zeigten einen statistisch signifikanten Zusammenhang zur Tragedauer der Kopforthese. Je länger der Helm getragen wurde, desto besser fielen die motorischen Leistungen der Probanden im Alter von zwölf Monaten aus.

Aus den vorliegenden Analysen geht hervor, dass die kognitive Entwicklung von Kindern mit Lagerungsplagiozephalus nicht verzögert zu sein scheint, wie in der Fachliteratur postuliert. Die Kinder lagen lediglich im sechsten Lebensmonat in ihrer motorischen Entwicklung etwas zurück, die jedoch in den folgenden sechs Monaten ausgeglichen wurde. Ob allein der Kopforthese diese Verbesserung zugeschrieben werden kann, kann anhand des vorliegenden Probandenkollek-

tivs nicht geklärt werden, da eine geeignete Vergleichsgruppe mit Lagerungsplagiozephalus, aber ohne Helmtherapie bisher im CFCW-Projekt noch nicht rekrutiert wurde.

Es ist hier nochmals darauf hinzuweisen, dass die relativ kleine Stichprobe keine hinreichende Aussagekraft hat und die Analysen deshalb eher hypothesengenerierenden Charakter tragen. Für verallgemeinerungsfähige Aussagen wären Untersuchungen größerer Stichproben mit ausgewogener Geschlechterverteilung sowie eine systematische Erfassung anderer begleitender Therapieformen von Vorteil. Auch könnte die Symmetrisierungstendenz ohne Helmtherapie evaluiert werden.

Die vorliegende Arbeit kann als Basis für weiterführende Studien dienen, da sie erstmalig Untersuchungsdaten zur vorsprachlichen und frühen sprachlichen Entwicklung von Säuglingen mit Lagerungsplagiozephalus liefert.

Literaturverzeichnis

American Academy of Pediatrics AAP Task Force on Infant Positioning and SIDS: Positioning and SIDS (1992). In: *Pediatrics* 89 (6 Pt 1), S. 1120–1126.

Argenta, L.; David, L.; Thompson, J. (2004): Clinical classification of positional plagiocephaly. In: *J Craniofac Surg* 15 (3), S. 368–372.

Bayley, N. (1993): Bayley scales of infant development. 2nd. San Antonio, Tex.; Toronto: Psychological Corporation.

Bialocerkowski, A. E.; Vladusic, S. L.; Howell, S. M. (2005): Conservative interventions for positional plagiocephaly: a systematic review. In: *Dev Med Child Neurol* 47 (8), S. 563–570.

Birr, M. (2009): Melodiekomplexität – ein geeigneter Frühindikator potentieller Sprachentwicklungsstörungen bei Säuglingen mit orofazialen Spalten? Melodiestrukturanalysen in Lautäußerungen der ersten zwölf Lebenswochen. Dissertation. Julius-Maximilians-Universität Würzburg.

Blecher, C.; Howaldt, H.-P. (1998): Behandlung nicht-synostotischer, kindlicher Schädeldeformitäten mit dynamischen Kopforthesen. In: *Mund Kiefer Gesichtschir* 2 (Suppl 2): S. 81–85.

Brenner, D. J.; Hall, E. J. (2007): Computed tomography--an increasing source of radiation exposure. In: *N. Engl. J. Med* 357 (22), S. 2277–2284.

Clarren, S. K. (1981): Plagiocephaly and torticollis: etiology, natural history, and helmet treatment. In: *J. Pediatr* 98 (1), S. 92–95.

Davis, B. E.; Moon, R. Y.; Sachs, H. C.; Ottolini, M. C. (1998): Effects of sleep position on infant motor development. In: *Pediatrics* 102 (5), S. 1135–1140.

Doil, H. (2002): Die Sprachentwicklung ist der Schlüssel. Frühe Identifikation von Risikokindern im Rahmen kinderärztlicher Vorsorgeuntersuchungen, Bielefeld.

Dokou, P. (2007): Über die Bedeutung von Melodie und Rhythmus in der vor-sprachlichen Entwicklung von Säuglingen unter besonderer Berücksichtigung der spezifischen Bedürfnisse von Kindern mit orofazialen Spalten. Ein Beitrag zur Entwicklung geeigneter Frühförderkonzepte. Dissertation. Julius-Maximilians-Universität Würzburg.

Dörhage, K. (2010): Klinische Bedeutung, Prophylaxe und Therapie der lagebedingten Plagiozephalie. In: *Manuelle Medizin* 2010, 48:135–140 DOI 10.1007/s00337-010-0748-0, S. 135–140.

Dunn, P. M. (1976): Congenital postural deformities. In: *Br. Med. Bull* 32 (1), S. 71–76.

Edwards, S.; Fletcher, P.; Garman, M.; Hughes, A.; Letts, C.; Sinka, I. (1997): Reynell Developmental Language Scales, 3rd edn. The NFER-Nelson, Windsor.

Feldman, H. M.; Dollaghan, C. A.; Campbell, T. F.; Colborn, D. K.; Janosky, J.; Kurs-Lasky, M. et al. (2003): Parent-reported language skills in relation to otitis media during the first 3 years of life. In: *J. Speech Lang. Hear. Res* 46 (2), S. 273–287.

Franke, U. (2004): Logopädisches Handlexikon. 7. Auflage. München Basel: Ernst Reinhardt Verlag.

Fuamenya, N. A. (2011): Quantitative Analyse von subharmonischen und Geräuschphänomenen in Vokalisationen junger Säuglinge: Vergleich von Säuglingen mit und ohne orofaziale Spaltbildungen. Dissertation. Julius-Maximilians-Universität Würzburg.

Golden, K. A.; Beals, S. P.; Littlefield, T. R.; Pomatto, J. K. (1999): Sternocleidomastoid imbalance versus congenital muscular torticollis: their relationship to positional plagiocephaly. In: *Cleft Palate Craniofac. J.* 36 (3), S. 256–261.

Graham, J. M.; Gomez, M.; Halberg, A.; Earl, D. L.; Kreutzman, J. T.; Cui, J.; Guo, X. (2005): Management of deformational plagiocephaly: repositioning versus orthotic therapy. In: *J. Pediatr* 146 (2), S. 258–262.

Grimm, H.; Doil, H. (2000): Elternfragebögen für die Früherkennung von Risikokindern (ELFRA-1 und ELFRA-2). Hg. v. Hogrefe. Göttingen.

Hell, B. (1995): 3D sonography. In: *Int J Oral Maxillofac Surg* 24 (1 Pt 2), S. 84–89.

Hoff-Ginsberg, E. (1993): Pathologies and disorders of language development. In: Blanken, G., Dittmann, J., Grimm, H., Marshall, J., Wallesch, C. –W. (Hrsg.) *Linguistic disorders and pathologies: An international handbook*, S. 558–573. de Gruyter. Berlin.

Hönn, M.; Göz, G. (2007): [The ideal of facial beauty: a review]. In: *J Orofac Orthop* 68 (1), S. 6–16.

Hutchison, B. L.; Hutchison, L. A.; Thompson, J. M.; Mitchell, E. A. (2004): Plagiocephaly and brachycephaly in the first two years of life: a prospective cohort study. In: *Pediatrics* 114 (4), S. 970–980.

Hutchison, B. L.; Stewart, A. W.; Chalain, T. de; Mitchell, E. A. (2012): Serial developmental assessments in infants with deformational plagiocephaly. In: *J Paediatr Child Health* 48 (3), S. 274–278.

Hutchison, B. L.; Stewart, A. W.; Mitchell, E. A. (2011): Deformational plagiocephaly: a follow-up of head shape, parental concern and neurodevelopment at ages 3 and 4 years. In: *Arch. Dis. Child* 96 (1), S. 85–90.

Hutchison, B. L.; Thompson, J. M.; Mitchell, E. A. (2003): Determinants of non-synostotic plagiocephaly: a case-control study. In: *Pediatrics* 112 (4), S. e316.

Kabbani, H.; Raghuveer, T. S. (2004): Craniosynostosis. In: *Am Fam Physician* 69 (12), S. 2863–2870.

Kalra, R.; Walker, M. L. (2012): Posterior plagiocephaly. In: *Childs Nerv Syst* 28 (9), S. 1389–1393.

- Kiening, D. (2011):** Ausgewählte Aspekte der sprachlichen Mutter-Kind-Interaktion bei 2-jährigen Kindern mit spätem Sprechbeginn. Dissertation. Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Kim, S.-Y; Park, M.-S; Yang, J.-I; Yim, S.-Y (2013):** Comparison of helmet therapy and counter positioning for deformational plagiocephaly. In: *Ann Rehabil Med* 37 (6), S. 785–795.
- Kordestani, R. K.; Patel, S.; Bard, D. E.; Gurwitch, R.; Panchal, J. (2006):** Neu-rodevelopmental delays in children with deformational plagiocephaly. In: *Plast. Reconstr. Surg* 117 (1), S. 207-18; discussion S. 219-20.
- Korpilahti, P.; Saarinen, P.; Hukki, J. (2012):** Deficient language acquisition in children with single suture craniosynostosis and deformational posterior plagiocephaly. In: *Childs Nerv Syst* 28 (3), S. 419–425.
- Lipira, A. B.; Gordon, S.; Darvann, T. A.; Hermann, N. V.; van Pelt, A. E.; Naidoo, S. D. et al. (2010):** Helmet versus active repositioning for plagiocephaly: a three-dimensional analysis. In: *Pediatrics* 126 (4), S. e936-45.
- Locke, J. L. (1989):** Babbling and early speech: continuity and individual differences. *First Language*, 9, S. 191-206.
- Loveday, B. P.; de Chalain, T. B. (2001):** Active counterpositioning or orthotic device to treat positional plagiocephaly? In: *J Craniofac Surg* 12 (4), S. 308–313.
- McKinney, C. M.; Cunningham, M. L.; Holt, V. L.; Leroux, B.; Starr, J. R. (2009):** A case-control study of infant, maternal and perinatal characteristics associated with deformational plagiocephaly. In: *Paediatr Perinat Epidemiol* 23 (4), S. 332–345.
- Meyer-Marcotty, P.; Böhm, H.; Linz, C.; Kochel, J.; Stellzig-Eisenhauer, A.; Schweitzer, T. (Hg.) (2013):** Three-dimensional analysis of cranial growth from 6 to 12 months of age. *The European Journal of Orthodontics Advance Access published March 15, 2013* (doi:10.1093/ejo/cjt010).
- Meyer-Marcotty, P.; Böhm, H.; Linz, C.; Kunz, F.; Keil, N.; Stellzig-Eisenhauer, A.; Schweitzer, T. (2012):** Head orthosis therapy in infants with unilateral positional plagiocephaly: an interdisciplinary approach to broadening the range of orthodontic treatment. In: *J Orofac Orthop* 73 (2), S. 151–165.
- Miller, R. I.; Clarren, S. K. (2000):** Long-term developmental outcomes in patients with deformational plagiocephaly. In: *Pediatrics* 105 (2), S. E26.
- Mortenson, P.; Steinbok, P.; Smith, D. (2012):** Deformational plagiocephaly and orthotic treatment: indications and limitations. In: *Childs Nerv Syst* 28 (9), S. 1407–1412.
- Moss, S. D. (1997):** Nonsurgical, nonorthotic treatment of occipital plagiocephaly: what is the natural history of the misshapen neonatal head? In: *J. Neurosurg* 87 (5), S. 667–670.
- Mulliken, J. B.; Vander Woude, D. L.; Hansen, M.; LaBrie, R. A.; Scott, R. M. (1999):** Analysis of posterior plagiocephaly: deformational versus synostotic. In: *Plast. Reconstr. Surg.* 103 (2), S. 371–380.

- Netherway, D. J.; Abbott, A. H.; Gulamhuseinwala, N.; McGlaughlin, K. L.; Anderson, P. J.; Townsend, G. C.; David, D. J. (2006):** Three-dimensional computed tomography cephalometry of plagiocephaly: asymmetry and shape analysis. In: *Cleft Palate Craniofac. J* 43 (2), S. 201–210.
- Nilesh, K.; Mukherji, S. (2013):** Congenital muscular torticollis. In: *Ann Maxillofac Surg* 3 (2), S. 198–200.
- Ostermann, T. (2010):** Die Analyse segmentierter vorsprachlicher Melodiestrukturen von Säuglingen mit orofazialen Spalten im Alter von 2-3 Monaten. Dissertation. Julius-Maximilians-Universität Würzburg.
- Panchal, J.; Amirshaybani, H.; Gurwitsch, R.; Cook, V.; Francel, P.; Neas, B.; Levine, N. (2001):** Neurodevelopment in children with single-suture craniosynostosis and plagiocephaly without synostosis. In: *Plast. Reconstr. Surg* 108 (6), S. 1492-8; discussion S. 1499-500.
- Persing, J.; James, H.; Swanson, J.; Kattwinkel, J. (2003):** Prevention and management of positional skull deformities in infants. American Academy of Pediatrics Committee on Practice and Ambulatory Medicine, Section on Plastic Surgery and Section on Neurological Surgery. In: *Pediatrics* 112 (1 Pt 1), S. 199–202.
- Piaget, J.; Inhelder, B. (1986):** Die Psychologie des Kindes. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.
- Plank, L. H.; Giavedoni, B.; Lombardo, J. R.; Geil, M. D.; Reisner, A. (2006):** Comparison of infant head shape changes in deformational plagiocephaly following treatment with a cranial remolding orthosis using a non-invasive laser shape digitizer. In: *J Craniofac Surg* 17 (6), S. 1084–1091.
- Pogliani, L.; Mameli, C.; Fabiano, V.; Zuccotti, G. V. (2011):** Positional plagiocephaly: what the pediatrician needs to know. A review. In: *Childs Nerv Syst* 27 (11), S. 1867–1876.
- Renfrew, C. E. (1995):** Word Finding Vocabulary Test, 4th edn. Speecmark, Bicester.
- Reuner, G. Rosenkranz, J.; Pietz J.; Horn, R. (2008):** Bayley-II. Deutsche Version. 2. korrigierte Auflage. Frankfurt.
- Roby, B. B.; Finkelstein, M.; Tibesar, R. J.; Sidman, J. D. (2012):** Prevalence of positional plagiocephaly in teens born after the "Back to Sleep" campaign. In: *Otolaryngol Head Neck Surg* 146 (5), S. 823–828.
- Rogers, G.F.; Miller, J.; Mulliken, J. B. (2008):** Comparison of a modifiable cranial cup versus repositioning and cervical stretching for the early correction of deformational posterior plagiocephaly. In: *Plast. Reconstr. Surg* 121 (3), S. 941–947.
- Schaaf, H.; Malik, C. Y.; Streckbein, P.; Pons-Kuehnemann, J.; Howaldt, H.-P; Wilbrand, J.-F (2010):** Three-dimensional photographic analysis of outcome after helmet treatment of a nonsynostotic cranial deformity. In: *J Craniofac Surg* 21 (6), S. 1677–1682.

- Schwenzer, N.; Ehrenfeld, M. (2011):** Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme (Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde, 2).
- Shipster, C.; Hearst, D.; Somerville, A.; Stackhouse, J.; Hayward, R.; Wade, A. (2003):** Speech, language, and cognitive development in children with isolated sagittal synostosis. In: *Dev Med Child Neurol* 45 (1), S. 34–43.
- Singh, A.; Wacogne, I. (2008):** What is the role of helmet therapy in positional plagiocephaly? In: *Arch. Dis. Child* 93 (9), S. 807–809.
- Speltz, M. L.; Collett, B. R.; Stott-Miller, M.; Starr, J. R.; Heike, C.; Wolfram-Aduan, A. M. et al. (2010):** Case-control study of neurodevelopment in deformational plagiocephaly. In: *Pediatrics* 125 (3), S. e537-42.
- Speltz, M. L.; Kapp-Simon, K. A.; Collett, B.; Keich, Y.; Gaither, R.; Craddock, M. M. et al. (2007):** Neurodevelopment of infants with single-suture craniosynostosis: presurgery comparisons with case-matched controls. In: *Plast. Reconstr. Surg* 119 (6), S. 1874–1881.
- Speltz, M. L.; Kapp-Simon, K. A.; Cunningham, M.; Marsh, J.; Dawson, G. (2004):** Single-suture craniosynostosis: a review of neurobehavioral research and theory. In: *J Pediatr Psychol* 29 (8), S. 651–668.
- Steinbok, P.; Lam, D.; Singh, S.; Mortenson, P. A.; Singhal, A. (2007):** Long-term outcome of infants with positional occipital plagiocephaly. In: *Childs Nerv Syst* 23 (11), S. 1275–1283.
- Suchodoletz, W. von (2003):** Umschriebene Sprachentwicklungsstörungen. Monatsschrift, Kinderheilkunde 151, S. 31-37.
- Teichgraeber, J. F.; Ault, J. K.; Baumgartner, J.; Waller, A.; Messersmith, M.; Gateño, J. et al. (2002):** Deformational posterior plagiocephaly: diagnosis and treatment. In: *Cleft Palate Craniofac. J* 39 (6), S. 582–586.
- Tomblin, J. B.; Records, N. L.; Zhang, X. (1996):** A system for the diagnosis of specific language impairment in kindergarten children. In: *J Speech Hear Res* 39 (6), S. 1284–1294.
- Vihman, M. M. (1996):** Phonological Development – The Origins of Language in the Child. 1. Auflage, Cambridge, Oxford: Blackwell Publishers.
- Voigt, M.; Schneider, K. T. M.; Jährig, K. (1996):** Analyse des Geburtsgutes des Jahrgangs 1992 der Bundesrepublik Deutschland. Teil 1: Neue Perzentilwerte für die Körpermaße von Neugeborenen. *Geburtshilfe Frauenheilkd* 56: S. 550-8.
- Wermke, K. (2002):** Untersuchung der Melodieentwicklung im Säuglingsschrei von monozygoten Zwillingen in den ersten 5 Lebensmonaten. Humboldt-Universität zu Berlin, Habilitationsschrift.
- Wermke, K. (2008):** Melodie und Rhythmus in Babylauten und ihr potenzieller Wert zur Frühindikation von Sprachentwicklungsstörungen. *Interdisziplinär*, 16 (3), S. 190-195.

Wermke, K.; Leising, D.; Stellzig-Eisenhauer, A. (2007): Relation of melody complexity in infants' cries to language outcome in the second year of life: a longitudinal study. *Clinical linguistics & phonetics*, 21, S. 961-973.

Wermke, K.; Mende, W. (2009): Musical elements in human infants' cries: In the beginning is the melody. *Musicae Scientiae*, Special issue on Music and Evolution, S. 151-173.

Wermke, K.; Mende, W. (Hg.) (2011): From emotion to notion. The importance of melody. In: *Handbook of Social Neuroscience*. Decety, J., Cacioppo, J. (Hrsg.). New York: Oxford University Press.

Wilbrand, J.-F.; Wilbrand, M.; Malik, C. Y.; Howaldt, H. P.; Streckbein, P.; Schaaf, H.; Kerkmann, H. (2012): Complications in helmet therapy. In: *J Craniomaxillofac Surg* 40 (4), S. 341–346.

Willenborg, H. (2011): Therapie bei Plagiozephalus. „Back to sleep“ plus „tummy time“. In: *pädiatrie hautnah* 23 (4), S.300-309.

Xia, James J.; Kennedy, K. A.; Teichgraeber, J. F.; Wu, K. Q.; Baumgartner, J. B.; Gateno, J. (2008): Nonsurgical treatment of deformational plagiocephaly: a systematic review. In: *Arch Pediatr Adolesc Med* 162 (8), S. 719–727.

Danksagung

Zuerst möchte ich mich ganz herzlich bei Frau Prof. Dr. Kathleen Wermke, Leiterin des Zentrums für Vorsprachliche Entwicklung und Entwicklungsstörungen der Poliklinik für Kieferorthopädie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg bedanken. Sie ermöglichte mir nach der Mitarbeit im ZVES im Rahmen meiner Abschlussarbeit des Studiums der Sprachheilpädagogik (M.A.) auch meine Dissertation im ZVES anzufertigen.

Vielen Dank für Ihre hervorragende fachliche Betreuung, Ihr außerordentliches Engagement, viele „geopferte“ Stunden, Ihre konstruktive Kritik und Ihre zahlreichen fachlichen Anregungen.

Bei Frau Prof. Dr. Angelika Stellzig-Eisenhauer (Direktorin der Poliklinik für Kieferorthopädie) bedanke ich mich für die Möglichkeit, als Zahnärztin an dieser reizvollen Forschungsthematik mitzuarbeiten. Außerdem gebührt den am interdisziplinären Forschungsprojekt (IZKF-Studiennr. F-164) beteiligten Ärzten Herrn Priv.-Doz. Dr. Philipp Meyer-Marcotty (Oberarzt an der Poliklinik für Kieferorthopädie), Herrn Dr. Tilmann Schweitzer (Oberarzt an der Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie, Sektion für pädiatrische Neurochirurgie) und Herrn Dr. Dr. Hartmut Böhm (Oberarzt an der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie) Dank für die Überlassung der erhobenen Daten und für die Zusammenarbeit. Frau Sandra Habel danke ich herzlich für ihre Hilfe bei der Recherche der benötigten Informationen und Erhebung der Bayley-Daten.

Bei Herrn Prof. Dr. Ralf-Ingo Ernestus bedanke ich mich für die Übernahme und die Erstellung des Zweitgutachtens.

Herrn Peter Wermke (Rechenzentrum der Universität Würzburg) sei herzlich für die Bereitstellung des von ihm entwickelten Cry-Data-Analysis-Program (CDAP[®]) zur Analyse der Säuglingsvokalisationen und für seine raschen Hilfestellungen bei Formatierungsfragen gedankt.

Zudem danke ich Hanna, Lisa Carolin, Annette und Marie-Christine für die gegenseitige Unterstützung im „CFCW-Team“ und die angenehme Zusammenarbeit am ZVES und den Eltern der an dem Forschungsprojekt beteiligten Probanden für die Teilnahme an dieser Studie.

Meiner Familie und Tobias danke ich dafür, immer ein offenes Ohr für mich gehabt zu haben.