

Aus der Klinik für Kieferorthopädie

Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar

Direktor: Univ. - Prof. Dr. J. A. Lisson

# **Überprüfung der Stabilität von Behandlungsergebnissen nach kieferorthopädischer Frühbehandlung**

**Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnheilkunde**

**der Medizinischen Fakultät**

**der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES**

2024

vorgelegt von: Ines Loef

geb. am: 19.07.1983

Tag der Promotion: 14.05.2025

Dekan: Prof. Dr. Matthias Hannig

1. Berichterstatter: Prof. Dr. J. A. Lisson

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Stefan Wagenpfeil

***Meiner Familie***

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>1</b>
1.1	Deutsche Zusammenfassung .....	1
1.2	Abstract .....	2
<b>2</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>4</b>
2.1	Die kieferorthopädische Behandlung .....	4
2.2	Kieferorthopädische Indizes .....	4
2.2.1	Kieferorthopädische Indikationsgruppen .....	5
2.2.2	Index of Orthodontic Treatment Need (IOTN) .....	5
2.2.3	Peer Assessment Rating Index (PAR-Index) .....	6
2.3	Die kieferorthopädische Frühbehandlung .....	7
2.4	Die kieferorthopädische Therapie mit frühem Behandlungsbeginn.....	8
2.5	Die kieferorthopädische Hauptbehandlung .....	8
2.5.1	Die kombiniert kieferorthopädisch - kieferchirurgische Behandlung .....	8
2.6	Kieferorthopädische Behandlungsgeräte .....	9
2.6.1	Herausnehmbare Apparaturen .....	9
2.6.2	Festsitzende Apparaturen .....	10
2.7	Gesellschaftliche Debatte zur Frühbehandlung .....	11
2.8	Ziel der Arbeit.....	11
<b>3</b>	<b>MATERIAL UND METHODIK .....</b>	<b>12</b>
3.1	Ethikantrag .....	12
3.2	Patientengut.....	12

3.3	Modelle.....	14
3.4	Modellanalyse .....	14
3.4.1	Kieferorthopädische Indikationsgruppen (KIG).....	14
3.4.2	Index of Orthodontic Treatment Need (IOTN) .....	17
3.4.3	Peer Assessment Rating (PAR-Index) .....	19
3.5	Statistik.....	22
<b>4</b>	<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>23</b>
4.1	Allgemeine Untersuchungen .....	23
4.1.1	Alter .....	23
4.1.2	Aktive Behandlungsdauer .....	23
4.1.3	Geräteanzahl .....	23
4.1.4	Behandlerwechsel .....	23
4.2	Korrelation der Untersuchungen .....	24
4.3	KIG .....	25
4.3.1	Häufigkeiten.....	25
4.3.2	Änderung der KIG-Einstufung zwischen den Untersuchungszeitpunkten .....	26
4.3.3	Korrelation .....	27
4.3.4	Zusammenfassung.....	28
4.4	IOTN.....	29
4.4.1	Häufigkeiten.....	29
4.4.2	Änderung der IOTN-Einstufung .....	30
4.4.3	Korrelation .....	31
4.4.4	Zusammenfassung.....	32

4.5	PAR.....	33
4.5.1	Mittelwert allgemein.....	33
4.5.2	Änderung zu den Zeitpunkten .....	33
4.5.3	Korrelation .....	34
4.5.4	PAR-Einzelkomponenten .....	35
4.5.5	Zusammenfassung .....	40
<b>5</b>	<b>DISKUSSION .....</b>	<b>41</b>
5.1	Patientengut und Methode .....	41
5.2	Ergebnisse .....	42
5.2.1	Alter .....	42
5.2.2	Aktive Behandlungsdauer .....	43
5.2.3	Geräteanzahl .....	43
5.2.4	Behandlerwechsel .....	44
5.2.5	Korrelation der Untersuchungen .....	44
5.2.6	KIG.....	44
5.2.7	IOTN .....	46
5.2.8	PAR .....	47
5.3	Einordnung der Ergebnisse in die aktuelle gesellschaftliche Debatte .....	48
5.4	Schlussfolgerungen .....	50
<b>6</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>52</b>
<b>7</b>	<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>57</b>
<b>8</b>	<b>QUELLENVERZEICHNIS.....</b>	<b>57</b>

<b>9</b>	<b>DANKSAGUNG .....</b>	<b>58</b>
<b>10</b>	<b>LEBENS LAUF .....</b>	<b>59</b>

# 1 Zusammenfassung

## 1.1 Deutsche Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit ist die Beurteilung eines neuen oder wiederkehrenden kieferorthopädischen Behandlungsbedarfs nach erfolgreich abgeschlossener Frühbehandlung. Weiterhin soll untersucht werden, ob das Behandlungsergebnis einer Frühbehandlung als erfolgreiche Prävention gelten kann. Auch gilt es zu klären, ob die drei international anerkannten Indizes Kieferorthopädische Indikationsgruppen (KIG), Index of Treatment Need (IOTN) und Peer Assessment Rating (PAR) zur Beurteilung der kieferorthopädischen Frühbehandlung angewendet werden können. Hierfür wurden 70 Patienten zu drei Behandlungszeitpunkten, vor kieferorthopädischer Frühbehandlung, nach erfolgreicher Frühbehandlung und im Rahmen eines Recalls ausgewertet. Es wurden zu allen Zeitpunkten die drei Indizes erhoben und statistisch ausgewertet. Bei den Ergebnissen zum KIG zeigte sich mit 44,3% der frontale Kreuzbiss, gefolgt vom lateralen Kreuzbiss mit 41,4% als häufigste Indikation für die Frühbehandlung. Bei der Hauptbehandlung stellte die Indikation Durchbruchstörungen die größte Gruppe mit 20% dar, gefolgt von einer verkleinerten sagittalen Frontzahnstufe mit 17,1%. Bei Abschluss der Frühbehandlung konnte bei 87,1% der Patienten kein Behandlungsbedarf nach KIG-Richtlinien festgestellt werden. Bei 22% der Patienten konnte dies auch im späten Wechselgebiss bestätigt werden. Bei Betrachtung der KIG-Einstufungen zwischen den drei Zeitpunkten konnte ein Zusammenhang zwischen einem transversalen Defizit zu Beginn der Untersuchung und einer Retention bei der Nachuntersuchung  $t_2$  festgestellt werden. Es konnte auch ein Zusammenhang zwischen einer verkleinerten sagittalen Frontzahnstufe zu  $t_0$  und einem Platzdefizit zu  $t_2$  festgestellt werden. Analog zum KIG stellte sich beim IOTN zu Beginn der Frühbehandlung der frontale bzw. laterale Kreuzbiss mit 52,9% am häufigsten dar. Bei  $t_1$  konnte bei 51,5% der Patienten kein Behandlungsbedarf festgestellt werden. Dies konnte bei zehn Patienten zum Zeitpunkt  $t_2$  bestätigt werden. Die häufigste Anomalie zum Zeitpunkt  $t_2$  war mit 21,4% eine Retention, gefolgt von einem Kreuzbiss mit 15,7% und einer Kontaktpunktverschiebung  $>2\text{mm}$ , jedoch  $\leq 4\text{mm}$  mit 12,9%. Auch hier zeigt sich der Zusammenhang zwischen einem anfänglichen Kreuzbiss und einer späteren Retention. Der durchschnittliche Ausgangs-PAR-Wert lag bei 13,36 Punkten. 53 Patienten zeigten eine Verbesserung der PAR-Summe bei  $t_1$ , bei 41 Patienten wurde auch zum Zeitpunkt  $t_2$  eine geringere PAR-Summe ermittelt als zu Beginn. Vor allem die Verbesserung der Okklusion transversal und sagittal zwischen  $t_0$  und  $t_1$  konnte zum Zeitpunkt  $t_2$  bestätigt werden. Lediglich eine Verschlechterung für die Kontaktpunktabweichung war sowohl im Oberkiefer als auch im Unterkiefer erkennbar.

Die Ergebnisse der Studie lassen den präventiven Charakter der kieferorthopädischen Frühbehandlung erkennen, was sich mit den Empfehlungen der Deutschen Fachgesellschaft für Kieferorthopädie e.V. deckt. Allerdings wird die Beurteilung durch die nur bedingte Anwendbarkeit der Indizes im frühen Wechselgebiss limitiert.

### 1.2 Abstract

The aim of this study is to assess new or recurring orthodontic treatment need after successfully completed early orthodontic treatment. Furthermore, it will be investigated, if the results of early orthodontic treatment can be considered as an effective prevention. It also needs to be clarified, if the three indices, the Orthodontic Indication Group (KIG), the Index of Orthodontic Treatment Need (IOTN) and the Peer Assessment Rating (PAR), can be used to assess early orthodontic treatment. For this purpose, 70 patients were evaluated at three specific points in time, before early orthodontic treatment ( $t_0$ ), after successful early treatment ( $t_1$ ) and as part of a recall ( $t_2$ ). The three indices were applied and statistically evaluated at all times.

The result of the KIG showed that frontal crossbite is the most common indication for early orthodontic treatment with 44,3%, followed by lateral crossbite with 41,4%. In the second treatment phase eruption disorders represented as the largest group with 20%, followed by reduced overjets with 17,1%. At the end of early treatment, 87,1% of the patients had no orthodontic treatment need according to the KIG guidelines. For 22% of the patients no treatment need was confirmed in the late mixed dentition. There seems to be a relation between transverse deficit at the beginning of the examination  $t_0$  and tooth retention at the follow up examination  $t_2$ . A connection could also be established between reduced overjet at  $t_0$  and lack of space at  $t_2$ . Analogous to the KIG, the frontal or lateral crossbite was most common with 52,9% when applying the IOTN. After early treatment 51,5% of the patients had no treatment need according to the IOTN guidelines. This was confirmed in ten patients at  $t_2$ . The most common anomaly at  $t_2$  was retention with 21,4%, followed by crossbites with 15,1% and contact point displacements  $>2 \leq 4$ mm with 12,9%. Again, a connection between an initial crossbite and a subsequent retention can be seen. The mean starting PAR value was 13.36 points. 53 patients showed an improvement in the PAR score from  $t_0$  to  $t_1$ , the PAR score of 41 patients was lower at time  $t_2$  than at the beginning. In particular, the improvement in the transverse and sagittal occlusion between  $t_0$  and  $t_1$  was confirmed at time  $t_2$ . Only the displacement scores in both the maxilla and the mandible got worse.

The results of the study reveal the preventive nature of early orthodontic treatment, which is in line with the recommendations of the German Association for Orthodontics. However, the assessment is limited by the limited applicability of the indices in the early mixed dentition.

## 2 Einleitung

### 2.1 Die kieferorthopädische Behandlung

Kieferorthopädie bedeutet übersetzt Heilkunde richtiger Kiefer (*ortho-* griechisch für richtig, gerade und *-pädie* griechisch für Erziehung, Heilkunde). Im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlung werden Abweichungen von der sogenannten Eugnathie behandelt. Eugnathie setzt sich zusammen aus den griechischen Wortstämmen „*eu*“= gut und „*gnathos*“= Kiefer. Eugnathie beschreibt also ein morphologisch, funktionell und ästhetisch vollständig intaktes stomatognathes System. Abweichungen werden als Dysgnathie bezeichnet. Je nach Art und Ausmaß der Dysgnathie sind verschiedene kieferorthopädische Behandlungen indiziert. In der sechsten deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS•6) wurde die Häufigkeit von Zahn- und Kieferfehlstellungen bei annähernd 700 Kindern im Alter von acht und neun Jahren ermittelt. Der Anteil eugnather Gebisse lag bei 0,7 % (Jordan et al., 2023).

Die kieferorthopädische Behandlung kann von verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachtet werden. So kann diese nach dem Zeitpunkt des Maßnahmenbeginns eingeteilt werden. In Deutschland richtet sich die Einteilung nach den Richtlinien der vertragszahnärztlichen Versorgung (Bundesausschuss, 2003). Seit 2002 wird die kieferorthopädische Behandlung nach dem System der Kieferorthopädischen Indikationsgruppen (KIG) eingeteilt, und je nach Behandlungsgrad werden die Kosten von Seiten der gesetzlichen Krankenkassen übernommen.

Andere Länder haben verschiedene Systeme oder Indizes entwickelt, um den kieferorthopädischen Behandlungsgrad beziehungsweise die kieferorthopädische Behandlungsbedürftigkeit einzuteilen. Weit verbreitet sind Indizes in Nordeuropa, insbesondere in Ländern, in denen die kieferorthopädische Behandlung Teil der kassenzahnärztlichen Versorgung ist (Järvinen, 2001). Beispielhaft sei der Index of Orthodontic treatment need (IOTN) genannt, welcher in Großbritannien, Norwegen, Schweden und Österreich zum Teil modifiziert angewandt wird. Auch das deutsche KIG-System ist in Anlehnung an den IOTN entstanden. Ein weiterer international gebräuchlicher Index zur Erhebung des kieferorthopädischen Behandlungsbedarfs ist der Peer Assessment Rating Index (PAR).

### 2.2 Kieferorthopädische Indizes

Es werden nur die kieferorthopädischen Indizes vorgestellt, die für die Studie relevant sind. Eine detaillierte Erläuterung der für die Studie verwendeten Indizes erfolgt im Abschnitt Material und Methode.

### 2.2.1 Kieferorthopädische Indikationsgruppen

In Deutschland gelten seit dem 1. Januar 2002 die vom Bundesausschuss der Zahnärzte und Krankenkassen beschlossenen Kieferorthopädischen Indikationsgruppen. Diese stellen eine Modifizierung der dentalen Komponente des IOTN dar. Unterschieden werden elf Gruppen:

- A: Lippen-Kiefer-Gaumenspalte bzw. andere kraniofaziale Anomalien
- U: Zahnunterzahl
- S: Retention oder Verlagerung
- D: vergrößerte sagittale Frontzahnstufe
- M: verkleinerte sagittale Frontzahnstufe
- O: offener Biss
- B: Bukkal-/Lingualokklusion
- K: Kreuzbiss
- E: Kontaktpunktabweichung
- P: Platzmangel

Diese werden in fünf Behandlungsgrade unterteilt. Bei einem Behandlungsbedarf Grad 3, 4 oder 5 besteht Anspruch auf eine vertragliche Behandlung nach § 29 Absatz 1 Sozialgesetzbuch (SGB) V. Liegen mehrere Befunde vor, erfolgt die Einteilung in die am höchsten gelistete Gruppe mit dem höchsten Schweregrad.

### 2.2.2 Index of Orthodontic Treatment Need (IOTN)

Der 1989 von BROOK und SHAW vorgestellte IOTN unterscheidet eine dentale (Dental Health Component, DHC) und eine ästhetische Komponente (Aesthetic Component, AC) (Brook and Shaw, 1989). Basierend auf der Bewertung von fünf okklusalen Merkmalen (fehlende Zähne, Overjet, Kreuzbiss, Kontaktpunktabweichung, Overbite) wird die dentale Komponente je nach Behandlungsbedarf in fünf Schweregrade unterteilt. Bei einem Grad 5 besteht sehr großer Behandlungsbedarf; Grad 1 bedeutet, dass kein Behandlungsbedarf gegeben ist. Die Einteilung der ästhetischen Komponente erfolgt anhand von zehn Fotos, welche sowohl vom Patienten als auch vom behandelnden Arzt beurteilt werden. Hierbei werden Okklusionsaufnahmen von frontal genutzt und diese entsprechend einer Skala von 1 bis 10 nach Attraktivität gewertet. Evans und Shaw entwickelten die Skala, den sogenannten SCAN (Standardized Continuum of Aesthetic Need), im Rahmen einer Studie, in welcher Photographien von 1000 zwölfjährigen Patienten durch eine Jury bestehend aus sechs Laien bewertet wurden (Evans and Shaw, 1987).

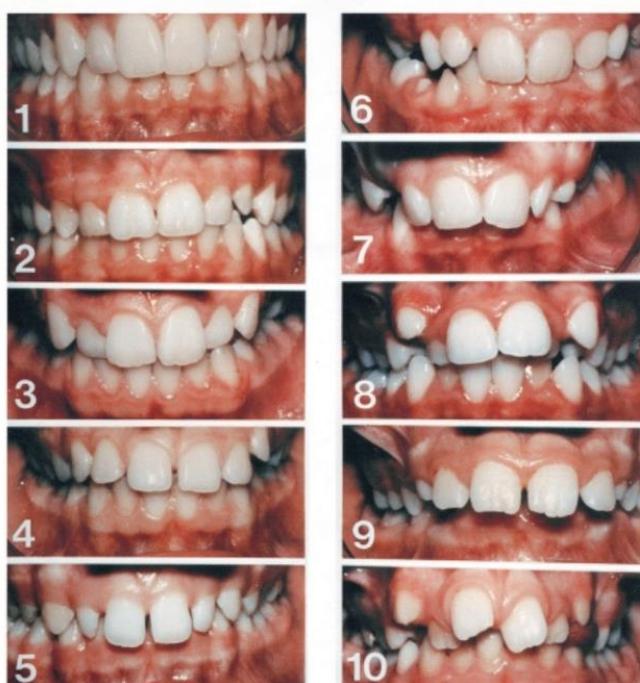


Abbildung 1: Zehn-Punkte-SCAN-Skala nach Evans und Shaw. Quelle: Daniels & Richmond, 2000 (Daniels and Richmond, 2000)

Nach einer Validierung durch 74 Zahnärzte folgte eine Gruppierung der einzelnen DHC- und AC-Grade für eine Einschätzung des kieferorthopädischen Behandlungsbedarfs.

Nach Richmond et al. werden folgende Grade eingeteilt (Richmond et al., 1995):

<b>Aesthetic Component, AC</b>		<b>Dental Health Component, DHC</b>	
Grad 1 – 4	kein oder geringer Therapiebedarf	Grad 1, 2	kein Therapiebedarf
Grad 5 – 7	grenzwertiger Therapiebedarf	Grad 3	grenzwertiger Therapiebedarf
Grad 8 – 10	Therapiebedarf	Grad 4, 5	definitiver Therapiebedarf

Tabelle 1: Einstufung der dentalen und ästhetischen Komponente des IOTN in Grade nach Richmond.

Der so entstandene Index of orthodontic treatment need (IOTN) fasst die DAC- und AC-Grade zusammen und wird heutzutage zur Bestimmung der Behandlungsnotwendigkeit einer Population verwendet.

### 2.2.3 Peer Assessment Rating Index (PAR-Index)

Der PAR-Index wurde 1992 von RICHMOND et al. entwickelt (Richmond et al., 1992a). Beurteilt werden sieben Komponenten:

- Kontaktpunktverlagerungen in der Ober- und Unterkieferfront
- Rechte und linke bukkale Okklusion
- Sagittale Frontzahnstufe (Overjet)
- Vertikale Frontzahnstufe (Overbite)
- Mittellinienabweichung

Alle Komponenten werden unterschiedlich gewichtet. Entsprechend des Ausmaßes der Abweichung von der idealen Okklusion bzw. Zahnbogenform werden je Komponente Punkte vergeben. Multipliziert mit dem entsprechenden Gewichtungsfaktor werden die Punkte zu einer Gesamtsumme addiert. Je höher die Gesamtsumme, desto höher ist der kieferorthopädische Behandlungsbedarf. Durch Vergleich der PAR - Summe zu Beginn und am Ende der Behandlung lässt sich eine Aussage über den Behandlungserfolg treffen. Es werden nur Zähne der zweiten Dentition berücksichtigt.

### 2.3 Die kieferorthopädische Frühbehandlung

Die kieferorthopädische Frühbehandlung beginnt bereits vor der späten Wechselgebissphase. Sie dient dazu, eine Verstärkung und Manifestation einer Dysgnathie zu verhindern oder eine Wachstumshemmung aufzuheben (Kahl-Nieke, 2008). Mit entsprechenden Behandlungsgeschäften kann außerdem gezielt das physiologische Wachstum gefördert werden. Im Rahmen der vertragszahnärztlichen Versorgung besteht die Möglichkeit einer kieferorthopädischen Frühbehandlung laut den Richtlinien in der ab 1.1.2004 gültigen Fassung (Schopf, 2013):

- „bei einer Unterkieferrücklage mit einer Frontzahnstufe  $> 9$  mm,
- beim ein- oder beidseitigen lateralen Kreuz- oder Zwangsbiss im Milch- und frühen Wechselgebiss, wenn dieser durch präventive Maßnahmen (Einschleifen) nicht zu korrigieren ist und die Therapie dem Gebot der Wirtschaftlichkeit und Zweckmäßigkeit entspricht,
- bei einer Bukkalokklusion (Nonokklusion) oder einem frontalen Kreuzbiss permanenter Zähne,
- beim prognen Zwangsbiss sowie
- beim Öffnen von Lücken, wenn die Raumeinengung größer 3 mm.“

In den genannten Ausnahmefällen sind kieferorthopädische Maßnahmen bereits im Gebiss der ersten Dentition oder im frühen Wechselgebiss medizinisch sinnvoll.

Im Rahmen der Frühbehandlung wird nur die KIG-auslösende Anomalie therapiert. Die Behandlungsdauer ist auf sechs Quartale begrenzt. Für die kieferorthopädische Frühbehandlung sind lediglich die KIG-Einstufungen D5, M4, M5, K3, K4, P3, P4 relevant.

## 2.4 Die kieferorthopädische Therapie mit frühem Behandlungsbeginn

Die kieferorthopädische Therapie mit frühem Behandlungsbeginn, die sogenannte Frühe Behandlung, ermöglicht einen Beginn im frühen Wechselgebiss mit Fortführung der Behandlung im späten Wechselgebiss nach einer eingelegten Behandlungspause während der Ruhephase des Zahnwechsels.

In den Richtlinien für die kieferorthopädische Behandlung sind folgende Ausnahmen für eine Frühe Behandlung festgelegt: KIG A5, O5, M4/M5 sowie verletzungsbedingte Kieferfehlstellungen (z.B. nach Collumfraktur).

## 2.5 Die kieferorthopädische Hauptbehandlung

Die kieferorthopädische Hauptbehandlung wird auch als Regelbehandlung bezeichnet. Sie findet bei Patienten im späten Wechselgebiss statt, welche das 18. Lebensjahr noch nicht vollendet haben. Oft beginnt sie mit einer Vorbehandlung mit einer herausnehmbaren Apparatur, gefolgt von der Behandlung mittels Multiband. Die Richtlinien sehen eine Behandlungsdauer von zwölf Behandlungsquartalen vor. Verlängerungen sind in Ausnahmefällen möglich und bedürfen eines Verlängerungsantrages. Über dem 18. Lebensjahr sehen die Richtlinien eine Übernahme der Behandlungskosten von Seiten der GKV nur in Kombination mit einer kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Therapie vor.

Für die Übernahme der Therapiekosten zu Lasten der GKV muss die Einstufung A5, U4, S4/S5, D4/D5, M4/M5, O3/O4/O5, T3, B4, K3/K4, E3/E4 oder P3/P4 vorliegen.

### 2.5.1 Die kombiniert kieferorthopädisch - kieferchirurgische Behandlung

Nach Wachstumsabschluss oder bei ausgeprägten skelettalen Kieferanomalien ist in der Regel ein konservatives Vorgehen mit rein kieferorthopädischen Behandlungsmaßnahmen nicht zielführend. In solchen Fällen ist eine kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Behandlung indiziert. Diese bedarf einer engen interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Kieferorthopäden und Kieferchirurgen.

Meist kommt es bei ausgeprägten skelettalen Abweichungen zu einer dentoalveolären Kompensation, welche zunächst durch eine orthodontische Vorbehandlung rückgängig gemacht

werden muss. Liegen anfangs bereits kongruente Zahnbögen vor, kann direkt mit der chirurgischen Verlagerung der Kieferbasen begonnen werden. Durch dieses sogenannte Surgery-first-Vorgehen kann die Behandlungsdauer verkürzt werden (Huang et al., 2014).

Anomalien, die eine kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Behandlung erfordern, sind laut Richtlinien

- Angeborene Missbildungen des Gesichtes und der Kiefer
- Skelettale Dysgnathien
- Verletzungsbedingte Kieferfehlstellungen

und somit eine Einstufung in die Indikationsgruppe A5, D4 oder D5, M4 oder M5, O5, B4 oder K4.

## 2.6 Kieferorthopädische Behandlungsgeräte

Kieferorthopädische Behandlungsgeräte können in herausnehmbare und festsitzende Apparaturen unterteilt werden. Aufgrund der Vielzahl an Behandlungsapparaturen werden im Folgenden nur einzelne Geräte vorgestellt, die typischerweise für Frühbehandlungen verwendet werden.

### 2.6.1 Herausnehmbare Apparaturen

Zu den herausnehmbaren Apparaturen gehören unter anderem die Plattenapparatur, die Funktionskieferorthopädischen Geräte, die Delaire-Maske sowie der Headgear und der Lipbumper. Kieferorthopädische Plattenapparaturen bestehen aus einem Plattenkörper aus Kunststoff und verschiedenen aktiven und passiven Drahtelementen sowie Hilfsmitteln wie z.B. Transversalschrauben. Sie können neben der Haltefunktion auch zur aktiven Zahnbewegung sowie zur Expansion des Kiefers genutzt werden. Klassische Anwendungen der Plattenapparaturen sind die Transversalerweiterung im Oberkiefer, die Bewegung einzelner Zähne in der sagittalen und transversalen Ebene sowie die Retention nach einer aktiven kieferorthopädischen Behandlung (Lisson and Hourfar, 2017).

Funktionskieferorthopädische Geräte sind bignathe Behandlungsapparaturen, welche ihre morphologische Wirkung durch Umstellung der Muskelfunktion erzielen. Das Prinzip beruht dabei auf einer gezielten Änderung des myofunktionellen Gleichgewichts durch Abschirmung oder Entlastung. Durch neuromuskuläre Adaptation erfolgt eine morphologische Anpassung

und schließlich eine korrigierte skelettale Relation der Kieferbasen. Die Wirkungsweise beruht dabei auf dentoalveolären und skelettalen Effekten (Fränkel, 1992).

Die Delaire-Maske wirkt wachstumsfördernd auf das Mittelgesicht und wird bei Patienten mit skelettaler Klasse III angewendet. Durch eine Abstützung an Stirn und Kinn kann über Gummizüge eine ventrale Zugrichtung auf den Oberkiefer bewirkt werden. Oft wird die Delaire-Maske in Kombination mit einer Gaumennahterweiterungsapparatur (GNE) verwendet. Die GNE Schraube kann dabei im Rahmen des Alt-RAMEC-Protokolls nach Liou geöffnet und wieder geschlossen werden (Foersch et al., 2015; Liou, 2005). Verschiedene Studien konnten belegen, dass die Effektivität der Behandlung mit einer Kombination aus GNE und Gesichtsmaske bei jungen Patienten besser ist (Baccetti et al., 2000; Jäger et al., 2001).

Der Lipbumper ist ein herausnehmbarer Bügel mit Pelotten, welcher mit etwa 2 mm Abstand zur Zahnreihe im unteren Vestibulum verläuft und in spezielle Röhrchen an den Molarenbändern im Unterkiefer eingesetzt wird. Der Lippendruck führt durch die abstehenden Schilde zu einer distalisierenden Kraft auf die Molaren (Harzer, 2011).

Der Headgear ist ein intra-extraorales Gerät für den Oberkiefer, bestehend aus einem Innenbogen und zwei Außenarmen und einem Gummizug um den Nacken (zervikaler Headgear) oder den Kopf (okzipitaler Headgear). Er hat eine distalisierende Wirkung und je nach Zugrichtung zusätzlich eine intrudierende oder extrudierende Kraft auf die Molaren (Kahl-Nieke, 2010). Zudem konnten Papageorgiou et al. eine wachstumshemmende Wirkung auf die Maxilla bei Patienten mit maxillärer Prognathie nachweisen (Papageorgiou et al., 2017).

## 2.6.2 Festsitzende Apparaturen

Zu den festsitzenden Apparaturen gehören die Gaumennahterweiterungsapparatur (GNE), der Transpalatinalbogen sowie die Multibandapparatur. Die Gaumennahterweiterungsapparatur dient der transversalen Erweiterung der Maxilla. Sie wird entweder über Kunststoff als Kappen-GNE an Zähnen der 1. Dentition befestigt oder über Molarenbändern an bleibenden Zähnen. Die transversale Erweiterung wird durch das regelmäßige Verstellen der speziellen Schraube erzielt. Eine Überkorrektur von 2-4 mm wird empfohlen (Diedrich, 2000). Zur Vermeidung eines Rezidivs sollte die GNE mindestens drei Monate in situ verbleiben und anschließend durch eine Retentionsapparatur ersetzt werden (Harzer, 2011).

Der Transpalatinalbogen ist ein palatinal verlaufender Bogen, der an Molarenbändern befestigt wird. Er dient hauptsächlich der Verankerung der Molaren. Je nach Aktivierung kann er auch

zur Molarendistalisation oder -derotation genutzt werden sowie zur Expansion bzw. Reduktion der Zahnbogenbreite (Diedrich, 2000).

Die Multibandapparatur ist eine fest angebrachte Apparatur bestehend aus Bändern, Brackets sowie einem Metallbogen. Die Brackets zeigen eine individuelle Programmierung für jeden Zahn und übertragen die Bogeninformation auf die Zähne. Die Bögen sind in unterschiedlichen Materialien, Dimensionen und Bogenformen erhältlich. Die Brackets können vestibulär oder lingual angebracht werden. Es gibt sie als konventionelle und als selbstlegierende Variante (Ludwig, 2010).

## 2.7 Gesellschaftliche Debatte zur Frühbehandlung

Eine Mitteilung des Bundesrechnungshofs (BRH) im Jahr 2017 entfachte eine öffentliche Diskussion über die kieferorthopädische Versorgung von Kindern und Jugendlichen. Der medizinische Nutzen und die Wirksamkeit kieferorthopädischer Maßnahmen wurden in Frage gestellt. Besonders der Nutzen der kieferorthopädischen Frühbehandlung ist Bestandteil anhaltender Diskussion.

## 2.8 Ziel der Arbeit

Diese Arbeit verfolgt die Überprüfung der Nullhypothese, nach der eine erfolgreich abgeschlossene kieferorthopädische Frühbehandlung im Rahmen der Richtlinien nach SGB V zu keiner weiteren Behandlungsnotwendigkeit derselben Anomalie zu einem späteren Zeitpunkt führt.

Im Rahmen der Überprüfung dieser Nullhypothese soll weiterhin geklärt werden, ob neben dem nur national verwendeten KIG-Index international anerkannte Indizes zur Beurteilung des Behandlungserfolges sinnvoll eingesetzt werden können.

## 3 Material und Methodik

### 3.1 Ethikantrag

Es wurde ein Ethikantrag bei der Ärztekammer des Saarlandes gestellt (E95/19). Ein Votum der Ethikkommission war nicht notwendig, da es sich um eine retrospektive und anonymisierte Studie handelt.

### 3.2 Patientengut

Die Datenerhebung erfolgte anhand der Behandlungsdokumentationen von Patienten der Klinik für Kieferorthopädie des Universitätsklinikums des Saarlandes aus dem Zeitraum von Januar 2009 bis Januar 2019. Die Patientenverwaltungssoftware ivoris (Computer konkret AG, Falkenstein, Deutschland) diente der Filterung der für die kieferorthopädische Frühbehandlung relevanten KIG-Einstufungen D5, M5, M4, B4, K4, K3, P4 und P3.

Voraussetzung für die Aufnahme von Probanden in diese Untersuchung war eine nach Kassenrecht erfolgreich abgeschlossene Frühbehandlung und das Vorliegen von drei Modellpaaren, angefertigt zu drei verschiedenen Zeitpunkten ( $t_0, t_1, t_2$ ) sowie eines Orthopantomogramms (OPT) zu dem Zeitpunkt  $t_2$ . Die Untersuchungszeitpunkte wurden wie folgt definiert:

- $t_0$  = Ausgangssituation bei Beginn der Frühbehandlung
- $t_1$  = Situation bei Abschluss der Frühbehandlung
- $t_2$  = Situation bei Beginn der Hauptbehandlung bzw. beim Recall

Patienten mit Lippen- Kiefer- Gaumenspalten, Oligodontie oder anderen Syndromen mit kraniofazialer Beteiligung wurden von der Untersuchung ausgeschlossen.

Die Filterung identifizierte insgesamt 661 potenzielle Patienten. Davon befanden sich 64 in einer laufenden kieferorthopädischen Frühbehandlung, 53 Patienten waren nach erfolgreich abgeschlossener Frühbehandlung nicht wieder vorstellig geworden. Bei 20 Patienten wurde zwar dokumentiert, dass das Behandlungsergebnis stabil sei, es wurden jedoch keine Modelle angefertigt. 246 Patienten wurden im Rahmen einer kieferorthopädischen Hauptbehandlung und 29 Patienten im Rahmen einer frühen Behandlung therapiert. 94 Patienten wurden kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgisch behandelt. 22 Patienten wechselten zu einem anderen Behandler, bei 50 Patienten handelte es sich um Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten, Oligodontie oder anderen kraniofazialen Syndromen (Abbildung 2).

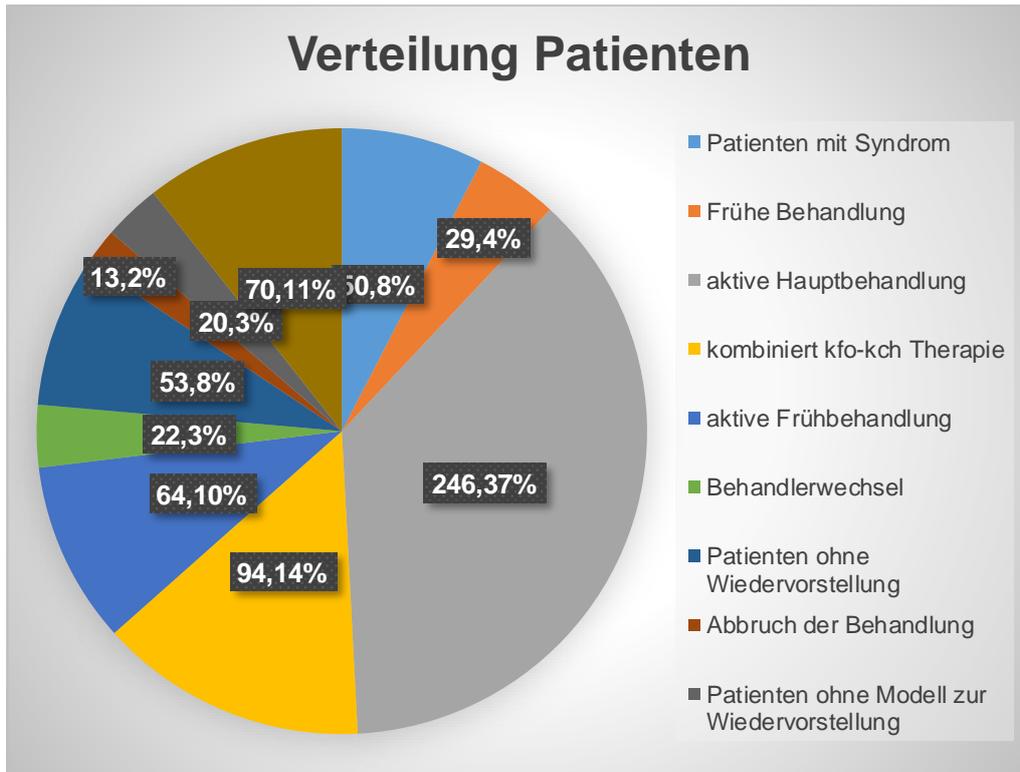


Abbildung 2: Darstellung des Patientenkollektivs (n = 661).

70 Patienten erfüllten alle Einschlusskriterien (n = 70, ♀ = 35, ♂ = 35). Die Datenerhebung erfolgte retrospektiv an bereits angefertigten Modellen. Es wurden keine zusätzlichen Modelle für die Studie hergestellt. Jeder Patient wurde durch Zuteilung einer Nummer anonymisiert. Eine unbehandelte Kontrollgruppe gab es nicht.

Es wurden insgesamt 210 Modellpaare ausgewertet. Da sowohl beim PAR-Index als auch beim IOTN keine Zähne der ersten Dentition gewertet werden, reduzierte sich die Anzahl der ausgewerteten Modelle bei diesen beiden Indizes im Vergleich zum KIG (Tabelle 3).

Anzahl der Modelle	Anfangsdiagnostik t <sub>0</sub>	Enddiagnostik t <sub>1</sub>	Wiedervorstellung t <sub>2</sub>
Insgesamt	70	70	70
KIG	70	70	70
IOTN	62	66	70
PAR	62	66	69

Tabelle 2: Anzahl der Modellpaare zu den verschiedenen Zeitpunkten und Auswertungen.

### 3.3 Modelle

Sämtliche Modelle wurden bei den Patienten im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlung bzw. Diagnostik erstellt. Die zur Modellherstellung notwendige Abformung erfolgte mit Alginat (Kaniblu, Kanidenta GmbH & Co. KG, Herford, Deutschland). Die Modelle wurden anschließend aus Typ III-Hartgips (Hinritzit®, Ernst Hinrichs, Goslar, Deutschland) hergestellt und dreidimensional getrimmt.

### 3.4 Modellanalyse

Zur Auswertung wurden drei verschiedene Indizes verwendet:

- Kieferorthopädische Indikationsgruppen (KIG)
- Index of Orthodontic Treatment Need (IOTN)
- Peer Assessment Rating (PAR-Index)

Die Beurteilung erfolgte visuell mit Hilfe eines Messschiebers (Dentaurum, Münchner Modell, Ispringen, Deutschland). Zur Vermeidung des individuellen Fehlers wurden alle Modellpaare von zwei Fachzahnärztinnen für Kieferorthopädie unabhängig voneinander ausgewertet.

#### 3.4.1 Kieferorthopädische Indikationsgruppen (KIG)

Für die Ermittlung der kieferorthopädischen Indikationsgruppen (KIG) wird immer die größte Einzelzahnabweichung unabhängig von der Kieferrelation gemessen. Zusätzlich müssen alle Messungen in derselben Ebene erfolgen und alle Messwerte in Millimetern angegeben werden.

Im Folgenden ist die KIG-Tabelle mit untersuchungsspezifischen Hinweisen im Anschluss abgebildet.

Grad			1	2	3	4	5
Indikationsgruppen (Befunde)							
Kraniofaziale Anomalie	A						Lippen-Kiefer-Gaumen-spalte bzw. andere kraniofaziale Anomalie
Zahunterzahl (Aplasie oder Zahnverlust)	U					Unterzahl (nur wenn präprothetische Kieferorthopädie oder kieferorthopädischer Lückenschluss indiziert)	
Durchbruchstörungen	S					Retention (außer 8er)	Verlagerung (außer 8er)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sagittale Stufe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• distal</li> </ul>	D	bis 3	über 3, bis 6		über 6, bis 9	über 9
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mesial</li> </ul>	M				0 bis 3	über 3
Vertikale Stufe	offen (auch seitlich)	O	bis 1	über 1, bis 2	über 2, bis 4	über 4 habituell offen	über 4 skelettal offen
	tief	T	über 1, bis 3	über 3 ohne/mit Gingivakontakt	über 3 mit traumatischem Gingivakontakt		
Transversale Abweichung		B				Bukkal-/Lingual - Okklusion	
		K		Kopfbiss	beidseitiger Kreuzbiss	einseitiger Kreuzbiss	
Kontaktpunktabweichung Engstand		E	unter 1	über 1, bis 3	über 3, bis 5	über 5	
Platzmangel		P		bis 3	über 3, bis 4	über 4	

Alle Zahlenangaben in mm

Tabelle 3: KIG Tabelle. Quelle: Richtlinien des Bundesausschusses der Zahnärzte und Krankenkassen für die kieferorthopädische Behandlung (Bundesausschuss, 2003)

Es folgt die Erläuterung der einzelnen Untergruppen, die für den Untersuchungszeitpunkt  $t_0$  relevant sind.

- **KIG D: Sagittale Stufe- distal**

Vergrößerte sagittale Frontzahnstufe  $D_4 > 6 \text{ mm}$  /  $D_5 > 9 \text{ mm}$ .

Die Messung erfolgt in habitueller Okklusion parallel zur Okklusionsebene. Entscheidend ist die Inzisalkante des am weitesten labial stehenden Schneidezahnes des Oberkiefers zur Labialfläche seines(r) Antagonisten.

- **KIG M: Sagittale Stufe- mesial**

Verkleinerte sagittale Frontzahnstufe  $M_4$  0 bis -3 mm/  $M_5 > -3 \text{ mm}$ .

Die Messung erfolgt in habitueller Okklusion parallel zur Okklusionsebene. Gemessen wird von der Labialfläche des am weitesten vorstehenden Schneidezahnes des Unterkiefers zur Labialfläche seines(r) Antagonisten.

- **KIG K: Transversale Abweichungen, beidseitiger / einseitiger Kreuzbiss**

Beim seitlichen Kreuzbiss okkludieren die bukkalen Höcker eines oder mehrerer Oberkieferseitenzähne lingual der bukkalen Höcker der Unterkieferseitenzähne. Es muss eine vollständig gekreuzte Okklusion vorliegen. Die Malokklusion kann einseitig (KIG K4) oder beidseitig (KIG K3) auftreten.

- **KIG P: Platzmangel**

$P3 > 3 \text{ mm} - 4 \text{ mm} / P4 > 4 \text{ mm}$ .

Beträgt der Platzmangel zwischen zwei Zähnen neben einem noch nicht durchgebrochenen Zahn der zweiten Dentition mehr als 3 mm, so ist dieser Fall der Gruppe P zuzuordnen. Nach frühzeitigem Milchzahnverlust wird im Wechselgebiss der Platzmangel mit Hilfe der Stützzone bestimmt (Sollwertbestimmung beispielsweise unter Verwendung der Moyers Tabelle).

Weitere Untergruppen, die für den Untersuchungszeitpunkt  $t_2$  relevant sind, werden im Folgenden erklärt.

- **KIG U: Unterzahl**

Patienten, bei denen aufgrund einer Zahnunterzahl präprothetische Kieferorthopädie oder kieferorthopädischer Lückenschluss indiziert war, wurden von dieser Studie ausgeschlossen.

- **KIG S: Durchbruchsstörung, Retention / Verlagerung**

Unter einer Verlagerung ist eine Fehllage des Zahnkeims ohne realistische Chance zum Spontandurchbruch zu verstehen (Weisheitszähne ausgenommen). Eine Retention liegt vor, wenn ein Zahn aufgrund einer Lückeneinengung durch die Nachbarzähne nicht durchbrechen kann oder auch nach Entfernung eines vorliegenden Durchbruchshindernisses (z.B. Odontom) nicht durchbricht.

- **KIG T: Vertikale – tief**

Für die Einordnung in die Gruppe T Grad 3 muss ein Tiefbiss mit traumatisierendem Einbiss in die antagonistische Gingiva vorliegen.

- **KIG B: Transversale Abweichungen, Bukkal-/ Lingualokklusion**

Durch den Fehlstand einzelner oder mehrerer Seitenzähne greifen die Palatinalflächen der Oberkieferseitenzähne vorbei an den Bukkalflächen der Unterkieferseitenzähne (B4).

- **KIG E: Kontaktpunktabweichung/ Engstand**

E3 > 3 mm- 5 mm/ E4 > 5 mm

Für die Einordnung in die Gruppe E ist das Ausmaß der Kontaktpunktabweichungen einzelner Inzisivi vom idealen Zahnbogen entscheidend. Gemessen wird in der Horizontalebene nach Projektion der Approximalkontakte in diese Ebene.

Für die statistische Auswertung wurden die einzelnen kieferorthopädischen Gruppen codiert. Sämtliche Befunde mit einem geringeren Ausmaß als Grad 3 wurden zu der Kategorie „kein KIG“ zusammengefasst.

### 3.4.2 Index of Orthodontic Treatment Need (IOTN)

Die Auswertung erfolgte ausschließlich anhand der Modelle. Da die Patienten zur Bewertung nicht zur Verfügung standen, wurde in dieser Studie auf die ästhetische Komponente verzichtet und nur die dentale Komponente des IOTN beurteilt. Der Behandlungsbedarf wurde nach den im Folgenden erläuterten Kriterien eingeteilt und zu den drei Zeitpunkten verglichen. Zur besseren Anwendung im frühen Wechselgebiss wurde der IOTN geringfügig modifiziert. So wurden bei einem generellen transversalen Defizit auch im Kreuzbiss stehende Milchzähne gewertet. Dasselbe Vorgehen wurde bei dem anterioren Kreuzbiss angewandt. Analog zum KIG musste mindestens ein Zahn der zweiten Dentition betroffen sein. Außerdem wurde bei einer Frontzahnstufe >9mm immer von einem inkompetenten Lippenschluss ausgegangen. Ob ein Patient eine Sprach-/Kaubeeinträchtigung hatte, konnte anhand der Modelle nicht bewertet werden; die Patienten wurden daher in die niedrigere Kategorie eingestuft.

• Dentale Komponente (DHC)

<b>Zahngesundheitliche Komponente des Index für den kieferorthopädischen Behandlungsbedarf (IOTN)</b>		
<b>Grad 5</b> (sehr großer Behandlungsbedarf)	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>5.i</b> Retention von Zähnen (mit Ausnahme der dritten Molaren) wegen Platzmangel, Verlagerung, Vorhandensein überzähliger Zähne, Milchzahnpersistenz oder pathologische Befunde</li> <li><b>5.h</b> ausgeprägte Zahnunterzahl (mehr als ein fehlender Zahn in einem Quadranten) mit prothetischen Konsequenzen, welche eine präprothetische kieferorthopädische Behandlung erfordert</li> <li><b>5.a</b> vergrößerte Schneidekantenstufe &gt; 9 mm</li> <li><b>5.m</b> umgekehrter Überbiss &gt; 3,5 mm mit Sprachbeeinträchtigung oder Kaustörungen</li> <li><b>5.p</b> Lippen-, Kiefer-, Gaumen-, Segelspalten oder andere kraniofaziale Anomalien</li> <li><b>5.s</b> Infraokklusion von Milchzähnen</li> </ul>	5
<b>Grad 4</b> (großer Behandlungsbedarf)	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>4.h</b> weniger ausgeprägte Zahnunterzahl, die präprothetische kieferorthopädische Maßnahmen oder kieferorthopädischen Lückenschluss erfordert zur Vermeidung von Zahnersatz</li> <li><b>4.a</b> vergrößerte Schneidekantenstufe &gt; 6 mm, jedoch ≤ 9 mm</li> <li><b>4.b</b> umgekehrter Überbiss &gt; 3,5 mm ohne Kau- oder Sprachbeeinträchtigung</li> <li><b>4.m</b> umgekehrter Überbiss &gt; 1 mm, jedoch ≤ 3,5 mm mit Kau- oder Sprachbeeinträchtigung</li> <li><b>4.c</b> frontaler oder seitlicher Kreuzbiss mit &gt; 2 mm Diskrepanz zwischen retrudierter Kontaktposition und Interkuspidationsposition</li> <li><b>4.l</b> posteriorer linguale Kreuzbiss ohne funktionellen Okklusalkontakt in einem oder beiden bukkalen Seitenzahngebieten</li> <li><b>4.d</b> ausgeprägte Kontaktpunktverschiebung &gt; 4 mm</li> <li><b>4.e</b> extremer frontal oder seitlich offener Biss &gt; 4 mm</li> <li><b>4.f</b> vergrößerter Tiefbiss oder Deckbiss mit traumatischem Einbiss in die palatinale oder gingivale Schleimhaut</li> <li><b>4.t</b> teilretinierte Zähne, gekippt und impaktiert sowie gegen die Nachbarzähne gerichtet</li> <li><b>4.x</b> überzählige Zähne</li> </ul>	4
<b>Grad 3</b> (grenzwertiger Behandlungsbedarf)	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>3.a</b> vergrößerte Schneidekantenstufe &gt; 3,5 mm, jedoch ≤ 6 mm, mit inkompetentem Lippenchluss</li> <li><b>3.b</b> umgekehrter Overjet &gt; 1 mm, jedoch ≤ 3,5 mm</li> <li><b>3.c</b> frontaler oder seitlicher Kreuzbiss mit einer Diskrepanz zwischen retrudierter Kontaktposition und Interkuspidationsposition mehr als 1 mm, jedoch ≤ 2 mm</li> <li><b>3.d</b> Kontaktpunktverschiebungen &gt; 2 mm, jedoch ≤ 4 mm</li> <li><b>3.e</b> frontal oder seitlich offener Biss &gt; 2 mm, jedoch ≤ 4 mm</li> <li><b>3.f</b> vergrößerter oder vollständiger tiefer Überbiss mit Kontakt zur palatinalen oder gingivalen Schleimhaut ohne Trauma</li> </ul>	3
<b>Grad 2</b> (geringer Behandlungsbedarf)	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>2.a</b> vergrößerte Schneidekantenstufe &gt; 3,5 mm, jedoch ≤ 6 mm mit kompetentem Lippenchluss</li> <li><b>2.b</b> umgekehrter Overjet &gt; 0 mm, jedoch ≤ 1 mm</li> <li><b>2.c</b> frontaler oder seitlicher Kreuzbiss mit einer Diskrepanz zwischen retrudierter Kontaktposition und Interkuspidationsposition ≤ 1 mm</li> <li><b>2.d</b> Kontaktpunktverschiebungen um &gt; 1 mm, jedoch ≤ 2 mm</li> <li><b>2.e</b> frontal oder seitlich offener Biss &gt; 1 mm, jedoch ≤ 2 mm</li> <li><b>2.f</b> vertiefter Überbiss ≤ 3,5 mm ohne Gingivakontakt</li> <li><b>2.g</b> Okklusionsabweichungen bis zu einer Diskrepanz von einer halben Prämolarenbreite ohne andere Anomalien</li> </ul>	2
<b>Grad 1</b> (kein Behandlungsbedarf)	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>1.</b> äußerst geringe Malokklusionen, einschließlich Kontaktpunktverschiebungen um weniger als 1 mm</li> </ul>	1

Tabelle 4: Dentale Komponente IOTN. Quelle: Zahnärztekammer Österreich (Silli, 2014).

Für die statistische Auswertung wurden die einzelnen Untergruppen codiert. Analog zum KIG wurden die Grade 1 und 2 zu der Kategorie „kein Behandlungsbedarf“ zusammengefasst.

### 3.4.3 Peer Assessment Rating (PAR-Index)

Nachfolgend werden die sieben Einzelkomponenten beschrieben.

#### - Kontaktpunktverlagerungen in der Ober- und Unterkieferfront

Bewertet werden nur Kontaktpunktabweichungen im anterioren Segment. Dieses ist definiert als der Bereich zwischen dem mesialen Kontaktpunkt des Zahnes 13 (bzw. 43) und dem mesialen Kontaktpunkt des Zahnes 23 (bzw. 33). Gemessen wird die kürzeste Distanz zwischen den Kontaktpunkten benachbarter Zähne parallel zur Okklusionsebene. Fehlende Zähne werden nicht berücksichtigt. Je Kiefer ergeben sich fünf Werte, welche addiert werden.

Kontaktpunktverlagerung	Punkte
0 -1 mm	0 Punkte
1,1 – 2 mm	1 Punkt
2,1 – 4 mm	2 Punkte
4,1 – 8 mm	3 Punkte
>8 mm	4 Punkte
Impaktierte Zähne / Restlücke <4mm	5 Punkte

Tabelle 5: Punkteverteilung bei Kontaktpunktverlagerungen im anterioren Segment

#### • Rechte und linke Seitenzahnokklusion

Untersucht wird die Okklusion rechts und links im Bereich des Eckzahnes bis zum letzten Molaren. Die Beurteilung erfolgt in drei Ebenen: sagittal, transversal und vertikal. Zähne im Durchbruch bzw. Milchzähne in Infraposition werden nicht berücksichtigt. Je Seite ergeben sich drei Werte, welche addiert werden.

Sagittale Okklusion	Punkte
Gute Okklusion (genau Klasse I, II oder III)	0 Punkte
<½ PB Abweichung	1 Punkt
½ PB Abweichung	2 Punkte

Tabelle 6: Punkteverteilung für die sagittale Seitenzahnokklusion

<b>Transversale Okklusion</b>	<b>Punkte</b>
Kein Kreuzbiss	0 Punkte
Tendenz zum Kreuzbiss	1 Punkt
1 Zahn im Kreuzbiss	2 Punkte
>1 Zahn im Kreuzbiss	3 Punkte
>1 Zahn im Scherenbiss	4 Punkte

Tabelle 7: Punkteverteilung für die transversale Seitenzahnokklusion

<b>Vertikale Okklusion</b>	<b>Punkte</b>
Kein seitlich offener Biss	0 Punkte
Seitlich offener Biss >2 mm an mindestens 2 Zähnen	1 Punkt

Tabelle 8: Punkteverteilung für die vertikale Seitenzahnokklusion

- **Sagittale Frontzahnstufe (Overjet)**

Beurteilt werden alle Schneidezähne. Entscheidend ist die Inzisalkante des am weitesten labial bzw. oral stehenden Zahnes. Gemessen wird parallel zur Okklusionsebene. Bewertet werden sowohl ein vergrößerter positiver Overjet als auch ein anteriorer Kreuzbiss. Im Kreuzbiss stehende Eckzähne werden ebenfalls in dieser Kategorie berücksichtigt. Liegen parallel ein vergrößerter Overjet und ein anteriorer Kreuzbiss vor, so werden die Punkte addiert.

<b>Overjet</b>	<b>Punkte</b>
0 – 3 mm	0 Punkte
3,1 – 5 mm	1 Punkt
5,1 – 7 mm	2 Punkte
7,1 – 9 mm	3 Punkte
>9 mm	4 Punkte

Tabelle 9: Punkteverteilung für die sagittale Frontzahnstufe

<b>Anteriorer Kreuzbiss</b>	<b>Punkte</b>
Kein anteriorer Kreuz- oder Kopfbiss	0 Punkte
ein oder mehrere Zähne im anterioren Kopfbiss	1 Punkt
1 Zahn im anterioren Kreuzbiss	2 Punkte

>1 Zahn im anterioren Kreuzbiss	3 Punkte
>2 Zähne im anterioren Kreuzbiss	4 Punkte

Tabelle 10: Punkteverteilung für den anterioren Kreuzbiss

- **Vertikale Frontzahnstufe (Overbite)**

Beurteilt werden alle Schneidezähne. Bewertet werden sowohl eine vergrößerter (Tiefbiss) als auch ein verkleinerter Overbite (frontal offener Biss). Liegen beide Abweichungen gleichzeitig vor, so werden die Punkte addiert.

Frontal offener Biss	Punkte
Kein frontal offener Biss	0 Punkte
Frontal offener Biss $\leq 1$ mm	1 Punkt
Frontal offener Biss 1,1 – 2 mm	2 Punkte
Frontal offener Biss 2,1 – 3 mm	3 Punkte
Frontal offener Biss > 3 mm	4 Punkte

Tabelle 11: Punkteverteilung für die vertikale Frontzahnstufe

- **Mittellinienabweichung zwischen Ober- und Unterkiefer**

Beurteilt wird der Kontaktpunkt der mittleren Oberkieferschneidezähne in Relation zum Kontaktpunkt der unteren mittleren Frontzähne. Bei fehlenden Schneidezähnen erfolgt keine Bewertung.

Mittellinienabweichung	Punkte
Abweichung $< \frac{1}{4}$ der Breite der Unterkieferfrontzähne	0 Punkte
Abweichung $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$ der Breite der Unterkieferfrontzähne	1 Punkt
Abweichung $> \frac{1}{2}$ der Breite der Unterkieferfrontzähne	2 Punkte

Tabelle 12: Punkteverteilung für die Mittellinienabweichung

- **Gewichtung der Einzelkomponenten**

Die Gewichtung der Einzelkomponenten ist in der folgenden Tabelle beschrieben.

<b>Einzelkomponenten</b>	<b>Gewichtung</b>
Kontaktpunktverlagerungen im anterioren Segment	1x
Seitenzahnokklusion	1x
sagittalen Frontzahnstufe	6x
vertikale Frontzahnstufe	2x
Abweichungen der Mittellinie	4x

Tabelle 13: Gewichtung der Einzelkomponenten des PAR.

### 3.5 Statistik

Die Statistik wurde mit dem Statistikprogramm SPSS® (Version 26, IBM, Armonk, USA) erstellt.

Zur Kontrolle der Messungen der beiden Untersucher wurde die Interrater Reliabilität (Kendall-Tau-b) bestimmt.

Für die allgemeinen Untersuchungen und die einzelnen Indizes wurden Mittelwerte, Häufigkeiten und Verteilung nach Geschlecht und Alter getrennt für alle Untersuchungszeitpunkte jeweils mit Standardabweichung erhoben.

Für den KIG und den IOTN wurden die Veränderung zwischen den einzelnen Untersuchungszeitpunkten mittels Chi<sup>2</sup> Test bestimmt. Zusätzlich wurde die Korrelation zwischen den Untersuchungszeitpunkten mittels Kendall-Tau-b-Test ermittelt. Die Korrelation innerhalb eines Untersuchungszeitpunktes wurde für die einzelnen Indizes mit dem Kendall-Tau-w-Test untersucht.

Die Ergebnisse des PAR-Index wurden zunächst auf Normalverteilung geprüft. Lag keine Normalverteilung vor, wurden im Folgenden die Einzelkomponenten mittels Kruskallis-Wallis-test und Man-Whitney-U-Test untersucht. Lag eine Normalverteilung vor, erfolgte die Untersuchung mit der einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) und dem T-Test. Als post-hoc-Test wurde die Bonferroni-Korrektur durchgeführt.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Allgemeine Untersuchungen

#### 4.1.1 Alter

Das Alter der untersuchten Patienten zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten ist in der folgenden Tabelle dargestellt. Die Unterschiede für die beiden Geschlechter waren zu keinem Zeitpunkt signifikant ( $t_0$ :  $p = 0,696$ ;  $t_1$ :  $p = 0,696$ ;  $t_2$ :  $p = 0,492$ ).

Zeitpunkt	Anzahl	Alter / SD	Anzahl ♀	Alter / SD ♀	Anzahl ♂	Alter / SD ♂
$t_0$	n = 70	7,99 ± 1,44	n = 35	7,92 ± 1,50	n = 35	8,05 ± 1,40
$t_1$	n = 70	9,63 ± 1,49	n = 35	9,56 ± 1,54	n = 35	9,70 ± 1,45
$t_2$	n = 70	11,85 ± 1,72	n = 35	12,00 ± 1,94	n = 35	11,71 ± 1,50

Tabelle 14: Durchschnittsalter und Standardabweichung Alter zu den Zeitpunkten  $t_0$ ,  $t_1$ ,  $t_2$ .

#### 4.1.2 Aktive Behandlungsdauer

Die durchschnittliche Behandlungsdauer für die Gesamtgruppe betrug  $15,44 \pm 2,20$  Monate. Zwischen den Geschlechtern gab es keinen signifikanten Unterschied. Die durchschnittliche Behandlungsdauer für die weibliche Gruppe betrug  $15,67 \pm 2,06$  Monate für die männliche Gruppe  $15,41 \pm 2,23$  Monate.

#### 4.1.3 Geräteanzahl

Bei 12 Patienten wurde während der Frühbehandlung ein Gerät eingesetzt. 44 Patienten wurden mit zwei Geräten behandelt. Bei 14 Patienten war die Behandlung mit drei Geräten dokumentiert.

#### 4.1.4 Behandlerwechsel

56 Patienten wurden während der gesamten Behandlungsdauer von einem Behandler betreut, bei 14 Patienten hatte intern der Behandler gewechselt.

## 4.2 Korrelation der Untersuchungen

Die Interrater-Reliabilität war für alle Untersuchungen ausreichend bis hoch. Die Werte für die einzelnen Indizes und Untersuchungszeitpunkte finden sich in der folgenden Tabelle. Werte ab 0,7 gelten als ausreichend, ab 0,8 als gut und ab 0,9 als hoch (Danner, 2015).

<b><u>Kendall-Tau-b</u></b>	<b>t<sub>0</sub></b>	<b>t<sub>1</sub></b>	<b>t<sub>2</sub></b>
<b>KIG</b>	1,000	0,728	0,876
<b>IOTN</b>	0,757	0,810	0,783
<b>PAR</b>	0,954	0,955	0,975

Tabelle 15: Korrelation für die einzelnen Indizes zu den drei Untersuchungszeitpunkten.

## 4.3 KIG

### 4.3.1 Häufigkeiten

In den folgenden Tabellen werden die Häufigkeiten für den KIG zu den drei Zeitpunkten und jeweils nach Geschlecht aufgelistet. Der Unterschied zwischen den Geschlechtern war zu keinem Zeitpunkt statistisch signifikant ( $t_0$ :  $p = 0,568$ ;  $t_1$ :  $p = 0,203$ ;  $t_2$ :  $p = 0,254$ ).

KIG zu $t_0$	Gesamtgruppe		♀		♂	
	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]
P3	2	2,9	1	1,4	1	1,4
P4	1	1,4	0	0,0	1	1,4
K3	4	5,7	2	2,9	2	2,9
K4	25	35,7	11	15,7	14	20,0
B4	2	2,9	0	0,0	2	2,9
M4	30	42,9	18	25,7	12	17,1
M5	1	1,4	0	0,0	1	1,4
D5	5	7,1	3	4,3	2	2,9

Tabelle 16: KIG zu  $t_0$  für die Gesamtgruppe, für die weibliche Gruppe und für die männliche Gruppe

KIG zu $t_1$	Gesamtgruppe		♀		♂	
	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]
kein KIG	61	87,1	29	41,4	32	45,7
P3	1	1,4	0	0	1	1,4
P4	5	7,1	4	5,7	1	1,4
M4	1	1,4	0	0	1	1,4
D4	2	2,9	2	2,9	0	0,0

Tabelle 17: KIG zu  $t_1$  für die Gesamtgruppe, für die weibliche Gruppe und für die männliche Gruppe.

KIG zu t <sub>2</sub>	Gesamtgruppe		♀		♂	
	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]
kein KIG	16	22,9	10	14,3	6	8,6
P4	1	1,4	0	0,0	1	1,4
E3	6	8,6	3	4,3	3	4,3
E4	3	4,3	1	1,4	2	2,9
K4	5	7,1	2	2,9	3	4,3
B4	2	2,9	1	1,4	1	1,4
T3	2	2,9	0	0,0	2	2,9
M4	12	17,1	3	4,3	9	12,9
D4	8	11,4	3	4,3	5	7,1
S4	10	14,3	8	11,4	2	2,9
S5	4	5,7	3	4,3	1	1,4
U	1	1,4	1	1,4	0	0,0

Tabelle 18: KIG zu t<sub>2</sub> für die Gesamtgruppe, für die weibliche Gruppe und für die männliche Gruppe

#### 4.3.2 Änderung der KIG-Einstufung zwischen den Untersuchungszeitpunkten

Die Änderungen der KIG-Einstufung zwischen den Untersuchungszeitpunkten sind im Folgenden aufgelistet.

KIG t <sub>0</sub> zu t <sub>2</sub>	kein KIG	P4	E3	E4	K4	B4	T3	M4	D4	S4	S5	U	Gesamt
P3			2										2
P4				1									1
K3								3		1			4
K4	8			1	3	1	1	4	3	4			25
B4						1	1						2
M4	8		4	1	2			5	2	4	3	1	30
M5											1		1
D5		1							3	1			5

Tabelle 19: Änderung der KIG-Einstufung zwischen den Zeitpunkten t<sub>0</sub> (vertikale Spalte) und t<sub>2</sub> (horizontale Spalte).

KIG $t_0$ zu $t_1$	kein KIG	P3	P4	M4	D4	Gesamt
P3	2					2
P4	1					1
K3	4					4
K4	20		3	1	1	25
B4	2					2
M4	28		2			30
M5	1					1
D5	3	1			1	5

Tabelle 20: Änderung der KIG-Einstufung zwischen den Zeitpunkten  $t_0$  (vertikale Spalte) und  $t_1$  (horizontale Spalte).

KIG $t_1$ zu $t_2$	kein KIG	P4	E3	E4	K4	B4	T3	M4	D4	S4	S5	U	Gesamt
kein KIG	16		6	3	5	2	2	11	6	6	3	1	61
P3		1											1
P4										4	1		5
M4								1					1
D4									2				2

Tabelle 21: Änderung der KIG-Einstufung zwischen den Zeitpunkten  $t_1$  (vertikale Spalte) und  $t_2$  (horizontale Spalte).

### 4.3.3 Korrelation

Die Korrelation für den KIG ist in der folgenden Tabelle aufgeführt. Es zeigte sich kein übereinstimmender Zusammenhang zwischen den einzelnen Untersuchungszeitpunkten.

	KIG $t_0$	KIG $t_1$	KIG $t_2$
KIG $t_0$	1	0,072	0,116
<i>p-Wert</i>	.	0,522	0,233
KIG $t_1$	0,072	1	0,119
<i>p-Wert</i>	0,522	.	0,254
KIG $t_2$	0,116	0,119	1
<i>p-Wert</i>	0,233	0,254	.

Tabelle 22: Korrelation zwischen den Untersuchungszeitpunkten.

#### 4.3.4 Zusammenfassung

Die häufigste Indikation für die Frühbehandlung war mit 44,3% der frontale Kreuzbiss (KIG M), gefolgt vom lateralen Kreuzbiss (KIG K) mit 41,4%. Bei Abschluss der Frühbehandlung konnte bei 87,1% der Patienten kein Behandlungsbedarf von mindestens Grad 3 festgestellt werden. Bei 16 Patienten (22%) konnte dies auch im späten Wechselgebiss bestätigt werden. Gute Stabilität zeigten hier insbesondere der frontale und laterale Kreuzbiss. Durchbruchstörungen (KIG S) waren mit 20% die häufigste Indikation für eine Hauptbehandlung, gefolgt von einer verkleinerten sagittalen Frontzahnstufe (KIG M) mit 17,1%. Beim Vergleich der KIG zu den verschiedenen Zeitpunkten zeigt sich ein Zusammenhang zwischen einem transversalen Defizit (KIG K3 bzw. K4) und einer späteren Retention (KIG S4) sowie zwischen einer anfangs verkleinerten sagittalen Frontzahnstufe (KIG M4/M5) und einem späteren Platzdefizit (KIG E/KIG P). Acht Patienten (11%) wurden nach erfolgreich abgeschlossener Frühbehandlung in der Hauptbehandlung aufgrund derselben Anomalie therapiert.

## 4.4 IOTN

### 4.4.1 Häufigkeiten

In den folgenden Tabellen werden die Häufigkeiten für den IOTN zu den drei Zeitpunkten und jeweils nach Geschlecht aufgelistet. Der Unterschied zwischen den Geschlechtern war zu keinem Zeitpunkt statistisch signifikant ( $t_0$ :  $p = 0,490$ ;  $t_1$ :  $p = 0,375$ ;  $t_2$ :  $p = 0,360$ ).

IOTN zu $t_0$	Gesamtgruppe		♀		♂	
	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]
Kein Behandlungsbedarf	1	1,4	1	1,6	0	0
3c	6	8,6	3	4,8	3	4,8
4t	2	2,9	0	0,0	2	3,2
4l	2	2,9	0	0,0	2	3,2
4c	37	52,9	20	32,3	17	27,4
4m	2	2,9	1	1,6	1	1,6
4a	2	2,9	0	0,0	2	3,2
4h	1	1,4	1	1,6	0	0
5a	5	7,1	3	4,8	2	3,2
5i	4	5,7	2	3,2	2	3,2

Tabelle 23: IOTN zu  $t_0$  für die Gesamtgruppe, für die weibliche Gruppe und für die männliche Gruppe

IOTN zu $t_1$	Gesamtgruppe		♀		♂	
	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]
Kein Behandlungsbedarf	36	51,5	16	24,2	20	30,4
3f	3	4,3	0	0,0	3	4,5
3d	13	18,6	6	9,1	7	10,6
4t	1	1,4	1	1,5	0	0,0
4c	1	1,4	0	0,0	1	1,5
4a	2	2,9	1	1,5	1	1,5
4h	1	1,4	1	1,5	0	0,0
5i	9	12,9	7	10,6	2	3,0

Tabelle 24: IOTN zu  $t_1$  für die Gesamtgruppe, für die weibliche Gruppe und für die männliche Gruppe

IOTN zu t <sub>2</sub>	Gesamtgruppe		♀		♂	
	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]
Kein Behandlungsbedarf	10	14,3	6	8,5	4	5,7
3f	2	2,9	2	2,9	0	0
3d	9	12,9	4	5,7	5	7,1
3c	11	15,7	4	5,7	7	10
4f	2	2,9	0	0	2	2,9
4d	4	5,7	2	2,9	2	2,9
4l	1	1,4	0	0	1	1,4
4c	7	10	2	2,9	5	7,1
4a	8	11,4	3	4,3	5	7,1
4h	1	1,4	1	1,4	0	0
5i	15	21,4	11	15,7	4	5,7

Tabelle 25: IOTN zu t<sub>2</sub> für die Gesamtgruppe, für die weibliche Gruppe und für die männliche Gruppe

#### 4.4.2 Änderung der IOTN-Einstufung

Die Änderungen der IOTN-Einstufung zwischen den Untersuchungszeitpunkten sind im Folgenden aufgelistet.

IOTN t <sub>0</sub> zu t <sub>2</sub>	1	2d	3f	3d	3c	4f	4d	4l	4c	4a	4h	5i	Gesamt
2g				1									1
3c			1	1	1		1		1			1	6
4t					1				1				2
4l						1		1					2
4c	4	1		5	7	1	2		4	3		10	37
4m					1							1	2
4a										2			2
4h											1		1
5a										3		2	5
5i				1			1		1			1	4

Tabelle 26: Änderung der IOTN-Einstufung zwischen den Zeitpunkten t<sub>0</sub> (vertikale Spalte) und t<sub>2</sub> (horizontale Spalte).

<b>IOTN t<sub>0</sub> zu t<sub>1</sub></b>	<b>1</b>	<b>2d</b>	<b>2a</b>	<b>3f</b>	<b>3d</b>	<b>4t</b>	<b>4c</b>	<b>4a</b>	<b>4h</b>	<b>5i</b>	<b>Gesamt</b>
<b>2g</b>					1						1
<b>3c</b>	1	1			4						6
<b>4t</b>	1	1									2
<b>4l</b>	1			1							2
<b>4c</b>	12	3	5	1	7		1	1		7	37
<b>4m</b>	1	1									2
<b>4a</b>			1					1			2
<b>4h</b>									1		1
<b>5a</b>			3			1				1	5
<b>5i</b>	1	1		1						1	4

Tabelle 27: Änderung der IOTN-Einstufung zwischen den Zeitpunkten t<sub>0</sub> (vertikale Spalte) und t<sub>1</sub> (horizontale Spalte).

<b>IOTN t<sub>1</sub> zu t<sub>2</sub></b>	<b>1</b>	<b>2d</b>	<b>3f</b>	<b>3d</b>	<b>3c</b>	<b>4f</b>	<b>4d</b>	<b>4l</b>	<b>4c</b>	<b>4a</b>	<b>4h</b>	<b>5i</b>	<b>Gesamt</b>
<b>1</b>	5			3	4			1	3			2	18
<b>2d</b>		1	1	1	5		1						9
<b>2a</b>				2			1		1	3		2	9
<b>3f</b>						2	1						3
<b>3d</b>		1		3	2		1		2	2		2	13
<b>4t</b>										1			1
<b>4c</b>									1				1
<b>4a</b>										2			2
<b>4h</b>											1		1
<b>5i</b>												9	9

Tabelle 28: Änderung der IOTN-Einstufung zwischen den Zeitpunkten t<sub>1</sub> (vertikale Spalte) und t<sub>2</sub> (horizontale Spalte).

#### 4.4.3 Korrelation

Zwischen den Einstufungen zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten besteht keine Korrelation.

	<b>IOTN t<sub>0</sub></b>	<b>IOTN t<sub>1</sub></b>	<b>IOTN t<sub>2</sub></b>
<b>IOTN t<sub>0</sub></b>	1	0,072	,222*
<i>p-Wert</i>	.	0,489	0,031
<b>IOTN t<sub>1</sub></b>	0,072	1	,476**
<i>p-Wert</i>	0,489	.	0
<b>IOTN t<sub>2</sub></b>	,222*	,476**	1
<i>p-Wert</i>	0,031	0	.

Tabelle 29: Korrelation zwischen den Untersuchungszeitpunkten.

#### 4.4.4 Zusammenfassung

Zu Beginn der Frühbehandlung stellte der frontale bzw. laterale Kreuzbiss (Kategorie 4c) mit 52,9% die häufigste Anomalie dar. Bei Abschluss der Frühbehandlung konnte bei 51,5% der Patienten kein Behandlungsbedarf von mindestens Grad 3 festgestellt werden. Bei zehn Patienten konnte dies zum Zeitpunkt t<sub>2</sub> bestätigt werden. Die häufigste Anomalie zum Zeitpunkt t<sub>2</sub> war mit 21,4% eine Retention (Kategorie 5i), gefolgt von einem Kreuzbiss mit 15,7% (Kategorie 3c) und einer Kontaktpunktverschiebung >2mm, jedoch ≤4mm (Kategorie 3d) mit 12,9%. Auch bei der Auswertung mit dem IOTN zeigt sich ein Zusammenhang zwischen einem anfänglichen Kreuzbiss (Kategorie 4c) und einer späteren Retention (Kategorie 5i). Sechs Patienten (8,7%) wurden in der Frühbehandlung und in der Hauptbehandlung derselben Gruppe zugeordnet.

## 4.5 PAR

### 4.5.1 Mittelwert allgemein

In der Tabelle sind die Mittelwerte sowie die Standardabweichung des PAR-Indexes zu den verschiedenen Zeitpunkten aufgelistet. Die Auswertung nach den Geschlechtern ergab keine signifikanten Unterschiede ( $t_0$ :  $p = 0,559$ ;  $t_1$ :  $p = 0,829$ ;  $t_2$ :  $p = 0,057$ ).

Datum	Anzahl	MW / SD	Anzahl ♀	MW / SD ♀	Anzahl ♂	MW / SD ♂
$t_0$	69	13,36 ± 6,85	35	12,89 ± 8,35	34	13,85 ± 4,93
$t_1$	69	6,72 ± 4,85	35	6,84 ± 5,44	34	6,59 ± 4,24
$t_2$	69	12,00 ± 6,40	35	13,44 ± 6,95	34	10,51 ± 5,50

Tabelle 30: Mittelwert, Standardabweichung für den Gesamt-PAR-Wert. Ergebnisse für die Gesamtgruppe, weibliche und männliche Gruppe.

### 4.5.2 Änderung zu den Zeitpunkten

Die Veränderungen der PAR-Summe zwischen den Untersuchungszeitpunkten sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

	Anzahl	Ø PAR-Wert $t_0$	Ø Veränderung
<b>Nicht auswertbar</b>	1	-	-
<b>Verbesserung <math>t_0</math> zu <math>t_1</math></b>	53	21,55 ± 9,77	13,93 ± 7,68
<b>Gleichgeblieben <math>t_0</math> zu <math>t_1</math></b>	8	5,13 ± 7,74	-
<b>Verschlechterung <math>t_0</math> zu <math>t_1</math></b>	8	6,50 ± 6,37	4,11 ± 5,71
<b>Verbesserung <math>t_1</math> zu <math>t_2</math></b>	9	16,11 ± 9,56	2,22 ± 9,48
<b>Gleichgeblieben <math>t_1</math> zu <math>t_2</math></b>	3	16,00 ± 4,58	-
<b>Verschlechterung <math>t_1</math> zu <math>t_2</math></b>	57	17,53 ± 12,06	10,46 ± 9,59
<b>Verbesserung <math>t_0</math> zu <math>t_2</math></b>	41	14,44 ± 9,24	10,90 ± 5,11
<b>Gleichgeblieben <math>t_0</math> zu <math>t_2</math></b>	6	19,00 ± 8,67	-
<b>Verschlechterung <math>t_0</math> zu <math>t_2</math></b>	22	15,64 ± 9,74	9,45 ± 7,15

Tabelle 31: Mittelwert, Standardabweichung und Veränderungen zwischen den drei Untersuchungszeitpunkten für die PAR-Summe in Zahlen.

Veränderung	t <sub>0</sub> zu t <sub>1</sub>		t <sub>1</sub> zu t <sub>2</sub>		t <sub>0</sub> zu t <sub>2</sub>	
	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]
<b>Greatly improved</b>	22	31,88	1	1,45	5	7,25
<b>Improved</b>	25	36,24	3	4,35	21	30,43
<b>Worse/No difference</b>	22	31,88	65	94,2	43	62,32
<b>Gesamt</b>	69	100	69	100	69	100

Tabelle 32: Veränderungen des PAR-Werts [%] und Eingruppierung nach Richmond.

#### 4.5.3 Korrelation

Zwischen den Einstufungen zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten besteht keine Korrelation.

	PAR t <sub>0</sub>	PAR t <sub>1</sub>	PAR t <sub>2</sub>
<b>PAR t<sub>0</sub></b>	0,083	0,500	0,13
<i>p-Wert</i>	0,36	0,586	0,151
<b>PAR t<sub>1</sub></b>	-0,067	0,33	0,268
<i>p-Wert</i>	0,448	0	0,002
<b>PAR t<sub>2</sub></b>	-0,013	0,175	0,285
<i>p-Wert</i>	0,88	0,042	0,001

Tabelle 33: Korrelation zwischen den Untersuchungszeitpunkten.

#### 4.5.4 PAR-Einzelkomponenten

Die Auswertungen zu den Einzelkomponenten des PAR-Indexes sind im Folgenden tabellarisch dargestellt. Es handelt sich um den Mittelwert sowie die Standardabweichung.

Für die Einzelkomponenten der Gesamtgruppe konnte für die Untersuchungen der Kontaktpunktabweichung UK 3-3, der Okklusion transversal rechts/links, des anterioren Kreuzbisses sowie der Mittellinie zwischen  $t_0$  und  $t_2$  ein signifikanter Unterschied ( $p=0,000$ ) festgestellt werden. Für die Kontaktpunktabweichung 3-3 im Oberkiefer wurden ebenfalls signifikante Unterschiede zwischen  $t_0$  und  $t_2$  festgestellt ( $p=0,002$ ).

Einzelkomponenten	Zeitpunkt	Anzahl	MW	SD ±
<b>Kontaktpunktabweichung 3-3 OK</b>	$t_0$	63	1,39	2,05
	$t_1$	67	1,23	1,74
	$t_2$	69	3,01	3,14
<b>Kontaktpunktabweichung 3-3 UK</b>	$t_0$	63	1,13	1,20
	$t_1$	67	1,22	1,47
	$t_2$	69	2,44	2,39
<b>Okklusion sagittal rechts</b>	$t_0$	63	1,02	0,76
	$t_1$	67	0,73	0,70
	$t_2$	69	0,73	0,76
<b>Okklusion transversal rechts</b>	$t_0$	63	0,98	1,39
	$t_1$	67	0,17	0,54
	$t_2$	69	0,01	0,12
<b>Okklusion vertikal rechts</b>	$t_0$	63	0,9	0,74
	$t_1$	67	0,66	0,54
	$t_2$	69	0,01	0,12
<b>Okklusion sagittal links</b>	$t_0$	63	0,9	0,74
	$t_1$	67	0,66	0,68
	$t_2$	69	0,66	0,68
<b>Okklusion transversal links</b>	$t_0$	63	0,84	1,21
	$t_1$	67	0,01	0,12
	$t_2$	69	0,61	0,72

<b>Okklusion vertikal links</b>	t <sub>0</sub>	63	0	0,00
	t <sub>1</sub>	67	0	0,00
	t <sub>2</sub>	69	0,01	0,12
<b>Sagittale FZ-Stufe</b>	t <sub>0</sub>	63	0,01	0,12
	t <sub>1</sub>	67	0,75	1,19
	t <sub>2</sub>	69	0,71	1,03
<b>Anteriorer Kreuzbiss</b>	t <sub>0</sub>	63	0,9	1,13
	t <sub>1</sub>	67	0,05	0,37
	t <sub>2</sub>	69	0,33	0,66
<b>Infraposition 2-2</b>	t <sub>0</sub>	63	0,03	0,25
	t <sub>1</sub>	67	0,03	1,71
	t <sub>2</sub>	69	0,01	0,12
<b>Supraposition 2-2</b>	t <sub>0</sub>	63	0,46	0,09
	t <sub>1</sub>	67	0,34	0,57
	t <sub>2</sub>	69	0,62	0,80
<b>Mittellinie</b>	t <sub>0</sub>	63	0,56	0,73
	t <sub>1</sub>	67	0,11	0,31
	t <sub>2</sub>	69	0,12	0,37
<b>Summe PAR-Index</b>	t <sub>0</sub>	63	19,46	10,42
	t <sub>1</sub>	67	8,66	7,46
	t <sub>2</sub>	69	15,2	9,33

Tabelle 34: Auswertung der Einzelkomponenten des PAR-Index für die Gesamtgruppe (MW, SD).

Die PAR-Werte für die Einzelkomponenten in der weiblichen Gruppe sind im Folgenden aufgelistet. Es zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen t<sub>0</sub> und t<sub>1</sub> für die Okklusion transversal rechts (p = 0,000) und links (p = 0,002), für den anterioren Kreuzbiss (p = 0,004) und für die Mittellinie (p = 0,002). Für die Zeitpunkte t<sub>1</sub> und t<sub>2</sub> fanden sich signifikante Unterschiede für die Kontaktpunktabweichung 3-3 im Oberkiefer (p = 0,000), die Kontaktpunktabweichung 3-3 im Unterkiefer (p = 0,011), die Okklusion transversal rechts (p = 0,300) sowie den anterioren Kreuzbiss (p = 0,038).

<b>Einzelkomponenten</b> ♀	<b>Zeitpunkt</b>	<b>Anzahl</b>	<b>MW</b>	<b>SD ±</b>
<b>Kontaktpunktabweichung 3-3 OK</b>	t <sub>0</sub>	31	1,55	2,38

	t <sub>1</sub>	34	1,1	1,54
	t <sub>2</sub>	35	3,59	3,44
<b>Kontaktpunktabweichung 3-3 UK</b>	t <sub>0</sub>	31	1,21	1,24
	t <sub>1</sub>	34	1,65	1,74
	t <sub>2</sub>	35	2,9	2,19
<b>Okklusion sagittal rechts</b>	t <sub>0</sub>	31	0,84	0,74
	t <sub>1</sub>	34	0,63	0,64
	t <sub>2</sub>	35	0,64	0,72
<b>Okklusion transversal rechts</b>	t <sub>0</sub>	31	1,32	1,51
	t <sub>1</sub>	34	0	0,00
	t <sub>2</sub>	35	0,23	0,60
<b>Okklusion vertikal rechts</b>	t <sub>0</sub>	31	0	0,00
	t <sub>1</sub>	34	0	0,00
	t <sub>2</sub>	35	0,03	0,17
<b>Okklusion sagittal links</b>	t <sub>0</sub>	31	0,95	0,73
	t <sub>1</sub>	34	0,66	0,59
	t <sub>2</sub>	35	0,66	0,74
<b>Okklusion transversal links</b>	t <sub>0</sub>	31	0,77	1,23
	t <sub>1</sub>	34	0,03	0,17
	t <sub>2</sub>	35	0,29	0,79
<b>Okklusion vertikal links</b>	t <sub>0</sub>	31	0	0,00
	t <sub>1</sub>	34	0	0,00
	t <sub>2</sub>	35	0,03	0,17
<b>sagittale FZ-Stufe</b>	t <sub>0</sub>	31	0,77	1,20
	t <sub>1</sub>	34	0,56	0,86
	t <sub>2</sub>	35	0,77	1,06
<b>Anteriorer Kreuzbiss</b>	t <sub>0</sub>	31	0,68	0,98
	t <sub>1</sub>	34	0,09	0,51
	t <sub>2</sub>	35	0,4	0,70
<b>Infraposition 2-2</b>	t <sub>0</sub>	31	0,06	0,36
	t <sub>1</sub>	34	0,06	0,24

	t <sub>2</sub>	35	0,03	0,17
<b>Supraposition 2-2</b>	t <sub>0</sub>	31	0,39	0,76
	t <sub>1</sub>	34	0,24	0,50
	t <sub>2</sub>	35	0,43	0,70
<b>Mittellinie</b>	t <sub>0</sub>	31	0,58	0,77
	t <sub>1</sub>	34	0,09	0,29
	t <sub>2</sub>	35	0,09	0,28
<b>Summe PAR-Index</b>	t <sub>0</sub>	31	18,58	11,96
	t <sub>1</sub>	34	8,9	8,21
	t <sub>2</sub>	35	16,64	10,02

Tabelle 35: Auswertung der Einzelkomponenten des PAR-Index für die weibliche Gruppe (MW, SD).

Die PAR-Werte für die Einzelkomponenten in der männlichen Gruppe sind im Folgenden aufgelistet. Es zeigten sich signifikante Unterschiede für die Summe des PAR zwischen t<sub>1</sub> und t<sub>2</sub> ( $p = 0,009$ ) sowie zwischen t<sub>0</sub> und t<sub>1</sub> ( $p = 0,000$ ). Weitere signifikante Unterschiede zwischen t<sub>0</sub> und t<sub>1</sub> fanden sich für die Okklusion transversal rechts ( $p = 0,004$ ) und links ( $p = 0,000$ ), den anterioren Kreuzbiss ( $p = 0,000$ ) und die Mittellinie ( $p = 0,005$ ). Für die Zeitpunkte t<sub>1</sub> und t<sub>2</sub> fanden sich signifikante Unterschiede für die Kontaktpunktabweichung 3-3 im Unterkiefer ( $p = 0,014$ ) sowie den anterioren Kreuzbiss ( $p = 0,026$ ).

<b>Einzelkomponenten</b> ♂	<b>Zeitpunkt</b>	<b>Anzahl</b>	<b>MW</b>	<b>SD ±</b>
<b>Kontaktpunktabweichung 3-3 OK</b>	t <sub>0</sub>	31	1,55	2,38
	t <sub>1</sub>	34	1,1	1,54
	t <sub>2</sub>	35	3,59	3,44
<b>Kontaktpunktabweichung 3-3 UK</b>	t <sub>0</sub>	31	1,21	1,24
	t <sub>1</sub>	34	1,65	1,74
	t <sub>2</sub>	35	2,9	2,19
<b>Okklusion sagittal rechts</b>	t <sub>0</sub>	31	0,84	0,74
	t <sub>1</sub>	34	0,63	0,64
	t <sub>2</sub>	35	0,64	0,72
<b>Okklusion transversal rechts</b>	t <sub>0</sub>	31	1,32	1,51
	t <sub>1</sub>	34	0	0,00
	t <sub>2</sub>	35	0,23	0,60

<b>Okklusion vertikal rechts</b>	t <sub>0</sub>	31	0	0,00
	t <sub>1</sub>	34	0	0,00
	t <sub>2</sub>	35	0,03	0,17
<b>Okklusion sagittal links</b>	t <sub>0</sub>	31	0,95	0,73
	t <sub>1</sub>	34	0,66	0,59
	t <sub>2</sub>	35	0,66	0,74
<b>Okklusion transversal links</b>	t <sub>0</sub>	31	0,77	1,23
	t <sub>1</sub>	34	0,03	0,17
	t <sub>2</sub>	35	0,29	0,79
<b>Okklusion vertikal links</b>	t <sub>0</sub>	31	0	0,00
	t <sub>1</sub>	34	0	0,00
	t <sub>2</sub>	35	0,03	0,17
<b>Sagittale FZ-Stufe</b>	t <sub>0</sub>	31	0,77	1,20
	t <sub>1</sub>	34	0,56	0,86
	t <sub>2</sub>	35	0,77	1,06
<b>Anteriorer Kreuzbiss</b>	t <sub>0</sub>	31	0,68	0,98
	t <sub>1</sub>	34	0,09	0,51
	t <sub>2</sub>	35	0,4	0,70
<b>Infraposition 2-2</b>	t <sub>0</sub>	31	0,06	0,36
	t <sub>1</sub>	34	0,06	0,24
	t <sub>2</sub>	35	0,03	0,17
<b>Supraposition 2-2</b>	t <sub>0</sub>	31	0,39	0,76
	t <sub>1</sub>	34	0,24	0,50
	t <sub>2</sub>	35	0,43	0,70
<b>Mittellinie</b>	t <sub>0</sub>	31	0,58	0,77
	t <sub>1</sub>	34	0,09	0,29
	t <sub>2</sub>	35	0,09	0,28
<b>Summe PAR-Index</b>	t <sub>0</sub>	31	18,58	11,96
	t <sub>1</sub>	34	8,9	8,21
	t <sub>2</sub>	35	16,64	10,02

Tabelle 36: Auswertung der Einzelkomponenten des PAR Index für die männliche Gruppe (MW, SD).

#### 4.5.5 Zusammenfassung

Der durchschnittliche Ausgangs-PAR-Wert des gesamten Patientengutes lag bei 13,36 Punkten. 53 Patienten zeigten eine Verbesserung der PAR-Summe bei Abschluss der Frühbehandlung. Bei 41 Patienten wurde auch zum Zeitpunkt  $t_2$  eine geringere PAR-Summe ermittelt als zu Beginn der Frühbehandlung. Eine Verbesserung zeigte sich für die Okklusion transversal und sagittal vom Zeitpunkt  $t_0$  zu  $t_1$  und blieb stabil zum Zeitpunkt  $t_2$ . Eine Verschlechterung war bei der Kontaktpunktabweichung sowohl im Oberkiefer als auch im Unterkiefer erkennbar.

## 5 Diskussion

### 5.1 Patientengut und Methode

Ausgewertet wurden Gipsmodelle und Orthopantomogramme von Patienten, die in der Klinik für Kieferorthopädie des Universitätsklinikums des Saarlandes eine kieferorthopädische Frühbehandlung nach Kassenrecht erfolgreich abgeschlossen hatten. Trotz des lang gewählten Zeitraumes von zehn Jahren eignete sich nur eine geringe Anzahl an Patienten für die Auswertung. Ein Grund für die geringe Gesamtzahl könnten die strengen Einschlusskriterien sein. Patienten mit Lippen- Kiefer- Gaumenspalten oder anderen kraniofazialen Anomalien wurden von der Untersuchung ebenso ausgenommen wie Patienten mit einer behandlungsbedürftigen Zahnunterzahl. Es wurde davon ausgegangen, dass mit einer hohen Wahrscheinlichkeit eine weitere kieferorthopädische Behandlung im späten Wechselgebiss bei diesen Patienten notwendig werden würde. Der Anteil an Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten und anderen kraniofazialen Anomalien (KIG A5) und Patienten mit einer behandlungsbedürftigen Zahnunterzahl (KIG U4) war in der Untersuchung mit insgesamt 8% relativ hoch. Zum Vergleich lag in einer Kohorten-Studie aus dem Jahr 2018 der Anteil von Patienten, die der Gruppe A5 zugeteilt werden können, bei lediglich 0,3%, der von Patienten der Gruppe U4 bei 4,4% (Braun and Spassov, 2020). Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Jordan et. al. im Rahmen der sechsten deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS•6) (Jordan et al., 2023). Hier lag der Anteil von Studienteilnehmern mit kraniofazialen Anomalien (KIG A5) bei 0,4%. Eine Beurteilung der Gruppe U war aufgrund fehlender röntgenologischer Befunde in der DMS•6 nicht möglich.

Die Auswahl des Patientenguts erfolgte mit einer Suchanfrage mit den für die kieferorthopädische Frühbehandlung relevanten KIG-Einstufungen D5, M5, M4, B4, K4, K3, P4 und P3. Das KIG-System wird nur in Deutschland praktiziert. Um eine internationale Vergleichbarkeit zu erzielen, wurden bei der Modellauswertung zusätzlich der insbesondere in europäischen Ländern wie England, Österreich und Schweden gebräuchliche IOTN sowie der international aufgrund seiner guten Validität und Reproduzierbarkeit häufig angewendete PAR-Index erhoben (Green, 2016). Die ästhetische Komponente des IOTN wurde bei dieser retrospektiven Studie nicht angewendet, da eine Befragung der Patienten rückwirkend nicht möglich bzw. nicht sinnvoll erschien. Auch Väkiparta et al. verzichteten auf die Erhebung der ästhetischen Komponente, da die Beurteilung der ästhetischen Komponente durch die Patienten selbst aufgrund des jungen Alters der Patienten nur wenig sinnvoll scheint (Väkiparta et al., 2005).

Alle drei verwendeten Indizes sind nur bedingt anwendbar zur Beurteilung der Stabilität der Frühbehandlung. Da beim KIG-System im späten Wechselgebiss andere KIG-Einstufungen

gelten als bei der Frühbehandlung, kann allein anhand der Erhebung der KIG nicht beurteilt werden, ob die in der Frühbehandlung therapierte Anomalie rezidiert. Lag zu Beginn der Frühbehandlung zum Beispiel ein einseitiger lateraler Kreuzbiss (KIG K4) vor und im späten Wechselgebiss eine vergrößerte sagittale Frontzahnstufe  $> 6$  mm, erfolgt die Einstufung in die Gruppe D4. Da die Gruppe D höher gelistet ist als die Gruppe K, lässt sich anhand der KIG-Einstufung keine Aussage über die transversalen Verhältnisse treffen. Ähnliches gilt für den IOTN. Auch hier erfolgt die Einordnung in die am höchsten gelistete Gruppe. Die Tatsache, dass beim PAR-Index Zähne der ersten Dentition nicht bewertet werden (von Bremen and Pancherz, 2002) macht seine Anwendung zur Beurteilung der kieferorthopädischen Frühbehandlung insofern schwierig, als mit zunehmenden Alter die Anzahl der zu beurteilenden Zähne und somit auch die Anzahl der potenziell von der idealen Okklusion und Zahnbogenform abweichende Befunde zunimmt. Auch erfolgt lediglich eine Beurteilung der sagittalen Okklusion ohne Rekonstruktion eventueller Zahnwanderungen. Ist zum Beispiel der erste Molar im Oberkiefer nach vorzeitigem Milchzahnverlust aufgewandert und steht in Klasse-I-Okklusion, wird dies beim PAR-Index mit 0 Punkten gewertet. Physiologisch liegt im Wechselgebiss allerdings eine  $\frac{1}{2}$  PB Distalokklusion vor, was wiederum beim PAR-Index negativ mit 2 Punkten bewertet wird. Die PAR-Summe kann folglich nicht zur Beurteilung der Stabilität der Frühbehandlung herangezogen werden.

Als alternativer Index hätte zum Beispiel der Occlusal Index (OI) verwendet werden können, welcher 1971 von Summers vorgestellt wurde (Summers, 1971). Dieser ist zwar im Gebiss der 1. Dentition und im frühen Wechselgebiss anwendbar, findet heutzutage aber nur wenig Gebrauch.

## 5.2 Ergebnisse

### 5.2.1 Alter

Definitionsgemäß beginnt die Frühbehandlung vor dem späten Wechselgebiss, welches mit dem Durchbruch eines Zahnes der 2. Dentition in einer der Stützzonen beginnt und mit etwa dem 10. Lebensjahr zu erwarten ist (Kahl-Nieke, 2010). Zum Zeitpunkt  $t_0$ , also zu Beginn der kieferorthopädischen Frühbehandlung, waren die Patienten im Schnitt  $7,99 \pm 1,44$  Jahre alt. Dies ist vergleichbar mit anderen Studien, welche sich mit einer kieferorthopädischen Behandlung bei Patienten vor dem späten Wechselgebiss befassten. So lag das Durchschnittsalter bei Lippold et al. bei  $7,3 \pm 2,1$  Jahren (Lippold et al., 2013), das bei Krusinskiene et al. bei  $7,6 \pm 0,3$  Jahren (Krusinskiene et al., 2008) und das bei Defraia bei 6 Jahren  $2 \pm 17$  Monaten (Defraia et al., 2008). Lippold et.al und Defraia et al. untersuchten Patienten mit einseitigem

Kreuzbiss, während die Patienten bei Krusinskiene et al. einen Frontzahnengstand und Klasse II-Tendenz aufwiesen.

Das Durchschnittsalter bei Abschluss der Frühbehandlung ( $t_1$ ) lag bei  $9,63 \pm 1,49$  Jahren und fällt somit in die Ruhephase des Zahnwechsels. Geringfügig älter waren die Patienten am Ende der ersten Behandlungsphase in einer Studie von Pangrazio-Kulbersh et al. mit mittleren Werten zwischen 10,05 und 11,28 Jahren (Pangrazio-Kulbersh et al., 2018).

Zum Zeitpunkt  $t_2$ , also zu Beginn der Hauptbehandlung, waren die Patienten in dieser Studie durchschnittlich  $11,85 \pm 1,72$  Jahre alt und befanden sich im späten Wechselgebiss. Dies entspricht der Vorgabe der Richtlinien des Bundesausschusses (Punkt 7, Abschnitt B RL-KFO), nach welchem kieferorthopädische Behandlungen nicht vor Beginn der 2. Phase des Zahnwechsels (spätes Wechselgebiss) begonnen werden sollen (Bundesausschuss, 2003).

### 5.2.2 Aktive Behandlungsdauer

Die kieferorthopädische Frühbehandlung ist laut Richtlinien auf sechs Behandlungsquartale (18 Monate) beschränkt. Die aktive Behandlungsdauer in dieser Studie betrug im Durchschnitt  $15,44 \pm 2,20$  Monate und lag somit unter der geforderten maximalen Behandlungsdauer. Tränkmann und Mitarbeiter untersuchten 2001 die Behandlungsdauer im Gebiss der 1. Dentition im Vergleich zum frühen Wechselgebiss (Tränkmann et al., 2001). Sie kamen zu dem Ergebnis, dass die durchschnittliche Behandlungsdauer im frühen Wechselgebiss bei  $21,1 \pm 9,7$  Monaten lag, die im Gebiss der ersten Dentition signifikant kürzer bei  $5,4 \pm 2,1$  Monaten. Verglichen mit anderen Studien ist die in dieser Arbeit ermittelte Behandlungsdauer relativ kurz. So lag zum Beispiel die mittlere Behandlungsdauer bei einer Untersuchung aller Patienten, welche zwischen 1992 und 2012 in der Poliklinik für Kieferorthopädie der Justus-Liebig-Universität Gießen kieferorthopädisch behandelt wurden, bei  $32 \pm 17$  Monaten (von Bremen et al., 2017). Allerdings beschränkte sich diese Studie nicht nur auf die Frühbehandlung, sondern dokumentierte sämtliche kieferorthopädische Behandlungen.

### 5.2.3 Geräteanzahl

Der Großteil der Patienten wurde mit zwei Behandlungsapparaturen therapiert, etwa zu gleichen Teilen wurden eine Behandlungsapparatur bzw. drei Geräte eingesetzt. Nach erfolgreich überstelltem lateralen Kreuzbiss mittels GNE wurde die Transversale im Oberkiefer mit einer Plattenapparatur gehalten. In der Studie von Lippold et al. wurde zur Überstellung des Kreuzbisses eine GNE und im Anschluss ein U-bow-Aktivator nach Karwetzky eingesetzt

(Lippold et al., 2013). Dieser diente neben der Retention auch zur Korrektur der Mittellinie. In der hier vorliegenden Untersuchung wurde bei Patienten mit Klasse III, die mit einer Delaire-Maske behandelt wurden, als Retentionsgerät meist ein Funktionsregler Typ III nach Fränkel eingesetzt. Nach erfolgreichem Einsatz mit extraoralen Geräten eignet sich der Funktionsregler Typ III nach Fränkel gut als Retentionsgerät bei bestehender Klasse III (Kahl-Nieke, 2010). Ngan et al. beschreiben ein ähnliches Behandlungskonzept bei Patienten mit Klasse III. Nach der aktiven Behandlungsphase mit GNE und Gesichtsmaske wurde den Patienten für zwölf Monate ein Klasse III-FKO-Gerät eingesetzt (Ngan and Yiu, 2000). Welches Klasse III-FKO Gerät beschreibt er nicht näher. Drei Behandlungsgeräte waren notwendig, wenn zur Überstellung des Kreuzbisses zusätzlich eine Unterkiefer-Aufbissplatte zur okklusalen Desorientierung erforderlich war.

#### 5.2.4 Behandlerwechsel

Ahlgren et al. vermuten, dass wechselnde Behandler sich ungünstig auf den Behandlungserfolg auswirken (Ahlgren, 1993). Da in dieser Arbeit der Großteil der Patienten nur von einem Behandler betreut wurde, ist dieser Faktor als vernachlässigbar anzusehen.

#### 5.2.5 Korrelation der Untersuchungen

Die Interrater-Reliabilität lag zwischen 0,728 und 1,0 und war somit für alle Untersuchungen akzeptabel bis exzellent. Eine 100-prozentige Übereinstimmung wurde bei der Anwendung des KIGs zum Zeitpunkt  $t_0$  erreicht. Dies liegt vermutlich daran, dass beide Untersucher am meisten vertraut mit dem KIG-System sind. Aber auch beim PAR wurde eine hohe Übereinstimmung erzielt. Zu allen drei Untersuchungszeitpunkten war die Interrater-Reliabilität größer 0,95 und ist somit vergleichbar mit dem Wert von Richmond et al., welcher zwischen den Untersuchern eine Reliabilität von 0,91 angibt (Richmond et al., 1992a). Zu erklären ist die geringfügig schlechtere Übereinstimmung bei Richmond et al. wahrscheinlich mit der doppelten Anzahl an Untersuchern im Vergleich zu dieser Studie.

#### 5.2.6 KIG

Bei der Häufigkeitsverteilung der einzelnen kieferorthopädischen Indikationsgruppen dominierten zu Beginn der Frühbehandlung der frontale bzw. laterale Kreuzbiss mit 44,3% (KIG M) bzw. 41,4% (KIG K). Der prognostisch ungünstigere einseitige laterale Kreuzbiss trat etwa sechsmal häufiger auf als die beidseitige Form. Zu einem sehr ähnlichen Ergebnis kam Schopf im Jahre 2003 bei einer Untersuchung von 2326 Schülern in Frankfurt am Main (Schopf, 2003).

Unter den festgestellten Zahnstellungs- und Kieferanomalien mit großer Behandlungsnotwendigkeit war mit 7,9% bzw. 8,3% der frontale bzw. laterale Kreuzbiss am häufigsten vertreten, dabei der unilaterale etwa viermal häufiger als der bilaterale. Die dritthäufigste Anomalie ist laut seiner Studie wie auch in der vorliegenden Arbeit eine vergrößerte sagittale Frontzahnstufe. In der vorliegenden Studie wurden 7,1% der Patienten in die Gruppe D5 eingestuft; bei Schopf waren es 1,4% der untersuchten Kinder. Die in dieser Arbeit ermittelten 7,1 % decken sich mit den Ergebnissen einer aktuellen Studie über die Häufigkeitsverteilung von Zahn- und Kieferfehlstellungen bei 8- bis 9-jährigen Kindern in einer kieferorthopädischen Praxis in Nordrhein-Westfalen (Kinzinger et al., 2024a). Bei Kinzinger et. al. lag der Anteil von Patienten, die der Gruppe D5 zugeordnet wurden, bei 7,8 %. Im Gegensatz zu dieser Arbeit war mit 34,4 % die KIG D am häufigsten. Der Anteil der Gruppe K lag bei 17,6 %. Wie auch in dieser Arbeit war der unilaterale Kreuzbiss häufiger vertreten als der bilaterale (K4 16,3%, K3 1,3%). Glasl et al. ermittelten in einer schulzahnärztlichen Untersuchung von 1251 9- bis 11-jährigen Kindern den lateralen Kreuzbiss mit 9,2% als häufigste Anomalie, gefolgt von einer vergrößerten sagittalen Frontzahnstufe >6 mm mit 8,7% (Glasl et al., 2006). Anzumerken ist, dass in der vorliegenden Arbeit Patienten erst ab einer sagittalen Frontzahnstufe >9 mm entsprechend der für die Frühbehandlung relevanten KIG D5 registriert wurden. Eine vergrößerte sagittale Frontzahnstufe >9 mm fand sich laut Glasl et al. bei 1% der Kinder. Bei 3,8% der Kinder konnte ein frontaler Kreuzbiss festgestellt werden. In dieser Arbeit lag der prozentuale Anteil mit 44,3% deutlich höher. Vermutlich lässt sich dies durch die gewählten Einschlusskriterien erklären. Im Gegensatz zu der Studie von Glasl et al. wurden nur Patienten mit den für eine kieferorthopädische Frühbehandlung relevanten Befunden D5, M5, M4, B4, K4, K3, P4 und P3 erfasst. Kinzinger et. al kamen zu dem Schluss, dass die Verteilung behandlungsbedürftiger KIG-Klassifikationen altersabhängig ist und sich die größten Unterschiede in der Frühbehandlungsgruppe zeigten aufgrund der eingeschränkten Anwendbarkeit der KIG Klassifikation vor dem späten Wechselgebiss (Kinzinger et al., 2024b).

Bei Abschluss der Frühbehandlung konnte bei 87,1% der Patienten kein Behandlungsbedarf von mindestens Grad 3 festgestellt werden. Bei neun Patienten bestand nach wie vor Anspruch auf eine vertragliche Behandlung nach deutschem Kassenrecht. Fünf der neun Patienten wurden zum Zeitpunkt  $t_1$  der Gruppe P4 (Platzmangel) zugeordnet, drei von Ihnen hatten zu Beginn der Frühbehandlung einen lateralen, zwei einen frontalen Kreuzbiss. Jeweils ein Patient aus der ursprünglichen K4-Gruppe wurde zum Zeitpunkt  $t_1$  in die Gruppe M4 bzw. D4 eingeteilt. Dies bedeutet aber keineswegs, dass die Frühbehandlung nicht erfolgreich war. Zum einen macht sich ein Platzmangel entsprechend dem Zahnwechsel zunächst im Frontzahnbereich bemerkbar. Frontzahnengstände werden der Gruppe E zugeordnet. Diese findet

im Rahmen der Frühbehandlung allerdings keine Berücksichtigung. Zum anderen darf laut Richtlinien nur die KIG-auslösende Anomalie therapiert werden. Liegen also bei Behandlungsbeginn der Frühbehandlung ein Kreuzbiss und eine vergrößerte sagittale Frontzahnstufe vor, wird zwar der Kreuzbiss überstellt, die sagittale Frontzahnstufe aber erst im Rahmen der Hauptbehandlung im späten Wechselgebiss korrigiert. Ein Patient wurde zu Beginn der Frühbehandlung der Gruppe D5, bei Abschluss der Gruppe D4 zugeordnet. Dies bedeutet eine Reduktion der sagittalen Frontzahnstufe um mindestens 33,3% und ist als Erfolg zu werten.

Von den 61 Patienten, die am Ende der Frühbehandlung keinen Behandlungsgrad 3 aufwiesen, konnte dies bei 16 Patienten auch im späten Wechselgebiss bestätigt werden. Bei 22% der Patienten war somit nach erfolgreich abgeschlossener Frühbehandlung keine weitere kieferorthopädische Behandlung nach den Richtlinien notwendig. Dies spricht für den präventiven Charakter der Frühbehandlung. 12 Patienten zeigten im späten Wechselgebiss KIG M4, 10 Patienten KIG S4. Beim Vergleich der Befunde bei Beginn der Frühbehandlung mit den Befunden zu Beginn der Hauptbehandlung im späten Wechselgebiss lässt sich ein tendenzieller Zusammenhang zwischen einem transversalen Defizit (KIG K3 bzw. K4) und einer späteren Retention (KIG S4) erkennen. Auch deuten die Ergebnisse auf einen Zusammenhang zwischen einer anfangs verkleinerten sagittalen Frontzahnstufe (KIG M4/M5) und einer späteren Retention (KIG S4) hin. Beides lässt sich vermutlich durch die maxilläre Mikrognathie erklären, welche sich im späten Wechselgebiss in Form einer Durchbruchsstörung zeigt. Die maxilläre Mikrognathie ist wahrscheinlich auch die Ursache für den tendenziellen Zusammenhang zwischen KIG K3/K4 zu Beginn der Frühbehandlung und KIG M4 im späten Wechselgebiss. Auch Bartzela et al. beschreiben diesen Zusammenhang. Nach Frühbehandlung eines Kreuzbisses wiesen 50% der Patienten eine Klasse III Relation auf (Bartzela and Jonas, 2007).

### 5.2.7 IOTN

52,9% aller Patienten wurde vor Behandlungsbeginn in die Kategorie 4c der DHC des IOTN eingestuft. Somit stellten der frontale bzw. laterale Kreuzbiss die häufigste Anomalie dar. Das Ergebnis ist vergleichbar mit dem von Väkiparta et al., welche im Rahmen einer Untersuchung zum kieferorthopädischen Behandlungsbedarf bei Achtjährigen anhand des IOTN ebenfalls den Kreuzbiss als häufigste Anomalie ermittelten (Väkiparta et al., 2005). 42% der untersuchten Kinder zeigten einen lateralen bzw. frontalen Kreuzbiss, 24% einen Overjet > 6 mm. In dieser Studie lag der Anteil der Patienten mit einem vergrößerten Overjet bei 5,7%. Im Unterschied zu Väkiparta et al. wurden Patienten aufgrund der in Deutschland geltenden Richtlinien erst ab einem Overjet > 9 mm erfasst. Zu einem anderen Ergebnis im Hinblick auf die Häufigkeitsverteilung kommen Tausche et al. (Tausche et al., 2004). Sie erhoben den IOTN bei 1975

Kindern im Alter von sechs bis acht Jahren und ermittelten als häufigste Malokklusion einen Tiefbiss größer 3,5 mm. Dieser betraf 46,2% der untersuchten Kinder, gefolgt von einem Overjet größer 3,5 mm mit 37,5%. Die Häufigkeit des seitlichen Kreuzbisses lag bei 7,7%; die des frontalen Kreuzbisses bei 1,4%. Die unterschiedliche Häufigkeitsverteilung liegt vermutlich daran, dass bei Tausche et al. – anders als in dieser Studie – ein nicht selektiertes Patientengut untersucht wurde. In der vorliegenden Arbeit wurden lediglich Patienten berücksichtigt, welche entsprechend der in Deutschland geltenden Richtlinien Anspruch auf eine kieferorthopädische Frühbehandlung hatten. Erst ein Overjet größer 9 mm rechtfertigt laut Bundesausschuss eine Frühbehandlung. Ein Tiefbiss stellt im Rahmen der Frühbehandlung keine Behandlungsindikation dar (Bundesausschuss, 2003).

### 5.2.8 PAR

Der durchschnittliche Ausgangs-PAR-Wert des gesamten Patientengutes lag bei 13,36 und ist in etwa vergleichbar mit dem mittleren Ausgangs-PAR-Wert von Pangrazio-Kulbersh et al. (Pangrazio-Kulbersh et al., 1999). Pangrazio-Kulbersh untersuchten 103 aufeinander folgende abgeschlossene Behandlungen von Patienten mit einem Durchschnittsalter von 9,8 Jahren und ermittelten einen mittleren Ausgangs-PAR-Wert von 16 Punkten. Andere Studien nennen Ausgangsbefunde zwischen 25 und 30,9 Punkten (Firestone et al., 1999; Hamdan and Rock, 1999; O'Brien et al., 1993). Der niedrige Ausgangs-PAR-Wert liegt in erster Linie daran, dass Gebisse im frühen Wechselgebiss bewertet wurden und Zähne der ersten Dentition beim PAR-Index keine Berücksichtigung finden. Zu dieser Vermutung kamen auch von Bremen und Pancherz (von Bremen and Pancherz, 2002). Sie fanden in ihrer Arbeit einen Zusammenhang zwischen der Gebissentwicklungsperiode und dem Ausgangs-PAR-Wert. Während die Patienten in der frühen Behandlungsgruppe einen durchschnittlichen Anfangs-PAR-Wert von 28,3 Punkten hatten, lag dieser bei Patienten in der späten Behandlungsgruppe bei 32,4. Als mögliche Erklärung nannten von Bremen und Pancherz zum einen die von Pangrazio-Kulbersh et al. erarbeitete Schlussfolgerung, dass sich eine unbehandelte Dysgnathie eher verschlechtert als verbessert (Pangrazio-Kulbersh et al., 1999) und zum anderen die fehlende Berücksichtigung von Fehlstellungen der Milchzähne. Auch Krusinskiene et al. weisen auf Schwierigkeiten bei der Anwendung des PAR-Indexes im frühen Wechselgebiss hin (Krusinskiene et al., 2008).

Nach abgeschlossener Frühbehandlung lag der durchschnittliche PAR-Wert für das gesamte Patientenkollektiv bei  $6,72 \pm 4,85$  Punkten und ist damit vergleichbar mit den Ergebnissen anderer Studien, die mittlere Endwerte zwischen 5,3 und 8,27 (Firestone et al., 1999; O'Brien et al., 1993; von Bremen and Pancherz, 2002) PAR-Punkten erreichten. Nach Richmond et al. sind Ergebnisse von 10 Punkten oder weniger als akzeptabel einzustufen; PAR-Werte von 5

oder weniger Punkten suggerieren eine nahezu ideale Okklusion (Richmond et al., 1992a). Eine Einschätzung des Behandlungserfolges mithilfe des PAR-Indexes kann durch den Vergleich der gewichteten PAR-Werte zu Beginn und am Ende der Behandlung erfolgen (Richmond et al., 1992b). Die Einordnung in die Kategorie „greatly improved“ erfordert eine Reduktion um mindestens 22 Punkte (Richmond et al., 1992b). Bei einem Ausgangs-PAR-Wert kleiner 22 Punkten, wie es teilweise in dieser Studie der Fall war, ist das Erreichen dieser Kategorie folglich nicht möglich, obwohl ein mittlerer Endwert nahe der 5-Punkte-Schwelle für eine nahezu ideale Okklusion erreicht wurde. Alternativ kann die prozentuale Reduktion der gewichteten PAR-Summe ermittelt werden (Richmond et al., 1992b). Laut Richmond et al. gilt ein Fall als „improved“, wenn eine Reduktion um mindestens 30 Prozent erzielt wurde. Ngan et al. nennen eine Reduktion um 56% (21,5 PAR-Punkte) durch die Behandlung mit maxillärer Expansion in Kombination mit einer Gesichtsmaske bei 20 chinesischen Kindern mit Klasse III-Dysgnathie (Ngan and Yiu, 2000). Aus ihren Ergebnissen leiten sie einen Zusammenhang zwischen dem Ausgangs-PAR-Wert und der prozentualen Verbesserung ab. Hohe Ausgangs-PAR-Werte resultieren in tendenziell höheren prozentualen Verbesserungen (Ngan and Yiu, 2000). Diesen Zusammenhang bestätigen auch Pangrazio-Kulbersh et al. (Pangrazio-Kulbersh et al., 1999).

### 5.3 Einordnung der Ergebnisse in die aktuelle gesellschaftliche Debatte

Eine Mitteilung des Bundesrechnungshofs (BRH) an das Bundesministerium für Gesundheit (BMG) und den Spitzenverband der Gesetzlichen Krankenkassen (GKV) im Jahr 2017 entfachte eine öffentliche Diskussion über die kieferorthopädische Versorgung von Kindern und Jugendlichen. Kritisiert wurden eine mangelnde Transparenz und eine fehlende Versorgungsforschung. Medizinischer Nutzen und Wirksamkeit kieferorthopädischer Maßnahmen wurden in Frage gestellt. Insbesondere der Nutzen einer frühen kieferorthopädischen Behandlung ist Bestandteil anhaltender Diskussion.

Tatsächlich gab es über 30 Jahre lang keine systematische Erfassung von Zahn- und Kieferfehlstellungen in Deutschland. Dies änderte sich mit der Sechsten Deutschen Mundgesundheitsstudie (DMS•6). Bei 40,5 % der untersuchten 8- und 9-jährigen Kinder war nach Richtlinien der GKV eine kieferorthopädische Behandlung indiziert. Als weiteres Ergebnis dieser Studie hatten Studienteilnehmende mit kieferorthopädischem Behandlungsbedarf systematisch mehr kariöse Zähne der zweiten Dentition und tendenziell mehr kariöse Milchzähne. Auch im Hinblick auf die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität zeigte sich ein Zusammenhang. Schwierigkeiten beim Kauen gaben systematisch häufiger Kinder mit kieferorthopädischem

Behandlungsbedarf. Zudem zeigen die Daten, dass bei 16,4 % der untersuchten Kinder eine Indikation für eine kieferorthopädische Frühbehandlung gegeben war (Jordan et al., 2023).

Die Mehrzahl der nationalen und internationalen Fachliteratur befürwortet eine kieferorthopädische Frühbehandlung bei einem lateralen Kreuzbiss (Almeida et al., 2012; Bartzela and Jonas, 2007; Defraia et al., 2008; Harrison and Ashby, 2001; Kahl-Nieke, 2008; Kerosuo et al., 2013; Lippold et al., 2013; Mutinelli and Cozzani, 2015; Mutinelli et al., 2015; Ngan and Yiu, 2000). So zeigen die Ergebnisse von Bartzela et al., dass sich eine frühzeitige Korrektur des Kreuzbisses positiv auf die weitere Entwicklung des Oberkiefers auswirkt und möglicherweise einem abnormalen Breitenwachstum des Unterkiefers entgegenwirkt (Bartzela and Jonas, 2007). Harrison und Ashby schlussfolgern aus einer systematischen Übersichtsarbeit, dass die Korrektur eines lateralen Kreuzbisses im Gebiss der ersten Dentition durch maxilläre Expansion das Risiko des Fortbestehens der Anomalie verringert (Harrison and Ashby, 2001). Eine transversale Erweiterung der Maxilla scheint zudem zu einer Vergrößerung der oberen Atemwege zu führen (Bucci et al., 2019). Auch in dieser Studie wurde der positive Effekt der Frühbehandlung im Rahmen der Therapie des lateralen Kreuzbisses sowohl bei den Untersuchungen des KIG wie auch des IOTN gezeigt. Bei der Auswertung der PAR-Einzelkomponenten konnte ebenfalls der positive Effekt auf die Okklusion transversal dargestellt werden. Dies betraf sowohl den einseitigen als auch den beidseitigen Kreuzbiss.

Auch bei Anomalien des prognen Formenkreises sprechen sich die meisten Autoren für einen frühen Behandlungsbeginn aus (Anne Mandall et al., 2012; Baccetti et al., 2000; Baccetti et al., 1998; Chatzoudi et al., 2014; Cordasco et al., 2014; Godt et al., 2008). In einer retrospektiven Arbeit schließen Baccetti et al. aus ihren Ergebnissen, dass der optimale Zeitpunkt zur Verbesserung der Kieferrelation bei Klasse III-Anomalien mittels einer FKO-Apparatur das Gebiss der ersten Dentition zu sein scheint (Baccetti and Tollaro, 1998). Signifikantes aufwärts- und vorwärtsgerichtetes Kondylenwachstum und eine daraus resultierende geringere Zunahme der Gesamtunterkieferlänge fanden Baccetti et al. nur bei Patienten, die im frühen Wechselgebiss mit einer Kombination aus GNE und Gesichtsmaske behandelt wurden. Eine spätere Arbeit von Baccetti et al. zeigt außerdem, dass die Kombination aus schneller maxillärer Expansion und Gesichtsmaske im frühen Wechselgebiss zu mehr skelettalen Effekten und besseren Langzeitergebnissen führt als dieselbe Behandlung im späten Wechselgebiss (Baccetti et al., 2000). Auch die Ergebnisse dieser Studie zeigen die Wirksamkeit einer kieferorthopädischen Frühbehandlung für den prognen Formenkreis. Bei der Hälfte der Patienten konnte eine physiologische Frontzahnstufe erhalten werden. Bei etwa einem Drittel der Patienten war sogar keine Indikation nach KIG für eine Hauptbehandlung vorhanden.

Im Gegensatz zur Klasse III und zum Kreuzbiss wird die Frühbehandlung der Klasse II kontrovers diskutiert. In einer Übersichtsarbeit konnten Papageorgiou et al. eine wachstumshemmende Wirkung des Headgears auf die Maxilla bei Patienten mit maxillärer Prognathie nachweisen (Papageorgiou et al., 2017). Die Frühbehandlung mit Headgear führt außerdem zu längeren und breiteren Oberkiefern und reduziert das Risiko eines späteren Engstandes (Pirttiniemi, 1994). Die Ergebnisse einer Übersichtsarbeit von Xiang et al. zeigen, dass die Frühbehandlung von Patienten mit mandibulärer Retrognathie mittels FKO-Apparaturen zu einer Erweiterung der oberen Atemwege, insbesondere des oropharyngealen Bereichs führt (Xiang et al., 2017). Dolce et al. sahen zwar einen positiven Effekt der Frühbehandlung auf die sagittale Entwicklung des Unterkiefers, am Ende der Behandlung mit festsitzenden Apparaturen war dieser jedoch nicht mehr erkennbar (Dolce et al., 2005). Tulloch et al. dagegen fanden keinen Vorteil gegenüber der Behandlung im späten Wechselgebiss (Tulloch et al., 2004). Nach Veitz-Keenan et al. scheint die Reduktion des Risikos eines Frontzahntraumas der einzige Vorteil der Frühbehandlung von Patienten mit vorstehenden Oberkieferfrontzähnen im Vergleich zu einer späteren kieferorthopädischen Behandlung zu sein (Veitz-Keenan and Liu, 2019). Eine vergrößerte sagittale Frontzahnstufe und fehlende Lippenabdeckung erhöhen das Risiko ein dentales Trauma zu erleiden (Bauss et al., 2008; Magno et al., 2020; Petti, 2015; Schatz et al., 2013). Kinder mit einer sagittalen Frontzahnstufe >3 mm haben ein etwa doppelt so hohes Risiko ein dentales Trauma zu erleiden wie Kinder mit einem Overjet <3 mm (Nguyen et al., 1999). Laut einer Untersuchung von King et al. geht es den Kieferorthopäden bei der Behandlung der Klasse II im frühen Wechselgebiss nicht primär um die Verhinderung von späteren Extraktionen oder allgemein einer weiteren kieferorthopädischen Behandlung im späten Wechselgebiss, sondern vielmehr darum, die Notwendigkeit oder zumindest den Schwierigkeitsgrad der späteren Behandlung zu reduzieren (King et al., 1999). Da die Einschlusskriterien dieser Studie an die KIG gekoppelt waren, fanden sich im Untersuchungsgut nur wenige Patienten mit einer Klasse II Dysgnathie, so dass keine abschließende Beurteilung für diese möglich ist. Jedoch konnte eine Reduktion des Ausmaßes der Klasse II Dysgnathie für die untersuchten Patienten bestätigt werden, was für eine positive Beurteilung der Frühbehandlung zu werten ist.

## 5.4 Schlussfolgerungen

Die zur Überprüfung gestellte Nullhypothese, dass eine erfolgreich abgeschlossene kieferorthopädische Frühbehandlung im Rahmen der Richtlinien nach SGB V zu keiner weiteren Behandlungsnotwendigkeit derselben Anomalie zu einem späteren Zeitpunkt führt, trifft für 89%

der Patienten nach Bewertung der KIG und für 91,7% der Patienten nach Bewertung des IOTN zu. Bei insgesamt 22% der Patienten konnte keine Indikation für eine Hauptbehandlung gefunden werden. Dieser präventive Charakter der kieferorthopädischen Frühbehandlung zeigt sich vor allem im Bereich der transversalen Defizite des Oberkiefers sowie dem prognen Formenkreis. Hier konnte eine deutliche Reduktion der Behandlungsnotwendigkeit festgestellt werden, bei einem Drittel der Patienten lag sogar keine weitere Behandlungsindikation vor.

Dies deckt sich mit der Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. (DGKFO) in ihrer Stellungnahme von 2018 „Optimaler Zeitpunkt für die Durchführung kieferorthopädischer Maßnahmen (unter besonderer Berücksichtigung der kieferorthopädischen Frühbehandlung)“. Auch die im Dezember 2021 veröffentlichte S3-Leitlinie zum Thema „Ideale Behandlungszeitpunkte kieferorthopädischer Anomalien“ bestätigt den präventiven Charakter der Frühbehandlung (DGKFO and DGZMK, 2021).

Die Hypothese, dass neben dem national verwendeten KIG-Index die international anerkannten Indizes IOTN und PAR zur Beurteilung des Behandlungserfolges der kieferorthopädischen Frühbehandlung sinnvoll eingesetzt werden können, ist aufgrund der nur bedingten Anwendbarkeit im frühen Wechselgebiss zu verneinen.

## 6 Literaturverzeichnis

1. Ahlgren J (1993) A ten-year evaluation of the quality of orthodontic treatment. *Swed Dent J* 17:201-209
2. Almeida RR, Almeida MR, Oltramari-Navarro PV, Conti AC, Navarro Rde L, Marques HV (2012) Posterior crossbite--treatment and stability. *J Appl Oral Sci* 20:286-294
3. Anne Mandall N, Cousley R, DiBiase A, Dyer F, Littlewood S, Mattick R, et al. (2012) Is early Class III protraction facemask treatment effective? A multicentre, randomized, controlled trial: 3-year follow-up. *J Orthod* 39:176-185
4. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA, Jr. (2000) Treatment and posttreatment craniofacial changes after rapid maxillary expansion and facemask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 118:404-413
5. Baccetti T, McGill JS, Franchi L, McNamara JA, Jr., Tollaro I (1998) Skeletal effects of early treatment of Class III malocclusion with maxillary expansion and face-mask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 113:333-343
6. Baccetti T, Tollaro I (1998) A retrospective comparison of functional appliance treatment of Class III malocclusions in the deciduous and mixed dentitions. *Eur J Orthod* 20:309-317
7. Bartzela T, Jonas I (2007) Long-term stability of unilateral posterior crossbite correction. *Angle Orthod* 77:237-243
8. Bauss O, Freitag S, Röhling J, Rahman A (2008) Influence of overjet and lip coverage on the prevalence and severity of incisor trauma. *J Orofac Orthop* 69:402-410
9. Braun B, Spassov A (2020) Kieferorthopädische Behandlung von Kindern und Jugendlichen Charakteristika einer Kohorte -Teil 1: Wer wird behandelt?
10. Brook PH, Shaw WC (1989) The development of an index of orthodontic treatment priority. *European Journal of Orthodontics* 11:309-320
11. Bucci R, Montanaro D, Rongo R, Valletta R, Michelotti A, D'Antò V (2019) Effects of maxillary expansion on the upper airways: Evidence from systematic reviews and meta-analyses. *J Oral Rehabil* 46:377-387
12. Bundesausschuss ZuK (2003) Richtlinien des Bundesausschusses der Zahnärzte und Krankenkassen für die Kieferorthopädische Behandlung. *Bundesanzeiger* 226
13. Chatzoudi MI, Ioannidou-Marathiotou I, Papadopoulos MA (2014) Clinical effectiveness of chin cup treatment for the management of Class III malocclusion in pre-pubertal patients: a systematic review and meta-analysis. *Prog Orthod* 15:62
14. Cordasco G, Matarese G, Rustico L, Fastuca S, Caprioglio A, Lindauer SJ, et al. (2014) Efficacy of orthopedic treatment with protraction facemask on skeletal Class III malocclusion: a systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res* 17:133-143

15. Daniels C, Richmond S (2000) The development of the index of complexity, outcome and need (ICON). *J Orthod* 27:149-162
16. Danner D (Hrsg.) (2015) Reliabilität – die Genauigkeit einer Messung. 1.1 ed. *SDM-Survey Guidelines* (GESIS Leibniz Institute for the Social Sciences), Mannheim
17. Defraia E, Marinelli A, Baroni G, Tollaro I (2008) Dentoskeletal effects of a removable appliance for expansion of the maxillary arch: a postero-anterior cephalometric study. *Eur J Orthod* 30:57-60
18. DGKFO, DGZMK (Hrsg.) (2021) Ideale-Behandlungszeitpunkte-kieferorthopaedischer-Anomalien. Langversion 1.0. AWMF-Registriernummer: 083-038
19. Diedrich P (Hrsg.) (2000) *Praxis der Zahnheilkunde. Kieferorthopädie II*. 4th ed. Urban & Fischer Verlag, München, Jena
20. Dolce C, Schader RE, McGorray SP, Wheeler TT (2005) Centographic analysis of 1-phase versus 2-phase treatment for Class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 128:195-200
21. Evans R, Shaw W (1987) Preliminary evaluation of an illustrated scale for rating dental attractiveness. *European Journal of Orthodontics* 9:314-318
22. Firestone AR, Häsler RU, Ingervall B (1999) Treatment results in dental school orthodontic patients in 1983 and 1993. *Angle Orthod* 69:19-26
23. Foersch M, Jacobs C, Wriedt S, Hechtner M, Wehrbein H (2015) Effectiveness of maxillary protraction using facemask with or without maxillary expansion: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig* 19:1181-1192
24. Fränkel R, Fränkel, Christine: (Hrsg.) (1992) *Der Funktionsregler in der orofazialen Orthopädie*. 1st ed. Karl F. Haug Fachbuchverlag,
25. Glasl B, Ludwig B, Schopf P (2006) Prevalence and Development of KIG-relevant Symptoms in Primary School Students from Frankfurt am Main\*. *Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie* 67:414
26. Godt A, Zeyher C, Schatz-Maier D, Göz G (2008) Early treatment to correct Class III relations with or without face masks. *Angle Orthod* 78:44-49
27. Green JI (2016) An Overview of the Peer Assessment Rating (par) Index for Primary Dental Care Practitioners. *Prim Dent J* 5:28-37
28. Hamdan AM, Rock WP (1999) An appraisal of the Peer Assessment Rating (PAR) Index and a suggested new weighting system. *Eur J Orthod* 21:181-192
29. Harrison JE, Ashby D (2001) Orthodontic treatment for posterior crossbites. *Cochrane Database Syst Rev*:Cd000979
30. Harzer W (Hrsg.) (2011) *Checklisten der Zahnmedizin- Kieferorthopädie*. 6th ed. Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, New York

31. Huang CS, Hsu SS, Chen YR (2014) Systematic review of the surgery-first approach in orthognathic surgery. *Biomed J* 37:184-190
32. Jäger A, Braumann B, Kim C, Wahner S (2001) Skeletal and dental effects of maxillary protraction in patients with angle class III malocclusion. A meta-analysis. *J Orofac Orthop* 62:275-284
33. Järvinen S (2001) Indexes for orthodontic treatment need. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 120:237-239
34. Jordan AR, Kuhr K, Frenzel Baudisch N, Kirschneck C (2023) Prevalence of malocclusions in 8- and 9-year-old children in Germany-Results of the Sixth German Oral Health Study (DMS 6). *J Orofac Orthop* 84:1-9
35. Kahl-Nieke B (2008) Die kieferorthopädische Frühbehandlung im Zeitalter der präventionsorientierten Zahnheilkunde. *Informationen aus Orthodontie & Kieferorthopädie* 40
36. Kahl-Nieke B (Hrsg.) (2010) Einführung in die Kieferorthopädie. 3th ed. Deutscher Zahnärzterverlag, Köln
37. Kerosuo H, Heikinheimo K, Nyström M, Väkiparta M (2013) Outcome and long-term stability of an early orthodontic treatment strategy in public health care. *Eur J Orthod* 35:183-189
38. King GJ, Wheeler TT, McGorray SP, Aiosa LS, Bloom RM, Taylor MG (1999) Orthodontists' perceptions of the impact of phase 1 treatment for Class II malocclusion on phase 2 needs. *J Dent Res* 78:1745-1753
39. Kinzinger GSM, Hourfar J, Lisson JA (2024a) Prevalence of KIG-grades 3-5 in an orthodontic practice in North Rhine Westphalia compared with results of the DMS•6 and with KZBV data. *Head Face Med* 20:3
40. Kinzinger GSM, Hourfar J, Maletic A, Lisson JA (2024b) Age-dependent prevalence of malocclusions requiring treatment according to the KIG classification : A multipart cross-sectional study over a 10-year period from the district of Viersen/North Rhine. *J Orofac Orthop*
41. Krusinskiene V, Kiuttu P, Julku J, Silvola AS, Kantomaa T, Pirttiniemi P (2008) A randomized controlled study of early headgear treatment on occlusal stability--a 13 year follow-up. *Eur J Orthod* 30:418-424
42. Liou EJ (2005) Effective maxillary orthopedic protraction for growing Class III patients: a clinical application simulates distraction osteogenesis. *Prog Orthod* 6:154-171
43. Lippold C, Stamm T, Meyer U, Végh A, Moiseenko T, Danesh G (2013) Early treatment of posterior crossbite--a randomised clinical trial. *Trials* 14:20
44. Lisson J, Hourfar J (2017) Plattenapparaturen - Warum nicht? *Kieferorthopädie* 31(2):131-140
45. Ludwig B, Glasl B., Bock F, Bock J, Goldbecher H, Lietz, T, Lisson JA (Hrsg.) (2010) Selbstlegierende Brackets. Konzepte und Behandlung. 1st ed. Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, New York

46. Magno MB, Nadelman P, Leite KLF, Ferreira DM, Pithon MM, Maia LC (2020) Associations and risk factors for dental trauma: A systematic review of systematic reviews. *Community Dent Oral Epidemiol* 48:447-463
47. Mutinelli S, Cozzani M (2015) Rapid maxillary expansion in early-mixed dentition: effectiveness of increasing arch dimension with anchorage on deciduous teeth. *Eur J Paediatr Dent* 16:115-122
48. Mutinelli S, Manfredi M, Guiducci A, Denotti G, Cozzani M (2015) Anchorage onto deciduous teeth: effectiveness of early rapid maxillary expansion in increasing dental arch dimension and improving anterior crowding. *Prog Orthod* 16:22
49. Ngan P, Yiu C (2000) Evaluation of treatment and posttreatment changes of protraction facemask treatment using the PAR index. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 118:414-420
50. Nguyen QV, Bezemer PD, Habets L, Prah-Andersen B (1999) A systematic review of the relationship between overjet size and traumatic dental injuries. *Eur J Orthod* 21:503-515
51. O'Brien KD, Shaw WC, Roberts CT (1993) The use of occlusal indices in assessing the provision of orthodontic treatment by the hospital orthodontic service of England and Wales. *Br J Orthod* 20:25-35
52. Pangrazio-Kulbersh V, Kaczynski R, Shunock M (1999) Early treatment outcome assessed by the Peer Assessment Rating index. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 115:544-550
53. Pangrazio-Kulbersh V, Kang HK, Dhawan A, Al-Qawasmi R, Pacheco RR (2018) Comparison of early treatment outcomes rendered in three different types of malocclusions. *Angle Orthod* 88:253-258
54. Papageorgiou SN, Kutschera E, Memmert S, Gölz L, Jäger A, Bourauel C, et al. (2017) Effectiveness of early orthopaedic treatment with headgear: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod* 39:176-187
55. Petti S (2015) Over two hundred million injuries to anterior teeth attributable to large overjet: a meta-analysis. *Dent Traumatol* 31:1-8
56. Pirttiniemi PM (1994) Associations of mandibular and facial asymmetries--a review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 106:191-200
57. Richmond S, Shaw WC, O'Brien KD, Buchanan IB, Jones R, Stephens CD, et al. (1992a) The development of the PAR Index (Peer Assessment Rating): reliability and validity. *European Journal of Orthodontics* 14:125-139
58. Richmond S, Shaw WC, O'Brien KD, Buchanan IB, Stephens CD, Andrews M, et al. (1995) The relationship between the index of orthodontic treatment need and consensus opinion of a panel of 74 dentists. *Br Dent J* 178:370-374
59. Richmond S, Shaw WC, Roberts CT, Andrews M (1992b) The PAR Index (Peer Assessment Rating): methods to determine outcome of orthodontic treatment in terms of improvement and standards. *European Journal of Orthodontics* 14:180-187

60. Schatz JP, Hakeberg M, Ostini E, Kiliaridis S (2013) Prevalence of traumatic injuries to permanent dentition and its association with overjet in a Swiss child population. *Dent Traumatol* 29:110-114
61. Schopf P (2003) Indication for and frequency of early orthodontic therapy or interceptive measures. *J Orofac Orthop* 64:186-200
62. Schopf P (Hrsg.) (2013) *Kieferorthopädische Abrechnung*. 2nd ed. Quintessenz Verlag, Berlin
63. Silli SM (2014) IOTN-Wer braucht eine Zahnspange? *ÖZZ* 1-2:20-23
64. Summers CJ (1971) The occlusal index: a system for identifying and scoring occlusal disorders. *Am J Orthod* 59:552-567
65. Tausche E, Luck O, Harzer W (2004) Prevalence of malocclusions in the early mixed dentition and orthodontic treatment need. *European Journal of Orthodontics* 26:237-244
66. Tränkmann J, Lisson JA, Treutlein C (2001) Different orthodontic treatment effects in Angle Class III patients. *J Orofac Orthop* 62:327-336
67. Tulloch JF, Proffit WR, Phillips C (2004) Outcomes in a 2-phase randomized clinical trial of early Class II treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 125:657-667
68. Väkiparta MK, Kerosuo HM, Nyström ME, Heikinheimo KA (2005) Orthodontic treatment need from eight to 12 years of age in an early treatment oriented public health care system: a prospective study. *Angle Orthod* 75:344-349
69. Veitz-Keenan A, Liu N (2019) One phase or two phase orthodontic treatment for Class II division 1 malocclusion ? *Evid Based Dent* 20:72-73
70. von Bremen J, Panchez H (2002) Efficiency of early and late Class II Division 1 treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 121:31-37
71. von Bremen J, Streckbein EM, Ruf S (2017) Changes in university orthodontic care over a period of 20 years : Patient characteristics, treatment quality, and treatment costs. *J Orofac Orthop* 78:321-329
72. Xiang M, Hu B, Liu Y, Sun J, Song J (2017) Changes in airway dimensions following functional appliances in growing patients with skeletal class II malocclusion: A systematic review and meta-analysis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 97:170-180

## 7 Abkürzungsverzeichnis

Mm	Millimeter
Bzw.	Beziehungsweise
KIG	Kieferorthopädischen Indikationsgruppen
IOTN	Index of orthodontic treatment need
PAR	Peer Assessment Rating
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
AG	Aktiengesellschaft
GmbH & Co KG	Gesellschaft mit beschränkter Haftung & Compagnie Kommanditgesellschaft
PB	Prämolarenbreite
z.B.	Zum Beispiel
UK	Unterkiefer
OK	Oberkiefer

## 8 Quellenverzeichnis

Abbildung 1: Daniels und Richmond, 2000

Tabelle 3: Bundesausschuss 2003

Tabelle 4: Silli, Österreichische Zahnärztekammer, 2014

## 9 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. Jörg A. Lisson, für die Möglichkeit meine Dissertation mit ihm als Doktorvater über ein Thema zu schreiben, welches mir, insbesondere in Anbetracht der aktuellen öffentlichen Debatte, sehr am Herzen liegt. Für seine Unterstützung und sein Verständnis bin ich sehr dankbar.

Frau Dr. Constanze Linsenmann danke ich für ihre kompetente und tatkräftige Unterstützung, ihr Engagement und ihren niemals endenden Optimismus. Eine bessere Betreuerin hätte ich mir nicht wünschen können.

Darüber hinaus bedanke ich mich bei Frau Dipl.-Stat. Wagenpfeil für die biometrische Beratung und Hilfe bezüglich der Umsetzung der statistischen Auswertung.

Ganz besonders bedanken möchte ich mich bei meiner Familie. Bei meinem Mann, der stets an mich geglaubt und mich über die gesamte Zeit liebevoll motiviert und unterstützt hat. Und bei meinen Eltern, die mit der Betreuung meiner Söhne die Erstellung dieser Dissertation möglich gemacht haben.

## 10 Lebenslauf

Aus datenschutzrechtlichen Gründen wird der Lebenslauf in der elektronischen Fassung der Dissertation nicht veröffentlicht.