

S3-Leitlinie (Langversion)

Ideale Behandlungszeitpunkte kieferorthopädischer Anomalien

AWMF-Registernummer: 083-038

Stand: Dezember 2021

Gültig bis: Dezember 2026

Federführende Fachgesellschaften:

Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie (DGKFO)

Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)

Beteiligung weiterer AWMF-Fachgesellschaften:

Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie (DGHNO KHC)

Deutsche Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde (DGKiZ)

Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V. (DGKJ)

Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie (DGKJP)

Deutsche Gesellschaft für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie (DGMKG)

Deutsche Gesellschaft für Medizinische Psychologie (DGMP)

Deutsche Gesellschaft für Parodontologie (DG PARO)

Deutsche Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien (DGPro)

Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung (DGZ)

Beteiligung weiterer Fachgesellschaften/ Organisationen:

Arbeitsgemeinschaft für Grundlagenforschung (AfG) in der DGZMK

Arbeitsgemeinschaft für Oral- und Kieferchirurgie (AGOKi)

Bundesarbeitsgemeinschaft der PatientInnenstellen und -initiativen (BAGP)

Bundesverband der Kinderzahnärzte (BUKiZ)

Bundesverband der Zahnärztinnen und Zahnärzte des
Öffentlichen Gesundheitsdienstes e.V. (BZÖG)

Deutsche Gesellschaft für ästhetische Zahnmedizin (DGÄZ)

Deutsche Gesellschaft für Präventivzahnmedizin (DGPZM)

Interdisziplinärer Arbeitskreis Oralpathologie und Oralmedizin, AKOPOM

Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung (KZBV)

Verband medizinischer Fachberufe (VMF)

publiziert
bei:



Koordinatoren:

Prof. Dr. Christopher J. Lux
Priv.-Doz. Dr. Dr. Christian Kirschneck

Autoren (in alphabetischer Reihenfolge):

Priv.-Doz. Dr. Dr. Christian Kirschneck
Poliklinik für Kieferorthopädie, Universitätsklinikum Regensburg, Regensburg

Prof. Dr. Christopher J. Lux
Poliklinik für Kieferorthopädie, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg

Co-Autoren (in alphabetischer Reihenfolge):

Prof. Dr. Dr. Peter Proff (DGKFO)
Poliklinik für Kieferorthopädie, Universitätsklinikum Regensburg, Regensburg

Methodische Begleitung:

Dr. Susanne Blödt, MScPH (AWMF, Konstituierende Sitzung)
Dr. Monika Nothacker, MPH (AWMF, Konsensuskonferenz)
Dr. Anke Weber, MSc (DGZMK, Leitlinienbeauftragte)

Jahr der Erstellung: 2021

vorliegende Aktualisierung/ Stand: Dezember 2021

gültig bis: Dezember 2026

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte/ Zahnärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollen aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte/ Zahnärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Leitlinien unterliegen einer ständigen Qualitätskontrolle, spätestens alle 5 Jahre ist ein Abgleich der neuen Erkenntnisse mit den formulierten Handlungsempfehlungen erforderlich. Die aktuelle Version einer Leitlinie finden Sie immer auf den Seiten der DGZMK (www.dgzmk.de) oder der AWMF (www.awmf.org). Sofern Sie die vorliegende Leitlinie nicht auf einer der beiden genannten Webseiten heruntergeladen haben, sollten Sie dort nochmals prüfen, ob es ggf. eine aktuellere Version gibt.

Inhalt

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Herausgeber | 1 |
| 1.1 | Federführende Fachgesellschaften | 1 |
| 1.2 | Kontakt (Leitlinienkoordinatoren)..... | 1 |
| 1.3 | Zitierweise | 1 |
| 1.4 | Redaktioneller Hinweis..... | 2 |
| 1.5 | Besonderer Hinweis | 2 |
| 1.6 | Ziele des Leitlinienprogramms der DGZMK und der DGKFO..... | 2 |
| 2 | Geltungsbereich und Zweck | 3 |
| 2.1 | Priorisierungsgründe | 3 |
| 2.2 | Zielsetzung und Fragestellung..... | 4 |
| 2.3 | Adressaten der Leitlinie..... | 8 |
| 2.4 | Ausnahmen von der Leitlinie..... | 8 |
| 2.5 | Patientenzielgruppe | 8 |
| 2.6 | Versorgungsbereich..... | 8 |
| 2.7 | Weitere Dokumente zu dieser Leitlinie..... | 9 |
| 2.8 | Verbindungen zu anderen Leitlinien | 9 |
| 3 | Kieferorthopädische Anomalien und Behandlungszeitpunkte | 10 |
| 3.1 | Kieferorthopädische Anomalien: Malokklusionen, Dysgnathien und Dyskinesien/Habits... | 10 |
| 3.2 | ICD-10 Codes | 11 |
| 3.3 | Klasse-II-Anomalien | 12 |
| 3.4 | Klasse-III-Anomalien | 13 |
| 3.5 | Transversale Anomalien (Kreuzbiss, Kopfbiss, Nonokklusion) | 15 |
| 3.6 | Vertikale Anomalien | 16 |
| 3.7 | Zahnengstand | 18 |
| 3.8 | Kieferorthopädische Behandlungszeitpunkte | 19 |
| 4 | Assoziationen kieferorthopädischer Anomalien und klinisch-medizinischer Zielgrößen | 20 |
| 5 | Kieferorthopädische Therapie und mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) | 28 |
| 6 | Kieferorthopädische Therapie von Klasse-II-Anomalien | 31 |
| 6.1 | Schlüsselfrage 1 – Kieferorthopädische Frühbehandlung..... | 31 |
| 6.2 | Schlüsselfrage 1 – Kieferorthopädische Regel-/Spätbehandlung | 38 |
| 6.3 | Schlüsselfrage 2 – Kieferorthopädische Früh- vs. Regel-/Spätbehandlung..... | 44 |
| 7 | Kieferorthopädische Therapie von Klasse-III-Anomalien | 48 |
| 7.1 | Schlüsselfrage 3 – Kieferorthopädische Frühbehandlung..... | 48 |
| 7.2 | Schlüsselfrage 3 – Kieferorthopädische Regel-/Spätbehandlung | 54 |
| 7.3 | Schlüsselfrage 4 – Kieferorthopädische Früh- vs. Regel-/Spätbehandlung..... | 62 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 8 | Kieferorthopädische Therapie transversaler Anomalien | 65 |
| 8.1 | Schlüsselfrage 5 – Kieferorthopädische Frühbehandlung..... | 65 |
| 8.2 | Schlüsselfrage 5 – Kieferorthopädische Regel-/Spätbehandlung | 68 |
| 8.3 | Schlüsselfrage 6 – Kieferorthopädische Früh- vs. Regel-/Spätbehandlung..... | 71 |
| 9 | Kieferorthopädische Therapie vertikaler Anomalien | 72 |
| 10 | Kieferorthopädische Therapie des Zahnengstandes | 72 |
| 11 | Zusammenfassung – Klinische Implikationen | 73 |
| 12 | Informationen zu dieser Leitlinie | 74 |
| 12.1 | Zusammensetzung der Leitliniengruppe | 74 |
| 12.1.1 | Redaktion und Koordination | 74 |
| 12.1.2 | Autoren..... | 74 |
| 12.1.3 | Zeitlicher Ablauf der Leitlinienerstellung | 75 |
| 12.1.4 | Beteiligte Fachgesellschaften, Organisationen und Mandatsträger | 76 |
| 12.1.5 | Beteiligte Experten | 78 |
| 12.1.6 | Patientenbeteiligung | 81 |
| 12.1.7 | Methodische Begleitung..... | 82 |
| 12.2 | Methodische Grundlagen..... | 82 |
| 12.3 | Literaturrecherche..... | 82 |
| 12.4 | Evidenzbewertung..... | 82 |
| 12.5 | Strukturierte Konsensfindung | 84 |
| 12.6 | Empfehlungsgraduierung und Feststellung der Konsensstärke..... | 84 |
| 12.6.1 | Festlegung des Empfehlungsgrades | 84 |
| 12.6.2 | Feststellung der Konsensstärke..... | 85 |
| 13 | Redaktionelle Unabhängigkeit | 86 |
| 13.1 | Finanzierung der Leitlinie | 86 |
| 13.2 | Darlegung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten | 86 |
| 14 | Externe Begutachtung und Verabschiedung..... | 90 |
| 15 | Implementierung und Disseminierung..... | 90 |
| 16 | Gültigkeitsdauer und Aktualisierungsverfahren | 91 |
| 17 | Literaturverzeichnis..... | 92 |
| 18 | Glossar | 117 |

1 Herausgeber

1.1 Federführende Fachgesellschaften



Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. (DGKFO)

Schlangenzahl 14, 35292 Gießen

Telefon: 0151 - 40029241

Telefax: 0641 - 99 46129

E-Mail: info@dgkfo.online

<https://www.dgkfo-vorstand.de/>



Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- u. Kieferheilkunde e.V. (DGZMK)

Liesegangstr. 17a, 40211 Düsseldorf

Telefon: 0211 - 61 01 98 0

Telefax: 0211 - 61 01 98 11

E-Mail: dgzmk@dgzmk.de

<https://www.dgzmk.de/>

1.2 Kontakt (Leitlinienkoordinatoren)

Prof. Dr. Christopher J. Lux

Direktor der Poliklinik für Kieferorthopädie

Universitätsklinikum Heidelberg | Im Neuenheimer Feld 400 | 69120 Heidelberg

Telefon: 06221 56-6561 (Skr.) oder 56-6560 (direkt)

Fax: 06221 56-5753

E-Mail: christopher.lux@med.uni-heidelberg.de

Fachgesellschaft: Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. (DGKFO)

Priv.-Doz. Dr. Dr. Christian Kirschneck

Stellvertretender Direktor und Ltd. Oberarzt der Poliklinik für Kieferorthopädie

Universitätsklinikum Regensburg | Franz-Josef-Strauß-Allee 11 | 93053 Regensburg

Telefon: 0941 944-6095 (Skr.) oder 944-6093 (direkt)

Fax: 0941 944-6169

E-Mail: christian.kirschneck@ukr.de

Fachgesellschaft: Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. (DGKFO)

1.3 Zitierweise

DGKFO, DGZMK: „Ideale Behandlungszeitpunkte kieferorthopädischer Anomalien“, Langversion 1.0, 2021, AWMF-Registriernummer: 083-038, <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/083-038.html>.

1.4 Redaktioneller Hinweis

Ausschließlich zum Zweck der besseren Lesbarkeit wird auf die geschlechtsspezifische Schreibweise verzichtet. Alle personenbezogenen Bezeichnungen in diesem Dokument sind somit geschlechtsneutral zu verstehen.

1.5 Besonderer Hinweis

Der Entwicklungsprozess in der Medizin führt fortwährend zu neuen Erkenntnissen. Alle Angaben können nur dem Wissensstand zur Zeit der Drucklegung der Leitlinie entsprechen. Mit größtmöglicher Sorgfalt wurden die angegebenen Empfehlungen dargelegt. Fragliche Unstimmigkeiten sollen bitte im allgemeinen Interesse der Leitlinien-Redaktion mitgeteilt werden.

Der Benutzer selbst bleibt verantwortlich für jede diagnostische und therapeutische Applikation, Medikation und Dosierung. In dieser Leitlinie sind eingetragene Warenzeichen (geschützte Warennamen) nicht besonders kenntlich gemacht. Es kann also aus dem Fehlen eines entsprechenden Hinweises nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt. Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Bestimmung des Urhebergesetzes ist ohne schriftliche Zustimmung der Leitlinien-Redaktion unzulässig und strafbar. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung der Leitlinien-Redaktion reproduziert werden. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung, Nutzung und Verwertung in elektronischen Systemen, Intranets und dem Internet.

Leitlinien sind für Ärzte und Zahnärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

1.6 Ziele des Leitlinienprogramms der DGZMK und der DGKFO

Ein gemeinsames Ziel der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. (DGKFO) und der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e.V. (DGZMK) ist die Entwicklung und Aktualisierung von Leitlinien. Leitlinien werden systematisch entwickelt und stellen Hilfen zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen dar. Sie sollen, basierend auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren, für mehr Sicherheit in der Medizin sorgen (awmf.org/leitlinien). Leitlinien erfordern eine regelmäßige Aktualisierung.

2 Geltungsbereich und Zweck

2.1 Priorisierungsgründe

Malokklusionen, Dysgnathien und orofaziale Dyskinesien sind weltweit und in Deutschland sehr verbreitet und betreffen ca. eine von zwei Personen (oder mehr) (Lombardo et al. 2020). In der Altersklasse der 10-Jährigen wiesen im Jahr 2006 ca. 10,6% der Kinder Zahnstellungs- und Kieferanomalien mittleren Grades auf, 29,4% ausgeprägte Anomalien und 1,4% schwerere Fehlstellungen (Glasl et al. 2006). Die Ausprägungsgrade der kieferorthopädischen Indikationsgruppen (KIG) 3 bis 5 ziehen dabei eine Leistungspflicht der gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) nach sich. Anomalien der Klasse II und der Klasse III treten dabei im Wechselgebiss in Europa nach einer aktuellen Meta-Analyse bei 30% bzw. 3% der Kinder auf, transversale Anomalien bei mind. 36% (Kreuzbiss, Mittellinienverschiebungen) und vertikale Anomalien bei ca. 22% der Kinder, während Zahnengstände bei ca. 42% aller Kinder im Wechselgebiss vorliegen (Lombardo et al. 2020). In einer epidemiologischen Studie in Deutschland wurde ebenfalls – obwohl Klasse-II-Anomalien wesentlich häufiger als Klasse-III-Anomalien waren – immerhin bei 3,4% bzw. 5,1% der Kinder ein frontaler Kreuzbiss permanenter Zähne registriert (Lux et al. 2009). Fragen der kieferorthopädischen Indikationsstellung und des optimalen kieferorthopädischen Behandlungszeitpunktes besitzen daher eine hohe klinische und versorgungsökonomische Relevanz in der Bevölkerung.

Es wird angenommen, dass Dysgnathien und Malokklusionen mit verschiedenen zahnmedizinischen und medizinischen Krankheitsbildern assoziiert sind. Beispielsweise ist das Risiko eines dentalen Traumas bei einer kieferorthopädischen Anomalie der Klasse II/1, einer vergrößerten sagittalen Frontzahnstufe (Overjet) mit zurückliegendem Unterkiefer, um das 2-3-fache erhöht, wie bereits in der AWMF-S2k-Leitlinie zum Thema „Dentales Trauma bleibender Zähne, Therapie“ (AWMF-Register-Nummer 083-004) festgehalten ist. Einschränkungen im nasopharyngealen Raum, die zu Schlafapnoe führen, kann mit funktionskieferorthopädischen Therapien entgegengewirkt werden. Die aktuelle S3-Leitlinie „Diagnostik und Therapie des Schnarchens des Erwachsenen“ der Deutschen Gesellschaft für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde e.V. (AWMF-Register-Nummer 017-068) stellt dar, dass intraorale kieferorthopädische Apparaturen, welche eine Vorverlagerung des Unterkiefers während des Schlafes bewirken, erfolgsversprechend in der Therapie der obstruktiven Schlafapnoe sind. Die S3-Leitlinie „Nicht erholsamer Schlaf/Schlafstörungen - Schlafbezogene Atmungsstörungen“ (2017) (AWMF-Register-Nummer 063-001) stellt die allgemeinmedizinische Bedeutung von Unterkieferprotrusionsschienen bei Patienten mit leicht bis mittelgradiger obstruktiver Schlafapnoe und als „second-line“-Therapie fest. Gerade in der heutigen, durch soziale Netzwerke geprägten Zeit werden Kinder und Jugendliche oftmals wegen fehlpositionierter Zähne und ihrem oralen Erscheinungsbild gehänselt und schikaniert (Duarte-Rodrigues et al. 2020; Tristão et al. 2020); Studien weisen darauf hin, dass dies negative Auswirkungen auf die Entwicklung sozialer Kompetenzen im Umgang mit anderen Menschen sowie die eigene emotionale Entwicklung, das Selbstwertgefühl und die Lebensqualität haben könnte (Andiappan et al. 2015; Dimberg et al. 2015; Kragt et al. 2017; Kragt et al. 2016; Kunz et al. 2019, 2018; Tristão et al. 2020). Es ist naheliegend, dass eine frühzeitige Korrektur von kieferorthopädischen Anomalien durch eine kieferorthopädische Behandlung in diesen Fällen positive Effekte hat und zu einer verbesserten Lebensqualität führt.

Die Kieferorthopädie ist daher auf verschiedenen Ebenen ein integraler Bestandteil der dentofazialen Diagnostik und Therapie, u.a. bezüglich der Überwachung und Korrektur von Störungen der Gebiss- und Kieferentwicklung, der Wiederherstellung der Abbeiß- und Kaufunktion und der oralen Rehabilitation bei Anomalien der Zähne und der Zahnzahl. Die S3-Leitlinie (AWMF-Registernummer: 083-024) „Zahnimplantatversorgungen bei multiplen Zahnnichtanlagen und Syndromen“ stellt den kieferorthopädischen Lückenschluss als mögliche primäre Therapieoption bei Zahnnichtanlagen dar. Darüber hinaus kann durch kieferorthopädische Maßnahmen die Grundlage für interdisziplinäre Therapieverfahren geschaffen werden. Dies betrifft im zahnmedizinischen Bereich die kieferorthopädisch-oralchirurgische, -kieferchirurgische, -(prä)prothetische, -parodontologische, -konservierende, -präventivzahnmedizinische und -kinderzahnheilkundliche Versorgung, im medizinischen Bereich die interdisziplinären Schnittstellen mit der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, der Kinder- und Jugendmedizin, der Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie sowie mit der Medizinischen Psychologie.

Der ideale Behandlungszeitpunkt wird bei verschiedenen Dysgnathien und Malokklusionen kontrovers diskutiert, vor allem bezüglich der Effizienz, der Belastung und dem Behandlungsaufwand einer Früh- im Vergleich zu einer Regel- bzw. Spätbehandlung. Der Behandlungsbeginn kann entweder im Milch- bzw. frühen Wechselgebiss (Frühbehandlung), im späten Wechselgebiss (Regelbehandlung) oder erst mit der permanenten Dentition (Spätbehandlung) stattfinden. Der frühe Behandlungsbeginn im Milch- bzw. frühen Wechselgebiss kann dabei als alleinige Therapie oder als Teil einer zweiphasigen Behandlungsstrategie erfolgen.

In einem Leitlinienprozess ist es notwendig, spezifische Behandlungssituationen zu berücksichtigen, beispielsweise bei Gefahr einer Wachstumsbehinderung oder der Möglichkeit einer deutlichen Verstärkung der Anomalie, welche die Behandlungsbelastung erhöhen und die Prognose verschlechtern können. Im Rahmen der vorliegenden Leitlinie soll daher bezogen auf die jeweils vorliegende Dysgnathie bzw. Malokklusion der ideale Behandlungszeitpunkt basierend auf der verfügbaren klinisch-wissenschaftlichen Datenlage ermittelt werden, als auch der jeweilige medizinische Nutzen/Schaden näher betrachtet werden.

2.2 Zielsetzung und Fragestellung

Identifikation und Standardisierung des idealen Behandlungszeitpunktes kieferorthopädischer Anomalien vor dem Hintergrund eines individuell optimalen Behandlungsergebnisses unter Reduktion möglicher Risiken sowie einer adäquaten Aufwand/Nutzen-Relation

Spezifisch soll geklärt werden, zu welchen Behandlungszeitpunkten eine kieferorthopädische Anomalie effektiv behandelt werden kann und wie sich die Effizienz verschiedener Behandlungszeitpunkte bei Vorliegen einer bestimmten Anomalie unterscheidet. Durch die Identifikation des idealen Behandlungszeitpunktes einer kieferorthopädischen Anomalie sollen der Therapieerfolg und damit gesundheitliche Nutzen maximiert und mögliche Nebenwirkungen sowie der therapeutische Aufwand minimiert werden.

Aus der aufgeführten Zielsetzung ergeben sich folgende Schlüsselfragen (nach PICO):

1. Klasse II – idealer Behandlungszeitpunkt – medizinischer Nutzen: **Hat bei Patienten mit Klasse-II-Anomalie (P) eine kieferorthopädische Früh- bzw. Regel-/Spätbehandlung (I) im Vergleich zu einer nicht durchgeführten kieferorthopädischen Behandlung (C) einen medizinischen Nutzen / Schaden / schadenspräventiven Nutzen im Hinblick auf (O):**

- das primäre kieferorthopädische Behandlungsergebnis (skelettal/dentoalveolär)
- die Okklusion bzw. Kaufunktion
- die dentofaziale Ästhetik bzw. das Weichteilprofil
- die Traumaprophylaxe (dentales Frontzahntrauma)
- die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) bzw. psychische Entwicklung
- die Atmung und den Luftraum (Airway space, Schlafapnoe), Schlucken und Sprechen
- eine Verbesserung der prothetisch-konservierenden Versorgbarkeit des Gebisses
- eine Prävention oraler Erkrankungen und von Störungen der Gebissentwicklung (u.a. Mundhygienefähigkeit, Karies, Parodontitis, Zahnretentionen und –verlagerung)

Abstimmung (konstituierende Sitzung): 13/0/0 (ja, nein, Enthaltung) – starker Konsens

2. Klasse II – idealer Behandlungszeitpunkt – Früh- vs. Regel-/Spätbehandlung: **Führt bei Patienten mit Klasse-II-Anomalie (P) eine kieferorthopädische Frühbehandlung (I) im Vergleich zu einer kieferorthopädischen Regel- bzw. Spätbehandlung (C) zu verbesserten Ergebnissen im Hinblick auf (O):**

- das primäre kieferorthopädische Behandlungsergebnis (skelettal/dentoalveolär)
- die Okklusion bzw. Kaufunktion
- die dentofaziale Ästhetik bzw. das Weichteilprofil
- die Traumaprophylaxe (dentales Frontzahntrauma)
- die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) bzw. psychische Entwicklung
- die Atmung und den Luftraum (Airway space, Schlafapnoe), Schlucken und Sprechen
- eine Verbesserung der prothetisch-konservierenden Versorgbarkeit des Gebisses
- eine Prävention oraler Erkrankungen und von Störungen der Gebissentwicklung (u.a. Mundhygienefähigkeit, Karies, Parodontitis, Zahnretentionen und –verlagerung)
- eine Reduktion eines weiteren Therapiebedarfs
- eine Reduktion der Belastung des Patienten
- eine Reduktion therapiebegleitender Nebenwirkungen (v.a. Zahnwurzelresorptionen)
- die Stabilität des Behandlungsergebnisses

Abstimmung (konstituierende Sitzung): 13/0/0 (ja, nein, Enthaltung) – starker Konsens

3. Klasse III – idealer Behandlungszeitpunkt – medizinischer Nutzen: **Hat bei Patienten mit Klasse-III-Anomalie (P) eine kieferorthopädische Früh- bzw. Regel-/Spätbehandlung (I) im Vergleich zu einer nicht durchgeführten kieferorthopädischen Behandlung (C) einen medizinischen Nutzen / Schaden / schadenspräventiven Nutzen im Hinblick auf (O):**

- das primäre kieferorthopädische Behandlungsergebnis (skelettal/dentoalveolär)
- die Okklusion bzw. Kaufunktion
- die dentofaziale Ästhetik bzw. das Weichteilprofil
- die Traumaprophylaxe (dentales Frontzahntrauma)
- die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) bzw. psychische Entwicklung
- die Atmung und den Luftraum (Airway space, Schlafapnoe), Schlucken und Sprechen
- eine Verbesserung der prothetisch-konservierenden Versorgung des Gebisses
- eine Prävention oraler Erkrankungen und von Störungen der Gebissentwicklung (u.a. Mundhygienefähigkeit, Karies, Parodontitis, Zahnretentionen und –verlagerung)

Abstimmung (konstituierende Sitzung): 13/0/0 (ja, nein, Enthaltung) – starker Konsens

4. Klasse III – idealer Behandlungszeitpunkt – Früh- vs. Regel-/Spätbehandlung: **Führt bei Patienten mit Klasse-III-Anomalie (P) eine kieferorthopädische Frühbehandlung (I) im Vergleich zu einer kieferorthopädischen Regel- bzw. Spätbehandlung (C) zu verbesserten Ergebnissen im Hinblick auf (O):**

- das primäre kieferorthopädische Behandlungsergebnis (skelettal/dentoalveolär)
- die Okklusion bzw. Kaufunktion
- die dentofaziale Ästhetik bzw. das Weichteilprofil
- die Traumaprophylaxe (dentales Frontzahntrauma)
- die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) bzw. psychische Entwicklung
- die Atmung und den Luftraum (Airway space, Schlafapnoe), Schlucken und Sprechen
- eine Verbesserung der prothetisch-konservierenden Versorgung des Gebisses
- eine Prävention oraler Erkrankungen und von Störungen der Gebissentwicklung (u.a. Mundhygienefähigkeit, Karies, Parodontitis, Zahnretentionen und –verlagerung)
- eine Reduktion eines weiteren Therapiebedarfs
- eine Reduktion der Belastung des Patienten
- eine Reduktion therapiebegleitender Nebenwirkungen (v.a. Zahnwurzelresorptionen)
- die Stabilität des Behandlungsergebnisses

Abstimmung (konstituierende Sitzung): 13/0/0 (ja, nein, Enthaltung) – starker Konsens

5. Transversale/vertikale Anomalien, Zahnengstand – idealer Behandlungszeitpunkt – medizinischer Nutzen: **Hat bei Patienten mit transversalen/vertikalen Anomalien, Zahnengstand (P) eine kieferorthopädische Früh- bzw. Regel-/Spätbehandlung (I) im Vergleich zu einer nicht durchgeführten kieferorthopädischen Behandlung (C) einen medizinischen Nutzen / Schaden / schadenspräventiven Nutzen im Hinblick auf (O):**

- das primäre kieferorthopädische Behandlungsergebnis (skelettal/dentoalveolär)
- die Okklusion bzw. Kaufunktion
- die dentofaziale Ästhetik bzw. das Weichteilprofil
- die Traumaprophylaxe (dentales Frontzahntrauma)
- die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) bzw. psychische Entwicklung
- die Atmung und den Luftraum (Airway space, Schlafapnoe), Schlucken und Sprechen
- eine Verbesserung der prothetisch-konservierenden Versorgung des Gebisses
- eine Prävention oraler Erkrankungen und von Störungen der Gebissentwicklung (u.a. Mundhygienefähigkeit, Karies, Parodontitis, Zahnretentionen und –verlagerung)

Abstimmung (konstituierende Sitzung): 13/0/0 (ja, nein, Enthaltung) – starker Konsens

6. Transversale/vertikale Anomalien, Zahnengstand – idealer Behandlungszeitpunkt – Früh- vs. Regel-/Spätbehandlung: **Führt bei Patienten mit transversalen/vertikalen Anomalien, Zahnengstand (P) eine kieferorthopädische Frühbehandlung (I) im Vergleich zu einer kieferorthopädischen Regel-/Spätbehandlung (C) zu verbesserten Ergebnissen bzgl. (O):**

- das primäre kieferorthopädische Behandlungsergebnis (skelettal/dentoalveolär)
- die Okklusion bzw. Kaufunktion
- die dentofaziale Ästhetik bzw. das Weichteilprofil
- die Traumaprophylaxe (dentales Frontzahntrauma)
- die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) bzw. psychische Entwicklung
- die Atmung und den Luftraum (Airway space, Schlafapnoe), Schlucken und Sprechen
- eine Verbesserung der prothetisch-konservierenden Versorgung des Gebisses
- eine Prävention oraler Erkrankungen und von Störungen der Gebissentwicklung (u.a. Mundhygienefähigkeit, Karies, Parodontitis, Zahnretentionen und –verlagerung)
- eine Reduktion eines weiteren Therapiebedarfs
- eine Reduktion der Belastung des Patienten
- eine Reduktion therapiebegleitender Nebenwirkungen (v.a. Zahnwurzelresorptionen)
- die Stabilität des Behandlungsergebnisses

Abstimmung (konstituierende Sitzung): 13/0/0 (ja, nein, Enthaltung) – starker Konsens

2.3 Adressaten der Leitlinie

Die Leitlinie richtet sich an

- Zahnärzte
- Kinderzahnärzte
- Fachzahnärzte für Kieferorthopädie
- Fachzahnärzte für Oralchirurgie
- Fachärzte für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie
- Fachärzte für Pädiatrie
- Fachärzte für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde
- Fachärzte für Psychiatrie und
- klinische Psychologen

d.h. an alle Disziplinen, die in der interdisziplinären Behandlung von Malokklusionen und Dysgnathien sowie funktionellen Störungen des stomatognathen Systems beteiligt sind.

2.4 Ausnahmen von der Leitlinie

Zum Zeitpunkt der Erstellung gibt es keine Ausnahmen von der Leitlinie.

2.5 Patientenzielgruppe

Die Patientenzielgruppe sind alle Patienten aller Altersstufen mit kieferorthopädischem Behandlungsbedarf bzw. zusätzlichem Behandlungswunsch in der ambulant durchgeführten kieferorthopädischen Versorgung. Explizit werden keine Einschluss- bzw. Ausschlusskriterien definiert, um eine generelle Anwendbarkeit der Leitlinie zu ermöglichen.

2.6 Versorgungsbereich

Ambulante Prävention, Früherkennung, Diagnostik und Therapie in der zahnärztlichen und spezialisierten kieferorthopädischen Versorgung sowie stationäre Diagnostik und Therapie in der kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Kombinationsversorgung.

2.7 Weitere Dokumente zu dieser Leitlinie

Dieses Dokument umfasst die S3-Leitlinie „Ideale Behandlungszeitpunkte kieferorthopädischer Anomalien“. Folgende ergänzende Dokumente wurden erstellt:

- Leitlinienreport mit Interessenerklärungen/-konflikten
- Evidenztabelle
- Kurzversion
- Patienteninformation/-version

Die Leitlinie sowie die Zusatzdokumente sind über die folgenden Seiten zugänglich:

- Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. (DGKFO) (<https://www.dgkfo-vorstand.de/>)
- Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e.V. (DGZMK) (www.dgzmk.de/zahnaerzte/wissenschaft-forschung/leitlinien.html)
- AWMF (www.leitlinien.net)

2.8 Verbindungen zu anderen Leitlinien

- Therapie des dentalen Traumas bleibender Zähne (AWMF-Register-Nr. 083-004)
- Zahnimplantatversorgungen bei multiplen Zahnnichtanlagen und Syndromen (AWMF-Register-Nr. 083-024)
- Nicht erholsamer Schlaf/Schlafstörungen - Schlafbezogene Atmungsstörungen (AWMF-Register-Nr. 063-001)
- Diagnostik und Therapie des Schnarchens des Erwachsenen (AWMF-Register-Nr. 017-068)

3 Kieferorthopädische Anomalien und Behandlungszeitpunkte

3.1 Kieferorthopädische Anomalien: Malokklusionen, Dysgnathien und Dyskinesien/Habits

Die zahnmedizinische Fachdisziplin der Kieferorthopädie beschäftigt sich mit der Prophylaxe, Diagnostik und Therapie von Zahn- und Kieferfehlstellungen, d.h. **Anomalien** der Zähne und Kiefer. Das Wort Anomalie besteht dabei aus dem Negationspräfix (alpha privativum) und ὁμαλός (gleich, glatt) und bezeichnet daher generell Unregelmäßigkeiten und Abweichungen von der Norm der Bevölkerung. Diese werden weiter nach Dysgnathien, Malokklusionen und Dyskinesien bzw. schlechten Gewohnheiten (Habits) differenziert.

Unter „**Dysgnathie**“ versteht man skelettale Fehlentwicklungen der Kiefer. Sie können die Kieferform, die Lage der Kiefer zueinander oder den Einbau der Kiefer in den Schädel betreffen und als Folge funktionelle und ästhetische Beeinträchtigungen verursachen. Zwischen einer Dysgnathie und einer Eugnathie – dem ausgeglichenen und gut ausgebildeten Gebiss – bestehen fließende Übergänge.

Als „**Malokklusion**“ wird jegliche Stellung eines Zahnes außerhalb der idealen Zahnbogenform des Oberkiefers oder Unterkiefers bzw. eine dental bedingte Malformation des Zahnbogens verstanden sowie jede dadurch bedingte Störung in der idealen Okklusion der Zahnbögen des Ober- und Unterkiefers (z.B. vorzeitiger Kontakt beim Zusammenbiss, Elongation, Gleithindernisse).

Unter orofazialen „**Dyskinesien**“ bzw. „**Habits**“ sind neuromuskuläre Fehlfunktionen und dysfunktionale Angewohnheiten und im stomatognathen (Mund und Kiefer betreffenden) System zusammengefasst, welche einerseits physiologische Wachstumsprozesse stören und damit andererseits die Ausbildung einer Dysgnathie oder Malokklusion fördern. Man unterscheidet die primären – verursachenden – von den sekundären – adaptiven Dyskinesien. Während eine primäre Fehlfunktion zu Gebissanomalien führen kann, so können bereits bestehende Anomalien der Zähne oder des Kiefers eine sekundäre Dyskinesie bedingen. Hierzu gehören beispielsweise der Lutschhabit, das Fingernägelkauen, Lippen- und Zungenbeißen, Zungenpressen, Einsaugen von Lippe und Wange, der Mentalishabit, die Mundatmung, eine falsche Zungenlage, z.B. mit Sigmatismus als umschriebene Entwicklungsstörung des Sprechens und der Sprache (fehlerhafte Aussprache der S-Laute, Lispeln), und das persistierende viszerale, infantile Schluckmuster. Prophylaktische kieferorthopädische Maßnahmen können exogenen Ursachen bei Klasse-II-Anomalien entgegenwirken. Sie umfassen unter anderem das frühzeitige Abstellen von Habits mit psychologischer Unterstützung (durch aufklärende Gespräche, Verstärkungsmethoden etc.), das Training der Lippenmuskulatur und die Beseitigung von Zwangsführungen im Milchgebiss (Einschleifen/Extraktion) (Schopf 2008).

3.2 ICD-10 Codes

- K07.- Dentofaziale Anomalien** [einschließlich fehlerhafter Okklusion]
- K07.0 Stärkere Anomalien der Kiefergröße**
Hyperplasie, Hypoplasie: mandibulär; Hyperplasie, Hypoplasie: maxillär; Makrognathie (mandibulär) (maxillär); Mikrognathie (mandibulär) (maxillär)
- K07.1 Anomalien des Kiefer-Schädelbasis-Verhältnisses**
Asymmetrie des Kiefers, Prognathie (mandibulär) (maxillär), Retrognathie (mandibulär) (maxillär)
- K07.2 Anomalien des Zahnbogenverhältnisses**
Distalbiss, Kreuzbiss (vorderer) (hinterer), Mesialbiss, Offener Biss (anterior) (posterior), Posteriore linguale Okklusion der, Unterkieferzähne, Sagittale Frontzahnstufe, Überbiss (übermäßig): horizontal, Überbiss (übermäßig): tief, Überbiss (übermäßig): vertikal, Verschiebung der Mittellinie des Zahnbogens
- K07.3 Zahnstellungsanomalien**
Diastema Zahn oder Zähne, Engstand Zahn oder Zähne, Lückenbildung, abnorm Zahn oder Zähne, Rotation Zahn oder Zähne, Transposition, Zahn oder Zähne, Verlagerung Zahn oder Zähne, Impaktierte oder retinierte Zähne mit abnormer Stellung derselben oder der benachbarten Zähne
- K07.4 Fehlerhafte Okklusion, nicht näher bezeichnet**
- K07.5 Funktionelle dentofaziale Anomalien**
Abnormer Kieferschluss, Fehlerhafte Okklusion durch: abnormen Schluckakt, Fehlerhafte Okklusion durch: Mundatmung, Fehlerhafte Okklusion durch: Zungen-, Lippen- oder Fingerlutschgewohnheiten

3.3 Klasse-II-Anomalien

Klasse-II-Anomalien sind eine heterogene Gruppe innerhalb der Kieferorthopädie und bezeichnen eine relative Rücklage des Unterkiefers bzw. des unteren Zahnbogens gegenüber dem Oberkiefer bzw. oberen Zahnbogen (Diedrich und Berg 2000). Kennzeichnendes Leitsymptom ist zumeist eine vergrößerte sagittale Frontzahnstufe (Overjet) sowie eine Distalokklusion im Seitenzahnbereich. Die extraorale Symptomatik umfasst ein konvexes, nach hinten schiefes Profil, ein fliehendes Kinn, eine Retroposition der Lippen, einen potentiell inkompetenten Lippenschluss (verminderter Tonus und/oder Schwäche des M. orbicularis oris), eine verkürzte untere Gesichtshöhe, eine ausgeprägte Supramentalfalte sowie evtl. eine Mundatmung (Karies, Schnarchen, Infektanfälligkeit) und eine Unterlippeneinlagerung hinter den oberen Schneidezähnen (Schopf 2008). Intraorale Symptome umfassen eine Proklination (Angle-Klasse II/1) bzw. auch Retroinklination (Angle-Klasse II/2) oberer Schneidezähne, eine Retroinklination der unteren Schneidezähne, eine Distalokklusion im Seitenzahnbereich, einen schmalen Oberkiefer („Schmalkiefer“) sowie einen tiefen Biss, d.h. eine zu starke vertikale Überlappung der Schneidezähne im Sinne eines vergrößerten Overbites (Schopf 2008).

Nach ihrer Ätiologie können Klasse-II-Anomalien in skelettal und dentoalveolär bedingte und Anomalien sowie Mischformen eingeteilt werden. Bei skelettal bedingten Klasse-II-Anomalien liegt entweder eine Vorverlagerung der Maxilla im Sinne einer Prognathie des Oberkiefers vor oder aber eine Rückverlagerung der Mandibula im Sinne einer mandibulären Retrognathie (Diedrich und Berg 2000). Bei dentoalveolär bedingten Klasse-II-Anomalien ist die skelettale Lagebeziehung von Maxilla und Mandibula in der Sagittalen regelrecht, der vergrößerte Overjet bzw. die Distalokklusion ist jedoch Folge entweder einer Proklination bzw. Anteposition der oberen Dentition oder aber einer Retroinklination bzw. Retroposition der unteren Dentition auf der jeweiligen Kieferbasis (Harzer 2021). Durch entsprechende Mischformen mit unterschiedlichem Anteil skelettaler und dentoalveolärer Beteiligung entsteht eine Vielzahl phänotypischer Ausprägungen (Rakosi und Jonas 1989).

Skelettal bedingte Klasse-II-Anomalien sind meist Folge einer entsprechenden erblichen Veranlagung, wobei diese durch exogene Faktoren modifiziert werden kann. Es handelt sich daher ätiologisch nach derzeitigem Kenntnisstand um ein multifaktorielles, z.T. polygenetisches Geschehen mit additivem Schwellenwerteffekt durch Umweltfaktoren (Rakosi und Jonas 1989). Daneben können Wachstumsstörungen des Unterkiefers auch infolge von Gelenkfrakturen, Osteomyelitis, einer juvenilen Polyarthrit oder anderen Pathologien entstehen (Harzer 2021). Zudem kann ein schmaler Oberkiefer das Wachstum des Unterkiefers nach sagittal und transversal blockieren (Pantoffelvergleich nach Körbitz), weil der Oberkiefer zirkulär den Unterkiefer umgreift (Diedrich und Berg 2000). Dentoalveolär bedingte Klasse-II-Anomalien sind meist Folge orofazialer Dyskinesien bzw. Habits, v.a. des Daumenlutschens, Lippensaugens-/beißens, dem längeren Gebrauch eines Beruhigungssaugers oder einer Zungendysfunktion (van Waes und Stöckli 2001).

Die Prävalenzrate von Klasse-II-Anomalien beträgt weltweit im Milchgebiss ca. 23,3% und in Europa ca. 19,3% (Lombardo et al. 2020). Im Wechselgebiss haben weltweit ca. 29% und in Europa ca. 30% der Kinder eine Klasse II (Lombardo et al. 2020).

Kieferorthopädische Therapieziele bei Klasse-II-Anomalien umfassen das Erreichen eines korrekten Overjet, den Ausgleich des begleitend meist auftretenden tiefen Bisses, die Ausformung der Zahnbögen, das Einstellen einer gesicherten, möglichst neutralen Okklusion und idealerweise auch

einer neutralen Bisslage (Diedrich und Berg 2000). Klasse-II-Anomalien können zu verschiedenen Behandlungszeitpunkten jeweils unterschiedlich therapeutisch angegangen werden. Das Therapieprinzip bei einer skelettal bedingten Klasse-II-Anomalie besteht dabei in einer Hemmung des Oberkieferwachstums bei maxillärer Prognathie bzw. einer Förderung des Unterkieferwachstums bei einer mandibulären Retrognathie bzw. einer Kombination bei Mischformen (Schopf 2008). Dentoalveolär bedingte Klasse-II-Anomalien werden therapeutisch meist durch Retrusion/Repositionierung anteklinierter bzw. -positionierter oberer Schneidezähne und Protrusion/Antepositionierung retroklinierter bzw. -positionierter unterer Schneidezähne bzw. einer Kombination bei Mischformen therapiert (Diedrich und Berg 2000). Bei Vorliegen einer transversalen Diskrepanz zwischen oberem und unterem Zahnbogen ist es sinnvoll, diese vor oder begleitend zu sagittalen Therapiemaßnahmen zu beseitigen, da ein transversal zu schmaler Oberkiefer(zahnbogen) den sagittalen Ausgleich der Klasse II ansonsten blockieren würde, da der Oberkiefer zirkulär den Unterkiefer umgreift (Pantoffelvergleich nach Körbitz) (Diedrich und Berg 2000).

Die Behandlungsoptionen reichen im Wechselgebiss von einfachen Maßnahmen der dentoalveolären Korrektur und Maßnahmen zur koordinierten Weiterentwicklung der Kiefer hin zu skelettal kieferorthopädischen Maßnahmen der Wachstumsbeeinflussung des Ober- und Unterkiefers (Harzer 2021). Therapeutisch kann weiterhin eine dentoalveoläre Kompensation, d.h. eine Korrektur des vergrößerten Overjets durch Änderung der relativen Inklination bzw. Position der Frontzähne des Ober- und Unterkiefers bzw. eine Extraktion bleibender Zähne im Oberkiefer mit Retraktion der Oberkieferfront, in Betracht gezogen werden. Bei Patienten mit ausgeprägten skelettalen Fehllagen der Kiefer nach Wachstumsabschluss kann eine kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Korrektur vorgenommen werden, deren erfolgreiche Umsetzung wesentlich von der kieferorthopädischen Vor- und Nachbehandlung abhängt (Schopf 2008).

3.4 Klasse-III-Anomalien

Klasse-III-Anomalien sind eine heterogene Gruppe innerhalb der Kieferorthopädie und bezeichnen eine relative Vorlage des Unterkiefers bzw. des unteren Zahnbogens gegenüber dem Oberkiefer bzw. oberen Zahnbogen (Diedrich und Berg 2000). Kennzeichnendes Leitsymptom ist zumeist der umgekehrte Frontzahnüberbiss (Overjet, progene Verzahnung, frontaler Kreuzbiss) sowie eine Mesialokklusion im Seitenzahnbereich. Die extraorale Symptomatik umfasst ein konkaves/gerades Profil mit mandibulärer Prognathie und/oder maxillärer Retrognathie, ein zurückliegendes Mittelgesicht, eine positive Lippentreppe und betonte Unterlippe mit Kinnprominenz je nach Wachstumsmuster in der Vertikalen (Diedrich und Berg 2000; Schopf 2008). Intraorale Symptome umfassen in der Sagittalen eine Mesial- oder Neutralokklusion, eine anteinklinierte obere Front, eine retroinklinierte untere Front, eine Lückenbildung und ein vorzeitig beginnender Zahnwechsel vom Milch- zum bleibenden Gebiss im unteren Zahnbogen sowie den umgekehrten Frontzahnüberbiss (negative sagittale Frontzahnstufe) (Harzer 2021). In der Transversalen treten intraoral meist Kreuz- bzw. Kopfbisse auf mit großer apikaler Basis des Unterkiefers und frontalem Engstand im Oberkiefer, z.T. auch eine Makroglossie mit Zungenimpressionen (Harzer 2021). In der Vertikalen zeigt sich eine große Variabilität der Befunde von einem knappen frontalen Overbite bis zu einem offenen Biss, frontalen Kopfbiss oder Tiefbiss (Diedrich und Berg 2000).

Klasse-III-Anomalien werden meist nach ihrer Ätiologie eingeteilt. Hans Peter Bimler unterteilt den progenen Formenkreis in die vier Kategorien Progenie („echte Progenie“) als sagittale Überentwicklung des Unterkiefers, Pseudoprogenie („unechte Progenie“) als sagittale Unterentwicklung des Oberkiefers, progener Zwangsbiss (funktionell/Zwangsführung) und umgekehrter Schneidezahnüberbiss (Morphologie/Zahnstellung) (Bimler 1979). Es sind dabei fließende Übergänge zwischen den einzelnen Formen (Zustandsbeschreibungen), auch im Laufe der Entwicklung, möglich (Klink-Heckmann und Bredy 1990). Eine Frühdiagnose ist dabei schwierig, da ein übermäßiges Unterkieferwachstum bzw. eine Wachstumshemmung des Oberkiefers sich erst im Laufe der Entwicklung des permanenten Gebisses voll ausbilden können.

Die echte Progenie und Pseudoprogenie sind im Gegensatz zu Klasse-II-Anomalien deutlich stärker Folge einer entsprechenden erblichen Veranlagung, wobei diese durch exogene Faktoren modifiziert werden können. Es handelt sich daher ätiologisch nach derzeitigem Kenntnisstand um ein multifaktorielles, z.T. polygenetisches Geschehen mit additivem Schwellenwerteffekt durch Umweltfaktoren (Rakosi und Jonas 1989). Das Zusammenwirken von genetischen Faktoren und exogenen Einflüssen kann dabei die Ausprägung der Anomalie verstärken oder aber diese maskieren. Polygene Vererbung bedeutet, dass ein Merkmal durch zwei oder mehrere Gene beeinflusst wird und ein Dosisseffekt durch additive Wirkung mehrerer Gene zur Merkmalsexpression führt, was auch die Variabilität des Phänotyps erklärt, die von Zahl und Wirkintensität der beteiligten Gene abhängig ist. Daneben kann eine Progenie auch durch eine artikuläre Fixierung eines Zwangsbisses entstehen, eine Hyperplasie der Tonsillae palatinae und Tonsillae pharyngeae, ein parafunktionelles, habituelles Verschieben des Unterkiefers, Zahnverluste traumatischer und iatrogenen Ursache, hormonell-endokrine Veränderungen/Störungen (z.B. Akromegalie), eine starke Größenentwicklung der Zunge sowie eine Wachstumshemmung des Oberkiefers durch postoperative Narbenzüge bei LKGS-Spalten (Schopf 2008). Weiterhin sind viele kraniofaziale und andere Syndrome mit Anomalien der Klasse III assoziiert (meist Mikrognathie des Oberkiefers). Der progene Zwangsbiss ist demgegenüber meist die Folge einer Persistenz von Milchzähnen, einer Schonhaltung nach einem Frontzahntrauma, einer mangelhaften Abrasion von Milchzähnen (v.a. der Milcheckzähne) sowie einer fehlenden Schneidezahnführung beim Zahnwechsel und kann eine Wachstumshemmung des Oberkiefers bzw. eine ungehemmte Entwicklung des Unterkiefers bewirken (Diedrich und Berg 2000). Ein isolierter dentoalveolärer Kreuzbiss in der Front (umgekehrter Schneidezahnüberbiss) kann ebenfalls durch persistierende Milchzähne mit Palatinaldurchbruch von bleibenden Schneidezähnen im Oberkiefer verursacht werden sowie durch eine fehlende Führung beim Zahnwechsel (frühzeitiger Zahnverlust, verspäteter Zahndurchbruch im Oberkiefer) und eine atypische Keimlage. Fehlfunktionen können zur adaptiven Verstärkung führen (Harzer 2021).

Die Prävalenzrate von Klasse-III-Anomalien beträgt weltweit im Milchgebiss ca. 7,8% und in Europa ca. 13% (Lombardo et al. 2020). Im Wechselgebiss haben weltweit ca. 6% und in Europa ca. 3% der Kinder eine Klasse III (Lombardo et al. 2020).

Prophylaktische kieferorthopädische Maßnahmen, um eine starke Ausprägung der Klasse III zu verhindern, umfassen unter anderem eine Enthemmung des Oberkieferwachstums, den Versuch, das Unterkieferwachstum zu bremsen oder umzulenken sowie die Verhinderung der artikulären Fixierung eines Zwangsbisses (Schopf 2008). Weitere prophylaktische Mittel stellen das Einschleifen von Milchzähnen (Zwangsbiss), die Entfernung persistierender Milchzähne sowie ein frühzeitiges Überstellen der Frontzähne dar (Diedrich und Berg 2000).

Kieferorthopädische Therapieziele bei Klasse-III-Anomalien umfassen das Erreichen eines korrekten Overjet, die Ausformung der Zahnbögen, das Einstellen einer gesicherten, neutralen Okklusion (Schopf 2008). Klasse-III-Anomalien können zu verschiedenen Behandlungszeitpunkten jeweils unterschiedlich therapeutisch angegangen werden. Das Therapieprinzip bei einer skelettal bedingten Klasse-III-Anomalie besteht dabei in einer Förderung des Oberkieferwachstums bei maxillärer Retrognathie bzw. einer Hemmung/Umlenkung des Unterkieferwachstums bei einer mandibulären Prognathie bzw. einer Kombination bei Mischformen (Diedrich und Berg 2000). Dentoalveolär bedingte Klasse-III-Anomalien werden therapeutisch durch dentoalveoläre Maßnahmen korrigiert (Harzer 2021). Bei den häufig vorliegenden Mischformen erfolgt eine dentale und skelettale Kombinationstherapie. Skelettale und dentale Komponenten von Klasse-III-Anomalien werden in der Regel bereits in der frühen Kindheit angelegt und verstärken sich mit dem Wachstum (Harzer 2021). Ohne kieferorthopädische Behandlung im Kindesalter kann dies später zur Behandlungsnotwendigkeit mittels orthognather Chirurgie führen, die dann ggf. die einzige Behandlungsoption darstellen kann (Diedrich und Berg 2000).

3.5 Transversale Anomalien (Kreuzbiss, Kopfbiss, Nonokklusion)

Zu den transversalen Anomalien zählen im Wesentlichen der Kreuzbiss, der Kopfbiss sowie die bukkale und die linguale Nonokklusion (Schulze 1993). Sie sind gekennzeichnet durch eine vom Regelbiss (bukkalen Höcker der oberen Seitenzähne übergreifen bukkale Höcker der unteren Seitenzähne nach vestibulär) abweichende Okklusion in der Transversalen, die sowohl dentoalveolär durch Kippung der Seitenzähne auf ihrer apikalen Basis, funktionell durch einen lateralen Zwangsbiss, als auch skelettal durch eine zu schmale bzw. breite Basis des jeweiligen Kiefers, meist des Oberkiefers, verursacht werden kann (Diedrich und Berg 2000; Schulze 1993). Eine zu schmale Oberkieferbasis ist dabei meist erblich bedingt, aber auch exogene Einflüsse (u.a. Mundatmung, hypotone Muskulatur, offene Mundhaltung, Zahnextraktionen, Narbenzüge bei operierten Lippen-/Kiefer-/Gaumen-/Segel-Spalten) können die Problematik verstärken (Harzer 2021; Schopf 2008). Der seitliche Kreuzbiss bezeichnet ein Übergreifen der bukkalen Höcker der unteren Seitenzähne über die bukkalen Höcker der oberen Seitenzähne nach vestibulär, der Kopfbiss einen Höcker-Höcker-Kontakt der korrespondierenden bukkalen bzw. oralen Höcker der oberen und unteren Seitenzähne. Bei einer bukkalen bzw. lingualen Nonokklusion beißen einzelne oder mehrere obere Seitenzähne bukkal bzw. lingual an den Antagonisten im Unterkiefer vorbei. Darüber hinaus werden auch die dentoalveoläre und skelettal-gnathische Mittellinienverschiebung zu den transversalen Anomalien gerechnet (Rakosi und Jonas 1989). Letztere kann voraussichtlich u.a. durch eine skelettale Manifestation einer nicht frühzeitig beseitigten Zwangsführung entstehen (z.B. durch verlängerte Milcheckzähne), als Folge von Kieferfrakturen (Collum mandibulae), einer einseitigen Schlaflage, durch die Hebelwirkung des Daumens bei einseitigem Lutschen, durch längeren Nuckelgebrauch oder durch Geburtstraumata mit einseitigen Wachstumsstörungen des Gesichtsschädels (Harzer 2021). Die Prävalenzrate des Kreuzbisses beträgt weltweit im Milchgebiss ca. 14% und die Prävalenzrate des Kopfbisses ca. 0,4% (Lombardo et al. 2020). Im Wechselgebiss haben weltweit ca. 8% der Kinder einen lateralen Kreuzbiss bzw. ca. 2% einen Kopfbiss (Lombardo et al. 2020). Mittellinienverschiebungen treten weltweit im Milchgebiss bei ca. 27% der Kinder auf und im Wechselgebiss bei ca. 35% der Kinder (Lombardo et al. 2020). Prophylaktische kieferorthopädische Maßnahmen können in einem Abstellen von orofazialen Dyskinesien, der Vermeidung eines frühzeitigen Milchzahnverlustes sowie einem Einschleifen eines Kreuzbisses (Zwangsbisses) im Milchgebiss bestehen (Schopf 2008). Kieferorthopädische Therapieziele

und -prinzipien bei transversalen Anomalien umfassen u.a. ein frühzeitiges Ausschalten einer Zwangsführung durch Milchzähne, die Einordnung falsch verzahnter Einzelzähne in den jeweiligen Zahnbogen, ein Einschwenken der Mitte des oberen und unteren Zahnbogens bzw. Kiefers sowie eine transversale Erweiterung des oberen Zahnbogens, welche bei breiter skelettaler apikaler Basis dentoalveolär durch eine Zahnkipfung nach bukkal, oder aber bei einer schmalen skelettalen apikalen Oberkieferbasis skelettal durchgeführt wird (Diedrich und Berg 2000; Schulze 1993).

3.6 Vertikale Anomalien

Zu den vertikalen Anomalien zählen der frontal und seitlich offene Biss, der frontale Kopfbiss, der Tiefbiss (mit und ohne traumatischem Gingivakontakt) und der Deckbiss. Sie sind gekennzeichnet durch eine Abweichung vom regulären vertikalen Overbite, der in der Regel ca. 3mm beträgt (größter Abstand von Schneidekante zu Schneidekante korrespondierender Inzisiven des oberen und unteren Zahnbogens in der Vertikalen, zwischen Schneidekanten der am weitesten entfernten Zähne gemessen) (Schopf 2008). Weiterhin wird eine ausgeprägte bzw. invertierte Spee-Kurve zu den vertikalen Anomalien gezählt (Diedrich und Berg 2000).

Der offene Biss zeichnet sich durch einen fehlenden vertikalen Overbite (frontal) bzw. Kontakt (seitlich) einzelner Zähne oder Zahngruppen in der vertikalen Dimension aus. Eine Klassifizierung kann nach der nach der Lokalisation (frontal, seitlich, kombiniert, zirkulär offen), nach der Morphologie (dentoalveolär offen infolge einer Unterentwicklung des anterioren Alveolarfortsatzes oder gnathisch/skelettal offen infolge einer allgemeinen Wachstumsstörung) oder nach der Ätiologie (habituell, strukturell/gnathisch/skelettal, rachitisch, iatrogen) erfolgen (Diedrich und Berg 2000; Schopf 2008). Der skelettal offene Biss ist dabei ätiologisch meist strukturell und damit erblich bedingt, der dentoalveolär offene Biss hingegen eher habituell. Dementsprechend unterscheidet sich auch die Symptomatik beider Entitäten. Beim dentoalveolär offenen Biss liegt meist ein parafunktionell/habituell bedingtes Aufbiegen frontaler oder seitlicher Zahnbogenabschnitte zugrunde, häufig in Form eines lutschoffenen Bisses im Milch- und frühen Wechselgebiss (Harzer 2021). Vor allem eine chronische Mundatmung, exzessives Dauernuckeln aus der Saugerflasche und ein langfristiges (über mehrere Jahre), häufiges und zeitintensives Stillen stellen wichtige exogene ätiologische Faktoren dar (van Waes und Stöckli 2001). Diese Form des offenen Bisses ist äußerlich relativ unauffällig oder nur mit einer geringen Profilbeeinträchtigung vergesellschaftet, eventuell zeigt sich durch einen gestörten Mundschluss eine erhöhte Mentalisaktivität (Harzer 2021). Der erblich, selten rachitisch (Vitamin-D-Mangel) bedingte skelettal offene Biss zeigt eine stärkere Ausprägung als der dentoalveolär offene Biss (Diedrich und Berg 2000). Er geht mit deutlichen Profilveränderungen einher, u.a. ein erhöhtes Untergesicht bei dolichofazialem/vertikalem Gesichtstyp bzw. Wachstumsmuster und ist schwer zu therapieren bei hoher Rezidivneigung. Die erbliche Veranlagung, kann dabei durch exogene Umweltfaktoren modifiziert werden. Es handelt sich ätiologisch nach derzeitigem Kenntnisstand um ein multifaktorielles, z.T. polygenetisches Geschehen mit additivem Schwellenwerteffekt durch Umweltfaktoren (Rakosi und Jonas 1989). Das Zusammenwirken von genetischen Faktoren und exogenen Einflüssen kann dabei die Ausprägung der Anomalie verstärken oder aber diese maskieren. Typische Begleitsymptome bei einem offenen Biss sind ein frontaler Platzmangel v.a. im Oberkiefer, eine Proklination der oberen und Retroinklination der unteren Inzisiven, eine Distal- oder Mesialokklusion sowie Anzeichen einer Klasse-III-Anomalie, darüber hinaus bei Vorliegen eines inkompetenten Lippenschlusses bzw. einer habituellen Mundatmung einer

erhöhten Plaqueakkumulation und Neigung zu Gingivitis (Diedrich und Berg 2000). Die Prävalenzrate des offenen Bisses beträgt weltweit im Milchgebiss ca. 5% und im Wechselgebiss ca. 3% (Lombardo et al. 2020). Prophylaktische kieferorthopädische Maßnahmen bestehen in einem frühzeitigen Abstellen von Habits mit psychologischer Unterstützung (durch aufklärende Gespräche, Verstärkungsmethoden etc.) bei einem habituell offenen Biss (z.B. myofunktionelle Übungen zur Normalisierung des Funktionsmusters) sowie rhinologischen Eingriffen bei gestörter Nasenatmung (adenoide Vegetationen) sowie einer Vitamin-D-Prophylaxe zur Vorbeugung eines rachitisch offenen Bisses (Schopf 2008). Kieferorthopädische Therapieziele und -prinzipien beim offenen Biss umfassen eine rechtzeitige Habitabgewöhnung (z.B. myofunktionelle Therapie durch Logopäden, Psychotherapie), die Anwendung herausnehmbarer oder festsitzender Apparaturen, ein mesiales Beschleifen oder Extraktion der Milcheckzähne (erleichterter Durchbruch der Inzisiven), die Kontrolle des Vertikalwachstums und der Molareneruption, z.B. mittels funktionskieferorthopädischer Apparaturen, die Extraktion von Prämolaren oder Molaren, eine Intrusion der Seitenzähne bzw. Extrusion der Schneidezähne, mittels funktionskieferorthopädischen oder festsitzenden Apparaturen, eine passive Bissenkung durch Belastung der in Kontakt stehenden Zähne und Entlastung der in Infraokklusion stehenden Zähne (Funktionskieferorthopädie) bzw. aktive Bissenkung durch aktive Extrusion der Frontzähne und Intrusion der Seitenzähne (Diedrich und Berg 2000; Harzer 2021; Klink-Heckmann und Bredy 1990). Bei einem skelettal offenen Biss kommt zudem eine kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Therapie zur Anwendung (Schopf 2008).

Der tiefe Biss zeichnet sich durch einen vergrößerten Overbite >3mm (frontal) in der vertikalen Dimension aus, meist begleitet von einer ausgeprägten Spee-Kurve und einem deutlichen Niveauunterschied zwischen Front- und Seitenzähnen (Diedrich und Berg 2000). Zu unterscheiden ist dabei ein echter Tiefbiss mit großem interokklusalem Raum in der Ruhelage des Unterkiefers, der therapeutisch durch eine Extrusion und Erleichterung der Vertikalentwicklung der Seitenzahnsegmente gelöst werden kann, und ein Pseudotiefbiss mit kleinem interokklusalem Raum in Ruhelage des Unterkiefers, der über eine Intrusion von Frontzähnen aufgelöst werden kann (Harzer 2021). Der Deckbiss stellt eine besondere Entität mit Überdeckung der unteren Frontzähne durch die steil stehenden oberen Frontzähne auf breiter apikaler Basis mit aufgeprägter hereditärer Komponente dar (Schopf 2008). Ätiologisch ist ein tiefer Biss häufig erblich bedingt, er kann aber auch durch eine unterbliebene physiologische Bisshebung oder in Kombination mit einer Rücklage des Unterkiefers (Angle-Klasse II/2) bzw. einer vergrößerten sagittalen Frontzahnstufe (z.B. Angle-Klasse II/1) aufgrund einer mangelnden dentalen Abstützung im Schneidezahnbereich durch Elongation entstehen (Diedrich und Berg 2000). Weiterhin kann eine Zahnbreitendiskrepanz zwischen oberem und unterem Zahnbogen zu einer Verstärkung des tiefen Bisses beitragen (Schopf 2008). Die Prävalenzrate des tiefen Bisses beträgt weltweit im Milchgebiss ca. 24% (Lombardo et al. 2020). Im Wechselgebiss haben weltweit ca. 26% der Kinder einen tiefen Biss (Lombardo et al. 2020). Kieferorthopädische Therapieziele und -prinzipien beim tiefen Biss umfassen eine Beseitigung des Steilstandes und achsengerechte Einstellung der oberen Frontzähne, das Auflösen dentaler Engstände (v.a. in der Front), die Einstellung einer Neutralokklusion, eine Nivellierung der Spee-Kurve, das Heben des Tiefbisses sowie die Schaffung eines stabilen Gleichgewichtes zwischen fazialer Muskulatur und dentalen/skelettalen Strukturen (Diedrich und Berg 2000; Schopf 2008).

3.7 Zahnengstand

Zahnengstände bezeichnen einen Platzmangel für die bleibenden Zähne durch eine Diskrepanz zwischen verfügbarem und benötigtem Platz im Zahnbogen. Dabei kommt es zu Fehlstellungen bzw. Falschständen von Einzelzähnen, die sich im Zahndurchbruch fehlerhaft außerhalb des Zahnbogens oder in einer rotierten oder gekippten Position einordnen, was zu Störungen der Okklusion führt (Schopf 2008). Häufig anzutreffende intraorale Symptome bei einem Zahnengstand sind Platzmangel in der Front oder im Bereich der kieferorthopädischen Stützzone, alveoläre Mittellinienverschiebungen mit frontalem Engstand und Platzmangel, Kippstände der Prämolaren nach mesial, Drehstände der ersten Molaren, eine geschlossene Zahnreihe bei Nichtanlagen und eine Stellung der Eckzähne im Außenstand sowie eine ausgeprägte oder invertierte Spee-Kurve (Diedrich und Berg 2000; Harzer 2021).

Ätiologisch lassen sich der primäre, sekundäre und der tertiäre Engstand unterscheiden (Harzer 2021). Der primäre Engstand beschreibt ein erblich bedingtes Missverhältnis zwischen Zahngröße und Kiefergröße, der sekundäre Engstand hingegen ist erworben durch pathologische Zahnwanderungen während der Wechselgebissperiode (Diedrich und Berg 2000). Er wird verursacht durch Milchzahnkaries/-verlust, Zahnverlust nach einem dentalen Trauma, iatrogene Exaktion von Zähnen, eine unterminierende Resorption von Milchzähnen bzw. eine Retroinklination der Schneidezähne (z.B. bei Habits wie Daumenlutschen). Der tertiäre Engstand als Engstand im Bereich der unteren Schneidezähne wird auch als Adoleszentenengstand bezeichnet und entsteht wahrscheinlich durch ein spätes Unterkieferwachstum nach ventral mit Kippung der unteren Schneidezähne nach oral (Ihlow und Rudzki 2018). Er stellt in diesem Sinne kein Rezidiv nach kieferorthopädischer Behandlung dar, sondern ist als eigenständige Fehlstellung zu werten (Ihlow und Rudzki 2018). Begünstigende Faktoren für einen primären Engstand stellt das Leitsymptom eines Schmalkiefers als Ausdruck einer transversalen Enge dar sowie exogene Einflüsse (Mundatmung), eine Zahnbreiten-Diskrepanz zwischen oberem und unterem Zahnbogen sowie ein lückenloses Milchgebiss beim Zahnwechsel (Schopf 2008).

Die Prävalenzrate des Zahnengstandes beträgt weltweit im Milchgebiss ca. 16% und im Wechselgebiss ca. 37% (Lombardo et al. 2020).

Prophylaktische kieferorthopädische Maßnahmen sind nur bei einem sekundären Engstand möglich. Sie umfassen ein Erhalten der kieferorthopädischen Stützzone durch Vermeidung von Milchzahnkaries (Individualprophylaxe), eine konservierende Behandlung kariöser Milchzähne sowie die Eingliederung eines Lückenhalters bei frühzeitigem Zahnverlust sowie das Abstellen von Dysfunktionen wie einer habituellen Mundatmung, die Ermöglichung eines entspannten Lippenschlusses, das Beschleifen von Milchzähnen (Dentitionslenkung) und die Exaktion von Milchzähnen zur Steuerung des Zahndurchbruchs (Schopf 2008).

Kieferorthopädische Therapieziele bei einem Zahnengstand umfassen das Erreichen eines morphologisch und funktionell optimalen Gebisses bzgl. der Zahnstellung, der Zahnbogenform und der Okklusion (Diedrich und Berg 2000). Das Therapieprinzip bei einem Zahnengstand besteht dabei in einer Platzbeschaffung im Zahnbogen, welche je nach Indikation und Gesamtbefund durch eine Protrusion von Frontzähnen, Distalisation von Seitenzähnen, Derotation von Einzelzähnen, einer transversalen Zahnbogenerweiterung, einer approximalen Schmelzreduktion sowie einer Exaktion

bleibender Zähne (z.B. Prämolaren) bzw. einer Kombination dieser Maßnahmen realisiert werden kann (Diedrich und Berg 2000; Harzer 2021; Schopf 2008).

3.8 Kieferorthopädische Behandlungszeitpunkte

Eine kieferorthopädische Therapie kann zu unterschiedlichen Zeitpunkten während der Gebissentwicklung begonnen und durchgeführt werden. Der Behandlungszeitpunkt ist dabei abhängig von der Art und dem Ausmaß der Dysgnathie (Verstärkungs-/Konsolidierungstendenz), dem dentalen Alter, dem skelettalen Alter und dem Entwicklungsstand des Patienten (Compliance) (Diedrich und Berg 2000; Schopf 2008). Oftmals kommt therapeutisch ein zweizeitiges Vorgehen zur Anwendung, bestehend aus orthopädischen Maßnahmen während der pubertären Wachstumsspurts zur Korrektur skelettal bedingter Dysgnathien (Funktionskieferorthopädie) bzw. Maßnahmen zur Verhinderung der Manifestation bzw. Progression von Anomalien (z.B. Abstellen von Habits mit psychologischer Unterstützung, Korrektur eines Zwangsbisses) und nachgeschalteten orthodontischen Maßnahmen zur Korrektur von dentoalveolären Zahnstellungs- und Zahnbogenanomalien (Ihlow und Rudzki 2018). Bei ausgeprägten skelettalen Anomalien erfolgt die kieferorthopädisch/kieferchirurgische Kombinationsbehandlung nach Wachstumsabschluss (Schopf 2008).

Folgende Gebissentwicklungsphasen können unterschieden werden (van Waes und Stöckli 2001):

1. Pränatale Zahnentwicklung
2. Durchbruchphase der Milchzähne (1.-3. Lebensjahr)
3. Nutzperiode des Milchgebisses (3.-6. Lebensjahr)
4. Frühes Wechselgebiss (6.-8. Lebensjahr)
5. Ruhephase des Wechselgebisses (8.-10. Lebensjahr)
6. Spätes Wechselgebiss (10.-15. Lebensjahr)
7. Bleibendes Gebiss (ab 16. Lebensjahr)

Eine **kieferorthopädische Frühbehandlung** umfasst zeitlich begrenzte Behandlungsmaßnahmen im Milch- und frühen Wechselgebiss (einschließlich der Ruhephase des Wechselgebisses), d.h. vor dem 10. Lebensjahr, welche der Verhütung sich anbahnender Kieferfehlbildungen, der Hemmung skelettaler Wachstumsanomalien bzw. der Beseitigung manifester Anomalien mit Funktionsstörungen dienen, die sich bei Nichtbehandlung verschlimmern würden (Schopf 2008). Ihre Ziele sind daher die Progredienz einer Anomalie zu verhüten, Habits mit psychologischer Unterstützung zu beseitigen, die Traumagefahr zu reduzieren, ausgeprägte Anomalien zu verhindern, den Schweregrad vorliegender Dysgnathien zu vermindern bzw. diese nicht verstärken zu lassen und eine normale Gebissentwicklung zu fördern. Sie kann z.T. nicht-apparativ und apparativ mit konfektionierten Hilfsmitteln oder individuell hergestellten Apparaturen durchgeführt werden (Schopf 2008). Auf eine kieferorthopädische Frühbehandlung kann im späten Wechselgebiss eine Regelbehandlung bei weiterem Therapiebedarf folgen.

Unter einer **kieferorthopädischen Regelbehandlung** sind Behandlungsmaßnahmen im späten Wechselgebiss bzw. frühen bleibenden Gebiss, d.h. nach dem 10. Lebensjahr, zu verstehen, welche der Korrektur bestehender Dysgnathien, Malokklusionen und Dyskinesien/Habits dienen (Diedrich und Berg 2000).

Unter einer **kieferorthopädischen Spätbehandlung** (Erwachsenenbehandlung) sind Behandlungsmaßnahmen im bleibenden Gebiss nach Wachstumsabschluss zu verstehen, welche der Korrektur bestehender Anomalien dienen. Falls zu diesem Zeitpunkt auch skelettale Korrekturen erforderlich werden, sind diese meist nur mittels orthognather Chirurgie, d.h. im Rahmen einer kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Kombinationstherapie durchführbar (Diedrich und Berg 2000).

4 Assoziationen kieferorthopädischer Anomalien und klinisch-medizinischer Zielgrößen

| Statement 1: Kieferorthopädische Anomalien und Kaufunktion | |
|--|-----------------------|
| <p>Es gibt Hinweise, dass eine kieferorthopädische Anomalie zu einer Einschränkung bzw. einem Leidensdruck im Hinblick auf die Kaufunktion führen kann.</p> <p><i>Abstimmung: 18/1/1 (ja, nein, Enthaltung)</i></p> | <p>Konsens</p> |
| <p>Literatur: (Abrahamsson 2013; Bourdiol et al. 2017; Choi et al. 2015; English et al. 2002; Gameiro et al. 2017; Khosravanifard et al. 2012; Kobayashi et al. 2001; Kobayashi et al. 1993; Koike et al. 2013; Magalhães et al. 2010; Marquezin et al. 2013; Suzuki et al. 2018; Toro et al. 2006)</p> | |
| <p>Evidenzgrad: 2+</p> | |

Einführung Kauen beginnt im ersten Lebensjahr und vermittelt ein frühes sensomotorisches Bewusstsein, die orale Propriozeption und bildet eine Grundlage für die normale orale Bewegung, die zum Sprechen benötigt wird. Zusätzlich zur Hilfe bei der Verdauung stabilisiert Kauen das Kiefergelenk (Miles et al. 2004) und reguliert das Knochenwachstum (Moss 1997). Die überwiegende Mehrheit der verfügbaren Studien gibt Hinweise darauf, dass kieferorthopädische Anomalien mit einer Verminderung der objektiven bzw. subjektiv empfundenen Kauleistung bzw. –effizienz assoziiert sind.

Studientypen Für die Fragestellung, welche Zusammenhänge zwischen kieferorthopädischen Anomalien und der Kaufunktion existieren, wurden ein systematisches Review, basierend auf 4 longitudinalen kontrollierten Studien (N=137) (Qualität ++, LoE 2+) (Magalhães et al. 2010), 5 Kohorten- bzw. Fall-Kontroll-Studien (Qualität +, LoE 2+) und 7 Querschnittsstudien (Qualität +, LoE 3) aufgefunden, welche entsprechend ausgewertet wurden.

Population In den verschiedenen Studien wurden Patienten unterschiedlicher Arten kieferorthopädischer Anomalien im Vergleich zu einer physiologischen Klasse-I-Okklusion untersucht. Einige Studien untersuchten Patienten in verschiedenen Gebissphasen (Marquezin et al. 2013) sowie Patienten mit Bedarf nach orthognather Chirurgie (Kobayashi et al. 2001; Kobayashi et al. 1993; Magalhães et al. 2010) bzw. Probanden mit Klasse-III-Anomalie (Abrahamsson 2013; Kobayashi et al. 2001; Kobayashi et al. 1993), Klasse-II-Anomalie (Magalhães et al. 2010), Klasse I mit Anomalie (Abrahamsson 2013) sowie einem offenen Biss (Abrahamsson 2013; Choi et al. 2015) bzw. posterioren

Kreuzbiss (Choi et al. 2015) im Vergleich zu einer Kontrollgruppe mit physiologischer Klasse-I-Okklusion.

Outcomes In den meisten Studien wurde die Kaufunktion mittels des Surrogatparameters Partikelgröße bzw. Partikelgrößenverteilung einer realen (Karotte, Trockenfleisch, Mandeln) oder künstlichen Testnahrung (Silikontablette Optosil, CutterSilt) nach einem definierten Kauzyklus bestimmt bzw. subjektiv die Kauleistung anhand einer visuellen Analogskala bewertet. Daneben wurde auch die ATP-Freisetzung aus einem ATP-Granulat während des Kauens spektrophotometrisch sowie die Anzahl bzw. Fläche der Okklusionskontakte (Kobayashi et al. 1993) oder auch die maximale Bisskraft (Choi et al. 2015) bestimmt. In zwei Studien wurde die funktionelle Belastung des Magens, d.h. der Einfluss einer kieferorthopädischen Anomalie auf die Magenentleerungsrate mittels eines ¹³C-Acetat-Atemtest mit einer flüssigen Mahlzeit anhand der maximalen ¹³CO₂-Ausatmungszeit untersucht (Koike et al. 2013; Suzuki et al. 2018).

Bewertung Es muss berücksichtigt werden, dass sicherlich die Schwere der kieferorthopädischen Anomalie für die Einschränkung der Kauleistung eine Rolle spielt, da viele der inkludierten Studien Probanden mit ausgeprägten kieferorthopädischen Anomalien, v.a. mit Bedarf nach orthognather Chirurgie, betrachteten (Magalhães et al. 2010). Zudem zeigten verschiedene Studien (Abrahamsson 2013; Choi et al. 2015; English et al. 2002; Kobayashi et al. 2001), dass die Einschränkung der Kaufunktion bei Probanden mit Klasse-III-Anomalie bzw. einem offenen Biss um bis zu 50% größer zu sein scheint als bei Probanden mit Klasse-II-Anomalie oder einem posterioren Kreuzbiss und wiederum größer als bei Patienten mit Klasse I mit Anomalie (z.B. Zahnengständen), mit Ausnahme der Studie von Toro et al. (2006), die keinen Zusammenhang zwischen einer Klasse-II-Anomalie und einer Einschränkung der Kauleistung feststellten. Auch scheint eine kieferorthopädische Anomalie mit einer geringeren Magenentleerungsrate assoziiert zu sein, wie in zwei Studien berichtet wurde (Koike et al. 2013; Suzuki et al. 2018). Limitierend ist die Tatsache zu sehen, dass die Fallzahlen der verfügbaren Einzelstudien teilweise gering sind (Magalhães et al. 2010).

| | |
|--|----------------|
| Statement 2: Kieferorthopädische Anomalien und mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) | |
| <p>Es gibt Hinweise, dass eine kieferorthopädische Anomalie zu einer Einschränkung bzw. einem Leidensdruck im Hinblick auf die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) bzw. psychische Entwicklung führen kann.</p> <p><i>Abstimmung: 18/1/0 (ja, nein, Enthaltung)</i></p> | Konsens |
| <p>Literatur: (Andiappan et al. 2015; Anthony et al. 2018; Baram et al. 2019; Dimberg et al. 2015; Duarte-Rodrigues et al. 2020; Hassan und Amin 2010; Helm et al. 1985; Jung 2010; Kragt et al. 2017; Kragt et al. 2016; Kunz et al. 2019, 2018; Liu et al. 2009; Mandall et al. 2000; Masood et al. 2014; Peres et al. 2008; Piassi et al. 2019; Seehra et al. 2011; Sierwald et al. 2015; Siluvai et al. 2015; Silvola et al. 2020; Sonnesen und Svensson 2008; Tristão et al. 2020)</p> | |
| Evidenzgrad: 2+ | |

Einführung Im Jahre 1946 definierte die Weltgesundheitsorganisation WHO den Begriff „Gesundheit“ als „Zustand vollständigen körperlichen, seelischen und sozialen Wohlbefindens und nicht nur das Freisein von Krankheit oder Gebrechen“ (Conference, International Health 2002). Bereits aus dieser Definition geht hervor, dass neben dem reinen körperlichen Wohlergehen auch die subjektiv wahrgenommene Lebensqualität in der Medizin von entscheidender Bedeutung ist. Unter Lebensqualität versteht die WHO weiterhin „die subjektive Wahrnehmung einer Person über ihre Stellung im Leben in Relation zur Kultur und den Wertsystemen, in denen sie lebt und in Bezug auf ihre Ziele, Erwartungen, Standards und Anliegen“ (Angermeyer 2000). Die Verknüpfung von Gesundheit mit Lebensqualität, d.h. die gesundheitsbezogene Lebensqualität (GLQ), stellt somit ein multidimensionales Konstrukt dar, welches körperliche, emotionale, mentale, soziale und verhaltensbezogene Komponenten des Wohlbefindens und der Funktionsfähigkeit beinhaltet (Patrick und Erickson 1993). Insbesondere in den letzten Jahren wird neben der körperlichen Gesundheit die Lebensqualität der Patienten wissenschaftlich vermehrt fokussiert (Cunningham und Hunt 2001; Locker und Allen 2007). Auch in der Zahnheilkunde gewinnt die subjektiv empfundene Lebensqualität der Patienten vermehrt an Bedeutung (Genderson et al. 2013; Gilchrist et al. 2014), sodass zu ihrer Erfassung in Analogie zur GLQ die „Mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität“ (MLQ) eingeführt wurde und als Teil der GLQ zu sehen ist (Gift und Atchison 1995). Eine hohe Wechselwirkung zwischen beiden Parametern konnte bereits nachgewiesen werden, sodass davon auszugehen ist, dass die orale Gesundheit maßgeblich das allgemeine Wohlbefinden beeinflusst (Kunz et al. 2018). Es wurden bereits verschiedene weitere psychologische und demographische Einflussfaktoren identifiziert, die einen signifikanten Einfluss auf die MLQ zeigen (Kragt et al. 2016). In diesem Kontext wurden insbesondere das Selbstwertgefühl (Kunz et al. 2018), Verhaltensauffälligkeiten bei Kindern und Jugendlichen (Kunz et al. 2018), sowie Depression, Angst und Stress bei Erwachsenen als Einflussfaktoren diskutiert. Neben den psychologischen Faktoren werden auch demographische Parameter als Einflussfaktoren auf die subjektiv empfundene Lebensqualität diskutiert. Hier werden insbesondere das Alter sowie der sozioökonomische Status genannt (Kumar et al. 2011). Zudem zeigen sich signifikante Zusammenhänge zwischen der MLQ und der GLQ, da die MLQ als Teilaspekt der GLQ konzipiert wurde (Gift und Atchison 1995; Kunz et al. 2018; Sierwald et al. 2016). Es ist daher anzunehmen, dass Einschränkungen der MLQ auch zu Beeinträchtigungen außerhalb des stomatognathen Systems führen könnten, bzw. eine Verbesserung der MLQ auch mit einer Verbesserung der GLQ einhergehen könnte. In der Kieferorthopädie wird die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) zunehmend thematisiert und erforscht. Durch die Berücksichtigung der MLQ in der kieferorthopädischen Therapieplanung und der Bewertung des Therapieerfolges sollen neben Zahn- und Kieferfehlagen bislang unberücksichtigte psychosoziale Komponenten der Mundgesundheit einbezogen werden (Genderson et al. 2013). Die überwiegende Mehrheit der verfügbaren Studien gibt Hinweise darauf, dass kieferorthopädische Anomalien mit einer Einschränkung der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität (MLQ) assoziiert sind.

Studientypen Für die Fragestellung, welche Zusammenhänge zwischen kieferorthopädischen Anomalien und der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität (MLQ) existieren, wurden 5 systematische Reviews, jeweils basierend auf 14 Beobachtungsstudien (N=3333, Qualität ++, LoE 2+) (Andiappan et al. 2015), 57 Querschnittsstudien (N=34.725, Qualität ++, LoE 3) (Kragt et al. 2016), 4 longitudinalen und 19 Querschnittsstudien (Qualität ++, LoE 3) (Liu et al. 2009), 6 Querschnittsstudien (N=3698, Qualität ++, LoE 3) (Dimberg et al. 2015) bzw. einer Kohortenstudie und 8 Querschnittsstudien (N=4953) (Qualität ++, LoE 3) (Tristão et al. 2020) aufgefunden. Zudem konnten

18 Querschnittsstudien (Qualität ++/+, LoE 3) identifiziert werden, welche entsprechend ausgewertet wurden.

Population In den verschiedenen Studien wurden Kinder bzw. Jugendliche und Erwachsene unterschiedlicher Arten und Schweregrade kieferorthopädischer Anomalien, meist ohne Differenzierung, im Vergleich zu einer physiologischen Klasse-I-Okklusion untersucht.

Outcomes In den meisten Studien wurde die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) mittels validierter, standardisierter Fragebögen erhoben, z.B. dem OHIP-14 (Andiappan et al. 2015; Masood et al. 2014; Sierwald et al. 2015; Siluvai et al. 2015), dem Child Oral Health Impact Profile (deutsche Fassung) und dem COHIP-G/SF19 (Anthony et al. 2018; Kunz et al. 2018), dem CPQ (8-10) und der Family Impact Scale (FIS) (Piassi et al. 2019), der oralen ästhetischen subjektiven Auswirkungsskala OASIS (Mandall et al. 2000) oder der Rosenberg-Selbstwertsskala RSS (Jung 2010). Einige Studien (Duarte-Rodrigues et al. 2020; Helm et al. 1985; Seehra et al. 2011; Tristão et al. 2020) bewerteten zudem das Ausmaß eines erfahrenen Mobbing (verbal und physisch, validierte standardisierte Fragebögen) in Zusammenhang mit kieferorthopädischen Anomalien. Das Ausmaß der kieferorthopädischen Anomalie wurde in den meisten Studien mittels der Indizes IOTN, DAI, PAR oder ICON bewertet (Anthony et al. 2018; Baram et al. 2019; Kunz et al. 2018; Mandall et al. 2000; Seehra et al. 2011; Siluvai et al. 2015).

Bewertung Insbesondere Zahn- und Kieferfehlstellungen mit Einschränkungen der dentofazialen Ästhetik scheinen die MLQ zu beeinträchtigen (Dimberg et al. 2015). Zu nennen sind hier vor allem ein vergrößerter bzw. negativer Overjet, die sagittale Kieferbasenrelation, der Lippenschluss und der Profiltyp (Kunz et al. 2019; Sierwald et al. 2015) sowie Lücken oder Engstände im Bereich der Frontzähne (Anthony et al. 2018; Kunz et al. 2019). Darüber hinaus scheinen auch offene und tiefe Bisse die MLQ zu beeinträchtigen (Silvola et al. 2020), wobei letzteres von Sierwald et al. (2015) nicht bestätigt wird. Auswirkungen von kieferorthopädischen Anomalien auf die MLQ scheinen zudem das weibliche Geschlecht stärker zu betreffen (Anthony et al. 2018; Silvola et al. 2020). Nicht jede Art bzw. Schweregrad einer kieferorthopädischen Anomalie wird sicherlich zu den genannten Einschränkungen führen, wohingegen Piassi et al. (2019) in ihrer Studie keine Abhängigkeit der reduzierten MLQ vom Schweregrad und Typ der kieferorthopädischen Anomalie feststellen konnten. Ein posteriorer Kreuzbiss scheint in signifikantem Zusammenhang mit der MLQ zu stehen, insbesondere in Bezug auf funktionelle und psychische Einschränkungen bei jungen Menschen im Alter von 15 bis 25 Jahren (Masood et al. 2014). Andere Parameter, wie kultureller Hintergrund und Ausprägung der Anomalie, spielen mit hoher Wahrscheinlichkeit ebenfalls eine Rolle (Alrashed und Alqerban 2021). Insgesamt zeigt sich eine hohe Heterogenität zwischen den Studien, vor allem bedingt durch den unterschiedlichen Schweregrad und Typ der untersuchten kieferorthopädischen Anomalien, die unterschiedlichen Alterszeiträume und das jeweilige Land der Studiendurchführung (kultureller Hintergrund), welche neben dem Selbstwertgefühl des Probanden als Kofaktoren die Stärke der Assoziation zu beeinflussen scheinen (Kragt et al. 2016; Kunz et al. 2018). Auch ein erhöhtes Risiko für Mobbing (verbal und physisch) ist voraussichtlich mit Fehlstellungen des Oberkiefers, einem erhöhten Overjet bzw. Overbite und Lücken zwischen den Frontzähnen oder fehlenden Zähnen assoziiert (Duarte-Rodrigues et al. 2020; Helm et al. 1985; Seehra et al. 2011; Tristão et al. 2020).

| | |
|---|----------------|
| Statement 3: Kieferorthopädische Anomalien und Störungen der Atmung, des Sprechens und des Schluckens | |
| Es gibt Hinweise, dass Zusammenhänge zwischen kieferorthopädischen Anomalien und Störungen der Atmung (airway space, Schlafapnoe, LoE 2+/3), des Sprechens (LoE 2+/3) bzw. des Schluckens (LoE 3) bestehen. | Konsens |
| <i>Abstimmung: 19/1/0 (ja, nein, Enthaltung)</i> | |
| Literatur: (Bates und McDonald 2005; Buyuknacar und Gulec 2020; Doshi und Bhad-Patil 2011; Farronato et al. 2012; Huynh et al. 2011; Johnson und Sandy 1999; Kim et al. 2010; Laranjo und Pinho 2014; Maspero et al. 2014; Muto et al. 2008; Oz et al. 2013; Pirilä-Parkkinen et al. 2009; Sauer et al. 2012; Takemoto et al. 2011; van Lierde et al. 2015; Vázquez-Casas et al. 2020) | |
| Evidenzgrad: 3 | |

Einführung Eine funktionelle Harmonie im stomatognathen System unter Beteiligung der Dentition ist für eine physiologische Atmung, korrekte Phonetik und ein physiologisches somatisches Schluckmuster von großer Bedeutung. Eine Verlegung der oberen Atemwege durch fehlpositionierte Kiefer wurde bereits von Pierre Robin im 19. Jahrhundert bei der nach ihm benannten Sequenz mit stark retrognathem Unterkiefer und Glossoptose festgestellt und entsprechend durch Protraktion des Unterkiefers therapiert. Beim somatischen Schluckmuster des Erwachsenen ist bereits seit langem bekannt, dass ein Okklusionskontakt durch Kontraktion der Unterkieferelevatoren den Schluckvorgang einleitet. Auch eine fehlerfreie Artikulation der Sprache erfordert das Vorhandensein von Frontzähnen, sodass ein Zusammenhang zwischen Zahnstellung und Phonetik naheliegt. Die Mehrheit der verfügbaren Studien gibt Hinweise darauf, dass kieferorthopädische Anomalien mit Störungen der Atmung, des Sprechens und des Schluckens assoziiert sind.

Studientypen Für die Fragestellung, welche Zusammenhänge zwischen kieferorthopädischen Anomalien und Störungen der Atmung, des Sprechens und des Schluckens existieren, wurden ein systematisches Review (Qualität ++, LoE 3) (Maspero et al. 2015) und zwei narrative Reviews (Qualität ++, LoE 3) (Doshi und Bhad-Patil 2011; Johnson und Sandy 1999) aufgefunden. Zudem konnten 13 Querschnittsstudien (Qualität ++/+, LoE 3) identifiziert werden, welche entsprechend ausgewertet wurden.

Population In den verschiedenen Studien wurden Probanden unterschiedlicher Arten kieferorthopädischer Anomalien, v.a. der Klassen II und III mit retrognathem bzw. prognathem Unterkiefer (Bates und McDonald 2005; Buyuknacar und Gulec 2020; Kim et al. 2010; Muto et al. 2008; Oz et al. 2013; Takemoto et al. 2011) oder offenem Biss (Laranjo und Pinho 2014), sowie unterschiedlichen Schweregraden kieferorthopädischer Anomalien, meist ohne Differenzierung, im Vergleich zu einer Klasse-I-Kieferrelation untersucht. Daneben wurde die Prävalenzrate von kieferorthopädischer Anomalien bei Probanden mit im Vergleich zu Probanden ohne schlafbezogene Atmungsstörungen beurteilt (Bates und McDonald 2005; Huynh et al. 2011; Pirilä-Parkkinen et al. 2009; Sauer et al. 2012; Vázquez-Casas et al. 2020).

Outcomes Störungen der Atmung wurden in den meisten Studien über den Surrogatparameter Weite (2D) oder Volumen (3D) der oberen bzw. unteren pharyngealen Atemwege anhand von

Fernröntgenseitenbildern (2D) (Bates und McDonald 2005; Laranjo und Pinho 2014; Muto et al. 2008; Oz et al. 2013; Takemoto et al. 2011) oder digitalen Volumentomografien (3D) (Kim et al. 2010) bestimmt, da eine Verengung der oberen Atemwege mit einer Einschränkung der Nasenatmung vergesellschaftet ist. Zudem wurde das Vorliegen schlafbezogener Atmungsstörungen, bestimmt mittels subjektiver Fragebögen, z.B. der Epworth-Skala, und objektiv anhand des Apnoe/Hypopnoe-Index (AHI) herangezogen (Bates und McDonald 2005; Huynh et al. 2011; Sauer et al. 2012; Vázquez-Casas et al. 2020). Störungen des Schluckens oder Sprechens wurden in den verfügbaren Studien über eine funktionelle zahnärztliche Diagnostik sowie die Artikulationsfähigkeit bestimmter Phoneme untersucht (Buyuknacar und Gulec 2020; van Lierde et al. 2015).

Bewertung Das mittlere Gesamtvolumen bzw. die Breite des pharyngealen Atemweges, der sich von der vorderen Nasenhöhle über den Nasopharynx bis zur Epiglottis erstreckt, scheint bei Patienten mit Klasse II, v.a. bei einem vertikalen skelettalen Profil bzw. Wachstumsmuster signifikant kleiner und bei Patienten mit Klasse III signifikant größer zu sein als bei Probanden mit einer Klasse-I-Relation (Kim et al. 2010; Muto et al. 2008; Oz et al. 2013; Takemoto et al. 2011). Auch bei Patienten mit offenem Biss, v.a. bei skelettaler Genese, wurde eine antero-posteriore Verengung der oberen Atemwege beobachtet, hauptsächlich im Nasopharynx und Oropharynx (Laranjo und Pinho 2014). Darauf basierend liegt eine Beeinträchtigung der Atmung bei Vorliegen dieser kieferorthopädischen Anomalien nahe. Vázquez-Casas et al. (2020), Sauer et al. (2012), Huynh et al. (2011) und Pirilä-Parkkinen et al. (2009) stellten zudem fest, dass schlafbezogene Atmungsstörungen mit einer geringeren Oberkieferbreite (Schmalkiefer) bzw. einem lateralen Kreuzbiss, einer Mundatmung, Zahnengständen im Ober- und Unterkiefer sowie einem reduzierten vertikalen Overbite bzw. einem offenen Biss assoziiert waren. Auch ein vergrößerter Overjet bzw. eine Klasse-II-Relation und eine gesteigerte Unterlippenlänge waren mit dem Schweregrad einer obstruktiven Schlafapnoe vergesellschaftet (Bates und McDonald 2005; Pirilä-Parkkinen et al. 2009; Sauer et al. 2012). Nach einem systematischen Review von Maspero et al. (2014) stellt ein atypisches Schlucken als oraler Habit einen Ausgleichsmechanismus für eine bereits bestehende kieferorthopädische Anomalie dar, insbesondere bei einem offenem Biss, mit der Tendenz, eine kieferorthopädische Anomalie zu verschlimmern. Doshi und Bhad-Patil (2011) und Johnson und Sandy (1999) stellen in Reviews fest, dass ein Vorbiss, Frontzahneng- oder lückenstände (Diastemata) und eine Anomalie der Klasse III in Abhängigkeit des Schweregrades (Farronato et al. 2012) in konsistentem Zusammenhang mit Sprachproblemen stehen. Dies wird in einer Querschnittsstudie bestätigt, welche in einer türkischen Population die akustischen Eigenschaften des /s/-Phonems bei Personen mit unterschiedlichen Okklusionstypen untersuchte mit dem Ergebnis, dass das /s/-Phonem aufgrund des sich ändernden Artikulationsortes durch eine kieferorthopädischer Anomalie beeinträchtigt wird (Buyuknacar und Gulec 2020). Auch van Lierde et al. (2015) fanden bei Probanden mit kieferorthopädischem Therapiebedarf einen signifikanten Einfluss der Okklusion auf die Sprache und mehr Artikulationsstörungen für /s, n, l, t/. Farronato et al. (2012) berichten eine starke Assoziation einer Klasse-III-Anomalie, von Diastemata, einer Zunahme des Overjets, dem Vorhandensein eines offenen und tiefen Bisses sowie einer Asymmetrie zu Sprachstörungen wie Dyslalien, während das Vorhandensein eines Zahnengstandes und anterioren Kreuzbisses nur eine mäßige Tendenz zeigte, mit einer Dyslalie assoziiert zu sein. Da Sprache ein erlernter Prozess ist und die Körperteile, die bei der Sprachproduktion helfen, eine bemerkenswerte Fähigkeit zur Kompensation besitzen, wird jedoch auch eine normale Sprachentwicklung und Artikulationsfähigkeit beobachtet, selbst wenn schwerwiegende anatomische Einschränkungen vorliegen (Doshi und Bhad-Patil 2011; Johnson und Sandy 1999).

| Statement 4: Kieferorthopädische Anomalien und Risiko für dentales Frontzahntrauma | |
|---|------------------------|
| Es bestehen Zusammenhänge zwischen einer vergrößerten sagittalen Frontzahnstufe (Overjet) und einem erhöhten Risiko für ein dentales Frontzahntrauma. Es gibt Hinweise, dass sich eine fehlende Lippenabdeckung sowie ein frontal offener Biss hier ebenfalls ungünstig auswirken können. | starker Konsens |
| <i>Abstimmung: 21/0/0 (ja, nein, Enthaltung)</i> | |
| Literatur: (Arraj et al. 2019; Bauss et al. 2008; Borzabadi-Farahani 2011; Burden 1995; Corrêa-Faria et al. 2016; Feldens et al. 2016; Järvinen 1979, 1978; Kania et al. 1996; Magno et al. 2020; Nguyen et al. 1999; Petti 2015; Petti und Tarsitani 1996; Primo-Miranda et al. 2019; Schatz et al. 2013; Soares et al. 2018) | |
| Evidenzgrad: 2+ | |

Einführung Traumatische Zahnverletzungen, insbesondere der Frontzähne, treten häufig auf und stellen daher ein Problem der öffentlichen Gesundheit dar. Epidemiologische Studien zeigen, dass die Prävalenzrate von Schneidezahnverletzungen im Schnitt bei ca. 20-30% liegt (Andersson 2013; Glendor 2008). Für Deutschland wird bei Patienten mit kieferorthopädischem Behandlungsbedarf eine Inzidenz von 10,3% angenommen; dabei weisen Patienten im Alter von 8 bis 11 Jahren die höchste Prävalenzrate von Frontzahntraumata auf (Bauss et al. 2004). Stürze, sportliche Aktivitäten und Verkehrsunfälle sind die Hauptursachen für die meisten Zahnverletzungen. Variablen wie Geschlecht, sozioökonomischer Status und Verhaltensauffälligkeiten können die Häufigkeit von Zahnverletzungen ebenfalls beeinflussen. So treten etwa Schneidezahnverletzungen häufiger im männlichen Geschlecht auf (Kania et al. 1996).

Studientypen Für die Fragestellung, welche Zusammenhänge zwischen kieferorthopädischen Anomalien und dem Risiko für ein dentales Frontzahntrauma existieren, wurde ein Umbrella-Review (systematisches Review systematischer Reviews), basierend auf 249 eingeschlossenen Querschnittsstudien, 34 epidemiologischen Studien, 22 Kohorten-, 9 Fall-Kontroll-, 4 Längsschnitt-, 3 ökologischen und 30 nicht spezifizierten Studien aufgefunden, welcher die bislang zu diesem Thema publizierte Literatur weitgehend und systematisch analysiert (Qualität ++, LoE 2+) (Magno et al. 2020). Darüber hinaus fanden sich mittels der systematischen Literaturrecherche 6 systematische Reviews (Qualität ++, LoE 3), jeweils basierend auf 41 Querschnittsstudien (N=66.366) (Arraj et al. 2019), einer Fall-Kontroll- und 15 Querschnittsstudien (N=12.116) (Corrêa-Faria et al. 2016), Fall-Kontroll- und Querschnittsstudien (N>10.000) (Petti 2015), 13 Querschnittsstudien (N=8798) (Feldens et al. 2016), 11 (Nguyen et al. 1999) bzw. 20 Studien (N=18.922) (Soares et al. 2018). Zudem konnten 9 Querschnittsstudien (Qualität +, LoE 3) identifiziert werden, welche entsprechend ausgewertet wurden.

Population und Outcomes In den verschiedenen Studien wurden Kinder bzw. Jugendliche und Erwachsene über verschiedene Altersgruppen und Gebissstadien hinweg mit einem vergrößerten Overjet, anterior offenem Biss und/oder unzureichender Lippenabdeckung unterschiedlichen Schweregrades im Vergleich zu Probanden mit normalem Overjet (bis 3,0mm), anterior geschlossenem Biss bzw. physiologischer Lippenabdeckung im Hinblick auf das Risiko für ein dentales

Frontzahntrauma untersucht. Die Lippenbedeckung der oberen Schneidezähne wurde meist anhand von Fotos geschätzt, die das Gesicht des Patienten zeigen, und dann als angemessen oder unzureichend bewertet (Bauss et al. 2008), während Overjet und Overbite meist mittels einer Schiebelehre quantitativ bestimmt wurden. Als dentales Trauma wurden Verletzungen des harten Zahngewebes und (Sub)Luxationen von Zähnen gewertet.

Bewertung Der Umbrella-Review (systematisches Review systematischer Reviews) von Magno et al. (2020) sowie weitere systematische Reviews und Studien ergaben, dass sowohl im Milch- als auch im bleibenden Gebiss neben dem männlichen Geschlecht und dem Alter vor allem ein vergrößerter Overjet bzw. ein anterior offener Biss (OR = 3,80; 95% KI: 1,42-10,16) und eine damit verbundene eine unzureichende Lippenbedeckung (OR: 1,81; 95% KI: 1,50-2,17) mit einer größeren Wahrscheinlichkeit assoziiert waren, ein dentales Frontzahntrauma zu erleiden (Corrêa-Faria et al. 2016; Kania et al. 1996; Petti und Tarsitani 1996; Primo-Miranda et al. 2019; Schatz et al. 2013; Soares et al. 2018). Kinder von 0 bis 6 Jahren mit einem Overjet ≥ 3 mm hatten nach Arraj et al. (2019) ein Odds-Ratio von 3,37 (95% KI: 1,36-8,38, $P = 0,009$), d.h. eine 3,37x höhere Wahrscheinlichkeit ein Frontzahntrauma zu erleiden als Kinder mit normalem Overjet, was sich mit den Ergebnissen des systematischen Reviews von Feldens et al. (2016) deckt. Kinder im Wechselgebiss und permanenten Gebiss mit einem Overjet > 5 mm hatten eine 2,43x höhere (95% KI: 1,34-4,42, $P = 0,004$) und zwölfjährige Kinder mit einem Overjet > 5 mm eine 1,81x höhere Wahrscheinlichkeit (95% KI: 1,44-2,27, $P < 0,0001$) für ein dentales Trauma (Arraj et al. 2019). Bei einem Kind im Milchgebiss kann daher ein erhöhtes dentales Traumarisiko ab einem Overjet von ≥ 3 mm angenommen werden (Arraj et al. 2019). Im frühen Wechselgebiss liegt die Schwelle für ein erhöhtes Traumarisiko voraussichtlich bei einem Overjet ≥ 5 mm (Arraj et al. 2019). Das Verletzungsrisiko der Frontzähne scheint dabei mit zunehmender Größe des Overjet zuzunehmen (Borzabadi-Farahani 2011; Järvinen 1978; Nguyen et al. 1999) und generell bei einem Overjet von mehr als 3 mm ungefähr doppelt groß zu sein wie bei Kindern mit einem Overjet von weniger als 3 mm (Nguyen et al. 1999). So berichtet Järvinen (1978) eine Prävalenzrate dentaler Traumata von 14,2% bei kieferorthopädisch unbehandelten Kindern im Alter von 7 bis 16 Jahren mit normalem Overjet (0-3 mm), von 28,4% bei erhöhtem Overjet (3,1-6 mm) und von 38,6% bei extremem Overjet (> 6 mm). In Bezug auf die Art des Traumas zeigten Patienten mit vergrößertem Overjet bei unzureichender Lippenbedeckung eine signifikant höhere Häufigkeit parodontaler Verletzungen als auch eine höhere Anzahl von einem dentalen Trauma betroffener Zähne gegenüber Patienten mit normalem ($p = 0,018$) bzw. vergrößertem ($p = 0,015$) Overjet bei einer angemessener Lippenbedeckung (Bauss et al. 2008; Burden 1995; Järvinen 1978). Die Zuverlässigkeit und Generalisierbarkeit gepoolter Odds-Ratios unter Berücksichtigung der Heterogenität zwischen den Studien, der Publikationsverzerrung und des Biasrisikos war im systematischen Review mit Meta-Analyse von Petti (2015) hoch genug, um zu ermitteln, dass der weltweite Anteil der dentalen Frontzahntraumata, die auf einen vergrößerten Overjet zurückzuführen sind, 21,8% beträgt (95%KI = 9,7-34,5%) und dass ein vergrößerter Overjet für 235.008.000 dentale Traumata mitverantwortlich ist (95% KI = 104.760.000-372.168.000) (Petti 2015). Die Wirkung von Störfaktoren (d. h. Alter, Geschlecht) wurde in den meisten verfügbaren Meta-Analysen berücksichtigt, ebenso wie Einfluss der Qualität der jeweiligen Studie auf das gepoolte Odds-Ratio, welche jedoch keinen wesentlichen Einfluss hatte (Nguyen et al. 1999).

| Expertenkonsens 5: prothetisch-konservierende Versorgungbarkeit des Gebisses | |
|---|-------------------------------|
| <p>Die prothetisch-konservierende Versorgungbarkeit des Gebisses kann bei kieferorthopädischen Anomalien eingeschränkt sein.</p> <p><i>Abstimmung: 21/0/0 (ja, nein, Enthaltung)</i></p> | <p>starker Konsens</p> |

Hintergrund Skelettale Kieferfehllagen beeinträchtigen die Konstruktion und Funktionalität von prothetischen Versorgungungen. Extreme skelettale Kieferfehllagen lassen keine adäquate prothetische Versorgung zu. Anomalien der Zahnstellung/Zahnkippen schränken die Möglichkeiten von prothetischen Versorgungungen ein bzw. machen bestimmte Versorgungungen unmöglich. Restaurationen und Füllungen bei Zahnfehlstellungen im betroffenen Kiefer und/oder Gegenkiefer können nicht oder nur eingeschränkt physiologisch gestaltet werden.

5 Kieferorthopädische Therapie und mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ)

| Statement 6: Kieferorthopädische Therapie und mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) | |
|--|-------------------------------|
| <p>Eine kieferorthopädische Behandlung führt in Abhängigkeit von der vorliegenden Anomalie im Vergleich zu einer nicht durchgeführten kieferorthopädischen Behandlung zu einer Verbesserung im Hinblick auf die methodisch fassbare mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ).</p> <p><i>Abstimmung: 20/0/1 (ja, nein, Enthaltung)</i></p> | <p>starker Konsens</p> |
| <p>Literatur: (Agirnasligil et al. 2019; Agou et al. 2011; Bernabe et al. 2008; Dorri 2015; Ferrando-Magraner et al. 2019; Jamilian et al. 2016; Javidi et al. 2017; Mandall et al. 2010; O'Brien et al. 2003a; Oliveira und Sheiham 2004; Palomares et al. 2012; Piassi et al. 2016; Prado et al. 2016; Seehra et al. 2013; Watkinson et al. 2013; Zheng et al. 2015; Zhou et al. 2014b)</p> | |
| <p>Evidenzgrad: 1++</p> | |

Einführung Wie in Statement 2 (Kapitel 4) dargelegt, gibt Hinweise, dass eine kieferorthopädische Anomalie zu einer Einschränkung bzw. einem Leidensdruck im Hinblick auf die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) bzw. psychische Entwicklung führen kann. Eine kieferorthopädische Korrektur der entsprechenden Anomalie müsste daher folgerichtig zu einer Verbesserung der MLQ bzw. einer Verringerung des Leidensdruckes führen.

Studientypen Für die Fragestellung, ob eine kieferorthopädische Therapie zu einer Verbesserung der MLQ führt bzw. führen kann, wurden ein systematischer Cochrane-Review mit Meta-Analyse, basierend auf 7 randomisiert-kontrollierten klinischen Studien (Qualität +++, LoE 1++) (Dorri 2015;

Watkinson et al. 2013), sowie 4 weitere systematische Reviews (Qualität ++, LoE 2+) aufgefunden, jeweils basierend auf 7 prospektiven longitudinalen Studien und 3 Kohortenstudien (N=1581) (Ferrando-Magraner et al. 2019), 3 Querschnittsstudien, einer Fall-Kontroll-Studie und 2 Kohortenstudien (N=3.996) (Javidi et al. 2017), 3 nicht-randomisierten interventionellen Studien (N=548) (Piassi et al. 2016) bzw. 6 Kohortenstudien, 4 Querschnittsstudien und einer Fall-Kontroll-Studie (N=4.855) (Zhou et al. 2014b). Weiterhin konnten 2 randomisiert-kontrollierte klinische Studien (RCTs) (Qualität ++/+, LoE 1++/1+) (Mandall et al. 2010; O'Brien et al. 2003a) sowie 3 Kohorten- bzw. Fall-Kontroll-Studien (Qualität ++/+, LoE 2++/2+) und 6 Querschnittsstudien (Qualität +, LoE 3) identifiziert werden, welche entsprechend ausgewertet wurden.

Population In den verschiedenen Studien wurden Patienten verschiedener Altersstufen mit unterschiedlichen kieferorthopädischen Anomalien im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrollgruppe mit vergleichbarem Therapiebedarf jeweils mit einer korrespondierend indizierten kieferorthopädischen Therapieform behandelt.

Intervention Zu den untersuchten Therapieformen zählten u.a. eine Therapie mit (Nanda-)Gesichtsmaske mit/ohne Expansion, Tandem-Traktionsbogengerät bzw. Kopf-Kinn-Kappe bei Patienten mit Klasse III (Dorri 2015; Watkinson et al. 2013), eine funktionskieferorthopädische Therapie mittels Twinblock bei Patienten mit Klasse II mit einem Overjet > 7mm (O'Brien et al. 2003a), eine maxilläre Expansion und Protraktion mittels forcierter Gaumennahterweiterung und Gesichtsmaske bei Klasse-III-Patienten (Mandall et al. 2010) sowie eine festsitzende Multibrackettherapie und kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgischer Therapie bei Klasse III (Agirnasligil et al. 2019).

Outcomes Zur Erfassung der MLQ werden üblicherweise Fragebogeninstrumente verwendet. Mehrere Einzelfragen (sog. Items) werden dabei inhaltlich zu Subskalen zusammengefasst, wodurch die verschiedenen Dimensionen der MLQ (z.B.: die subjektive Wahrnehmung der Mundgesundheit, der stomatognathen Funktion, der dentofazialen Ästhetik, sowie der inneren und äußeren Einflüsse) unabhängig voneinander ausgewertet werden können (Allen et al. 2001). Die Summe aller Subskalen bildet einen Gesamtindex, der die subjektiv empfundene Lebensqualität als Ganzes abbildet. Entsprechend der Konzeption des Analyseinstrumentes werden die einzelnen Items in mehrstufigen Likert-Skalen beantwortet. Die Bearbeitung der Fragebögen erfolgt dabei entweder selbstständig oder im Rahmen einer Befragung durch einen unabhängigen Interviewer (Malter et al. 2015). Insbesondere im angloamerikanischen Raum stehen zur Erhebung der MLQ eine Vielzahl von verschiedenen Fragebogeninstrumenten zur Verfügung (Broder et al. 2007; Foster Page et al. 2005; Slade und Spencer 1994). Diese sind meist für eine vordefinierte Altersgruppe validiert, da Fragebögen, die für die Erhebung der MLQ von Kindern/Jugendlichen konzipiert sind, an die sozialen, kognitiven, emotionalen und sprachlichen Fähigkeiten der Zielgruppe angepasst werden müssen (Genderson et al. 2013).

Bewertung Eine abgeschlossene kieferorthopädische Behandlung zeigte in der überwiegenden Mehrheit verfügbarer systematischer Reviews und Studien einen signifikant positiven Einfluss auf die MLQ, insbesondere in den Dimensionen des emotionalen sozialen Wohlbefindens (Javidi et al. 2017; Mandall et al. 2010) und im Allgemeinen unabhängig vom Evidenzniveau der Einzelstudien (Zhou et al. 2014b). Brasilianische Jugendliche bzw. junge Erwachsene hatten beispielsweise nach kieferorthopädischer Therapie eine 1,43x (95% KI: 1,01-2,02x) bzw. sogar 5,3x geringere Wahrscheinlichkeit, dass sich die Mundgesundheit auf ihre täglichen Aktivitäten auswirkt als Jugendliche bzw. junge Erwachsene, die noch nie kieferorthopädisch behandelt wurden (Oliveira und

Sheiham 2004; Palomares et al. 2012). Eine Ausnahme stellt beispielsweise die Studie von Mandall et al. (2010) dar, welche kein erhöhtes Selbstwertgefühl (Piers-Harris-Score) nach maxillärer Expansion und Protraktion mittels forcierter Gaumennahterweiterung und Gesichtsmaske bei Klasse-III-Patienten feststellen konnten ($P = 0,22$). Zwar war ein Jahr nach Therapieende der Oral Aesthetic Subjective Impact Score (OASIS), ein anerkanntes Maß für die Selbstwahrnehmung und das Selbstbewusstsein, in der mit der Gesichtsmaske behandelten Patientengruppe signifikant besser (= niedrigerer Score) als in der unbehandelten Patientengruppe – auch in der Folgeuntersuchung drei Jahre nach Behandlungsende konnte dieser Effekt weiterhin beobachtet werden, die Unterschiede waren jedoch nicht mehr signifikant. Die Effektivität einer kieferorthopädischen Therapie im Hinblick auf eine Verbesserung der MLQ ist daher voraussichtlich von Art und Schweregrad der behandelten kieferorthopädischen Anomalie und der genutzten Therapieform abhängig (Zheng et al. 2015). So scheinen Klasse-II-Patienten am meisten von der Phase des Lückenschlusses zu profitieren, während Patienten mit Klasse I mit Anomalie (z.B. Zahnengständen) v.a. von der ersten Phase (Ausrichtung und Nivellierung) bei festsitzender Multibrackettherapie zu profitieren scheinen (Zheng et al. 2015). Bezüglich spezifischer Therapieformen und kieferorthopädischer Anomalien gibt es mäßige Evidenz, dass die Anwendung der Gesichtsmasken-Therapie (Delaire) bei Kindern (Durchschnittsalter 8 Jahre) unter Verzicht auf eine herausnehmbare Retention kurz- und mittelfristig zu einer Verringerung der Prominenz der unteren Schneidezähne führen und das Selbstwertgefühl im Vergleich zu keiner Behandlung verbessern kann (Dorri 2015; Watkinson et al. 2013). Auch eine frühzeitige funktionskieferorthopädische Twinblock-Therapie bei Klasse-II-Patienten führte zu einer Steigerung des Selbstverständnisses und einer Verringerung negativer sozialer Erfahrungen (O'Brien et al. 2003a). Nach orthognather Chirurgie bei Klasse III-Patienten stieg ebenfalls das Selbstwertgefühl und die Empfindlichkeit gegenüber Kritik und Angst vor dem sozialen Auftreten nahmen nach der Operation signifikant ab ($P < 0,001$) (Agirnasligil et al. 2019). Weitere positive Effekte einer kieferorthopädischen Therapie wurden im Zusammenhang mit einer Reduktion von Hänseleien bzw. Mobbing aufgrund einer bestehenden kieferorthopädischen Anomalie beschrieben. Seehra et al. (2013) berichten, dass nach Beginn einer kieferorthopädischen Behandlung 78% der Patienten angaben, dass sie nicht mehr aufgrund ihrer kieferorthopädischen Anomalie gemobbt wurden und neben einer verbesserten MLQ auch weniger funktionelle Einschränkungen ($P = 0,013$) hatten. Daher erscheint es sinnvoll, im Rahmen der kieferorthopädischen Indikationsstellung und Behandlungsplanung auch die subjektive Wahrnehmung eines Patienten bezüglich der Ästhetik und Funktion seiner eigenen Zahn- und Kieferfehlstellungen zu berücksichtigen (Jamilian et al. 2016; Javidi et al. 2017; Oliveira und Sheiham 2004; Palomares et al. 2012). Während der aktiven kieferorthopädischen Behandlung besteht meist temporär ein erhöhtes Risiko für Einschränkungen der MLQ bei Kindern und Jugendlichen durch die eingegliederten Apparaturen, worüber der Patient bzw. die Patienten aufgeklärt werden sollten (Choi et al. 2017; Costa et al. 2016; Oliveira und Sheiham 2004). Während einer festsitzenden Multibrackettherapie beispielsweise hatten nach Costa et al. (2016) Jugendliche eine 4,88-fach höhere Wahrscheinlichkeit, einen hohen negativen Einfluss auf die Lebensqualität zu zeigen (95% KI: 2,93–8,13; $P < 0,001$) als diejenigen, die keine festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen trugen, wobei durch die inzwischen hohe Verbreitung festsitzender Apparaturen in der relevanten Altersklasse die Einschränkungen der Lebensqualität im Allgemeinen meist recht gering ausfallen. Die Ergebnisse der verschiedenen Fragebogeninstrumente zur Erfassung der MLQ sind untereinander aufgrund unterschiedlicher Items und inhaltlicher Schwerpunkte nur bedingt miteinander vergleichbar (Foster Page et al. 2019). Das verfügbare Evidenzniveau ist jedoch zum Teil moderat bis hoch (Piassi et al. 2016). Um eine internationale Vergleichbarkeit von Studien aus unterschiedlichen Ländern zu erreichen, stehen einige validierte Fragebogeninstrumente zur Erfassung der MLQ in vielen

verschiedenen Sprachen zur Verfügung (Guillemin et al. 1993). Die Interpretation der Lebensqualität bezogen auf die dentofaziale Ästhetik und die Funktion des stomatognathen Systems ist allerdings stark von kulturellen Einflüssen und unterschiedlichen Gesundheitssystemen abhängig (Bonomi et al. 2000; Broder 2007), sodass Studien aus unterschiedlichen Ländern bzw. Kulturen nur bedingt vergleichbar sind (Kragt et al. 2016), zumal international auch die jeweils durchgeführten und untersuchten kieferorthopädischen Therapiemaßnahmen sehr heterogen sind.

6 Kieferorthopädische Therapie von Klasse-II-Anomalien

6.1 Schlüsselfrage 1 – Kieferorthopädische Frühbehandlung

| Statement 7: | |
|---|-----------------------|
| Klasse II – Frühbehandlung – skelettale, dentoalveoläre und ästhetische Verbesserungen | |
| <p>Eine kieferorthopädische Frühbehandlung im Milch- bzw. frühen Wechselgebiss führt – je nach beabsichtigter Therapie – bei einer Klasse-II-Anomalie im Vergleich zu einer nicht durchgeführten kieferorthopädischen Behandlung zu</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) einer Verbesserung im Hinblick auf die skelettale Lagebeziehung von Oberkiefer und Unterkiefer (LoE 1++, 1+, 2++, 2+), (2) zu dentoalveolären Verbesserungen bezüglich der Zahnstellung, Zahnbogenform bzw. der kaufunktionellen Okklusion (LoE 1++, 1+, 2++, 2+), (3) zu Verbesserungen der dentofazialen Ästhetik bzw. des Weichteilprofils (LoE 2++, 2+), (4) zu Verbesserungen des nasopharyngealen und oropharyngealen Luftraumes (LoE 2+). <p><i>Abstimmung: 18/1/0 (ja, nein, Enthaltung)</i></p> | <p>Konsens</p> |
| <p>Literatur: (Almeida et al. 2005; Atik et al. 2017; Baccetti et al. 2000b; Croft et al. 1999; Ehmer et al. 1999; Entrenas et al. 2019; Faltin et al. 2003; Franchi et al. 2013; Freeman et al. 2009; Ghislanzoni et al. 2013; Guest et al. 2010; Janson et al. 2003; Janson et al. 2000; Lux et al. 2001; Malta et al. 2010; Mantysaari et al. 2004; Marsico et al. 2011; Maspero et al. 2015; McNamara, JR. et al. 2010; Mills und McCulloch 2000, 1998; O'Brien et al. 2009; O'Brien et al. 2003b; Papadopoulos et al. 2010; Papageorgiou et al. 2017; Pavoni et al. 2018; Pavoni et al. 2017a; Pavoni et al. 2017b; Perillo et al. 2011; Perillo et al. 1996; Perinetti et al. 2015; Quintao et al. 2006; Rodrigues de Almeida et al. 2002; Ryan et al. 2006; Sambataro et al. 2017; Santamaria-Villegas et al. 2017; Schulz et al. 2016; Silvestrini-Biavati et al. 2012; Spalj et al. 2017; Tulloch et al. 1997; Ulger et al. 2006; Usumez et al. 2004)</p> | |
| <p>Evidenzgrad: 1++</p> | |

Einführung Die kieferorthopädische Frühbehandlung der Klasse II umfasst zeitlich begrenzte Behandlungsmaßnahmen im Milch- und frühen Wechselgebiss (einschließlich der Ruhephase des Wechselgebisses), d.h. vor dem 10. Lebensjahr, welche vor allem eine Wachstumsförderung des Unterkiefers bzw. Wachstumshemmung des Oberkiefers sowie Normalisierung der Funktion des orofazialen Systems zum Ziel haben (Harzer 2021). Hierzu kommen meist herausnehmbare intra- und extraorale funktionskieferorthopädische bzw. orthopädische (Headgear) Apparaturen zum Einsatz, aber auch nicht-apparative Verfahren (Myotherapie, Logopädie) werden zu diesem Zweck eingesetzt (Diedrich und Berg 2000). Es soll ein frühzeitiger Ausgleich der Anomalie erreicht bzw. deren Ausprägung verringert und eine progrediente Entwicklung der Klasse-II-Anomalie verhindert werden, die sich bei Nichtbehandlung verschlimmern würde (Schopf 2008). Darüber hinaus sollen Habits bzw. orofaziale Dysfunktionen als ätiologischer Faktor von Klasse-II-Anomalien mit psychologischer Unterstützung (durch aufklärende Gespräche, Verstärkungsmethoden etc.) abgewöhnt, die Traumagefahr reduziert und eine normale Gebissentwicklung gefördert werden (Schopf 2008). Auf eine kieferorthopädische Frühbehandlung kann im späten Wechselgebiss eine Regelbehandlung bei weiterem Therapiebedarf folgen. Die kieferorthopädische Korrektur des Overjets hat neben skelettalen Anteilen auch mehr oder weniger stark ausgeprägte dentoalveoläre Korrekturanteile, wobei die sagittale Position und Neigung der Kiefer und der Frontzähne auch das Weichgewebsprofil und damit die dentofaziale Ästhetik beeinflussen kann, aber auch die Weite des pharyngealen Luftraumes, die im Rahmen der Ventilation bzw. Atmung sowie der Entstehung eines obstruktiven Schlafapnoesyndroms (OSAS) von Bedeutung ist (Diedrich und Berg 2000). Bei der Indikationsstellung einer kieferorthopädischen Frühbehandlung müssen weitere Faktoren wie Länge der Gesamtbehandlung, Effizienz der Behandlung, Ausmaß der Anomalie und patientenindividuelle Faktoren berücksichtigt werden.

Studientypen Für die Fragestellung, ob eine kieferorthopädische Frühbehandlung im Milch- bzw. frühen Wechselgebiss bei einer Klasse-II-Anomalie zu einer Verbesserung im Hinblick auf die skelettale Lagebeziehung von Oberkiefer und Unterkiefer, zu dentoalveolären Verbesserungen bezüglich der Zahnstellung, Zahnbogenform bzw. der kaufunktionellen Okklusion, zu Verbesserungen der dentofazialen Ästhetik bzw. des Weichteilprofils sowie zu Verbesserungen des nasopharyngealen und oropharyngealen Luftraumes führt bzw. führen kann, wurden vier systematische Reviews mit Meta-Analyse (Qualität ++, LoE 1+) aufgefunden, jeweils basierend auf 5 RCTs und 12 prospektiven nicht-randomisierten Studien (Papageorgiou et al. 2017), 5 randomisiert-kontrollierten klinischen Studien (N=399) (Santamaria-Villegas et al. 2017), 4 randomisiert-kontrollierten klinischen Studien (N=338) (Marsico et al. 2011) bzw. 3 RCTs, 3 prospektiven und 5 retrospektiven kontrollierten Studien (N=664) (Perinetti et al. 2015). Weiterhin konnten 3 randomisiert-kontrollierte klinische Studien (RCTs) (O'Brien et al. 2003b; Papadopoulos et al. 2010; Tulloch et al. 1997) (Qualität ++/+, LoE 1++/1+) und 35 Kohorten- bzw. Fall-Kontroll-Studien (Qualität ++/+, LoE 2++/2+) identifiziert werden, welche entsprechend ausgewertet wurden.

Population In den verschiedenen Studien wurden Patienten im Milch- bzw. frühen Wechselgebiss mit Klasse-II-Anomalie (skelettal/dental) unterschiedlichen Schweregrades - Overjet ≥ 7 mm (Ehmer et al. 1999; O'Brien et al. 2009; O'Brien et al. 2003b; Tulloch et al. 1997), 6 mm (Quintao et al. 2006), 5 mm (Franchi et al. 2013; Lux et al. 2001; Pavoni et al. 2018; Pavoni et al. 2017a; Pavoni et al. 2017b; Spalj et al. 2017) oder 4 mm (Atik et al. 2017; Ghislanzoni et al. 2013; Perillo et al. 2011; Perillo et al. 1996) bzw. ANB $\geq 4^\circ$ (Pavoni et al. 2018; Pavoni et al. 2017a; Pavoni et al. 2017b; Perillo et al. 2011; Perillo et al. 1996; Quintao et al. 2006), $4,5^\circ$ (Almeida et al. 2005) oder 5° (Lux et al. 2001; Mills und McCulloch

2000, 1998) - im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrollgruppe mit vergleichbarem Therapiebedarf jeweils mit einer entsprechend indizierten kieferorthopädischen Therapieform behandelt.

Intervention Zu den untersuchten Therapieformen zählten eine Therapie mit Headgear (Mantysaari et al. 2004; Papageorgiou et al. 2017; Sambataro et al. 2017; Tulloch et al. 1997; Ulger et al. 2006) oder einer First-Class-Apparatur (FCA) (Papadopoulos et al. 2010) zur Wachstumshemmung des Oberkiefers bzw. Distalisation der maxillären ersten Molaren sowie eine Therapie mit einer herausnehmbaren funktionskieferorthopädischen Apparatur (Marsico et al. 2011; Perinetti et al. 2015; Santamaria-Villegas et al. 2017), u.a. einem Bionator (Ehmer et al. 1999; Faltin et al. 2003; Malta et al. 2010; Pavoni et al. 2018; Pavoni et al. 2017b), Twinblock (Baccetti et al. 2000b; Entrenas et al. 2019; Franchi et al. 2013; Mills und McCulloch 2000, 1998; O'Brien et al. 2009; O'Brien et al. 2003b; Quintao et al. 2006; Spalj et al. 2017; Tulloch et al. 1997), Andresen-Aktivator (Lux et al. 2001; Maspero et al. 2015; Pavoni et al. 2018; Pavoni et al. 2017b), U-Bügel-Aktivator (Ehmer et al. 1999), Teuscher-Aktivator (Spalj et al. 2017), einem Monobloc mit Tucat-Perle (Pavoni et al. 2017a), einer Eruption-Guidance-Apparatur (Janson et al. 2000), einer Preorthodontic-Trainer-Apparatur (Usumez et al. 2004), einer Sander-Bite-Jumping-Apparatur oder einem Fränkel-Funktionsregler (Atik et al. 2017; Freeman et al. 2009; Janson et al. 2003; Perillo et al. 2011; Perillo et al. 1996; Rodrigues de Almeida et al. 2002; Schulz et al. 2016; Silvestrini-Biavati et al. 2012). Weiterhin wurden die Therapieeffekte festsitzender Klasse-II-Mechaniken wie einem Herbst-Scharnier oder einer MARA-Apparatur untersucht (Almeida et al. 2005; Croft et al. 1999; Ghislanzoni et al. 2013; Ryan et al. 2006) sowie sagittale Therapieeffekte einer Gaumennahterweiterungsapparatur (Guest et al. 2010; McNamara, JR. et al. 2010).

Outcomes Die skelettale Lagebeziehung von Oberkiefer und Unterkiefer wurde in den meisten Studien mittels kephalometrischer Messungen im Fernröntgenseitenbild (FRS) bestimmt, wobei für den Oberkiefer meist der SNA-Winkel und die vordere Oberkiefergrenze (Co-A- und Nperp-A-Abstände) und für den Unterkiefer der SNB-Winkel bzw. die Unterkieferlänge (Co-Gn bzw. Co-Po) als Zielparameter gewählt wurden sowie für die Kieferlagebeziehung der ANB-Winkel nach Riedel und das Wits-Appraisal. Dentoalveoläre Parameter zur Bestimmung der Zahnstellung, Zahnbogenform bzw. der kaufunktionellen Okklusion waren u.a. eine sagittale Klasse-II-Okklusion im Seitenzahngbiet (¼-1 Prämolarenbreiten) sowie der Overjet im Frontzahnbereich. Zur Beurteilung der dentofazialen Ästhetik des Weichteilprofils wurden in den meisten Studien Fotos verwendet, die das Profil des Patienten zeigen und anhand einer Likhert-Skala als angemessen oder unzureichend bewertet wurden, oder es wurde eine metrische Analyse des Weichteilprofils durchgeführt (Lippenprofil, Gesichtskonvexität etc.). Um die Größe des nasopharyngealen und oropharyngealen Luftraumes zu quantifizieren, wurden überwiegend dreidimensionale Volumina (digitale Volumentomografie DVT) oder zweidimensionale Messtrecken im Pharynxbereich (FRS) zur Quantifizierung der unteren als auch der oberen Atemwegsgröße herangezogen.

Bewertung Die skelettale Lagebeziehung zwischen Ober- und Unterkiefer kann bei Klasse-II-Patienten durch Headgear-Therapie durch eine signifikante Verringerung des SNA-Winkels (MD = $-1,63^\circ$ / Jahr; 95% KI: $-2,20$ bis $-1,06^\circ$ / Jahr), eine signifikante posteriore Rotation der Gaumenebene (SN-NL- und FH-NL-Winkel) und eine signifikante Rückwärtspositionierung der vorderen Oberkiefergrenze (Co-A- und Nperp-A-Abstände) verbessert werden (Papageorgiou et al. 2017), was die Ergebnisse von Mantysaari et al. (2004) und Ulger et al. (2006) bestätigt. Die Wirkung funktionskieferorthopädischer Apparaturen ergab eine statistisch signifikante Zunahme der Unterkieferlänge, gemessen als Abstand zwischen den Punkten Co-Gn oder Co-Pog, mit einem Unterschied in der durchschnittlichen Unterkieferlänge von 1,53 mm (95% KI: 1,15–1,92) in Bezug auf nicht behandelte Kontrollgruppen

(Santamaria-Villegas et al. 2017). Auch die Metaanalyse von Marsico et al. (2011) zeigte, dass bei einer Behandlung mit funktionskieferorthopädischen Geräten im frühen Jugendalter geringfügige vorteilhafte skelettale Veränderungen im Sinne einer Zunahme der Unterkieferlänge auftreten. Tulloch et al. (1997) beobachteten in einer RCT, dass eine frühzeitige Behandlung mit Headgear oder funktionskieferorthopädischen Geräten die Schwere einer skelettalen Klasse II verringern konnte. Bei beiden Ansätzen bestand eine Wahrscheinlichkeit von 75% für eine Verbesserung der sagittalen Kieferlagebeziehung. Im Durchschnitt führt der Headgear zu einer stärkeren Veränderung der Lage des Oberkiefers, während die funktionskieferorthopädische Therapie zu einer stärkeren Veränderung der Lage des Unterkiefers führte, was in der RCT von O'Brien et al. (2003b) bestätigt wurde. Positive skelettale Effekte funktionskieferorthopädischer Apparaturen scheinen sich vor allem auf die sagittale Position bzw. Länge des Unterkiefers zu konzentrieren, was eine effektive Korrektur der Klasse-II-Kieferlagebeziehung ermöglicht, wie zahlreiche weitere Studien bestätigen (Baccetti et al. 2000b; Ehmer et al. 1999; Faltin et al. 2003; Franchi et al. 2013; Freeman et al. 2009; Janson et al. 2000; Lux et al. 2001; Malta et al. 2010; Mills und McCulloch 2000, 1998; Pavoni et al. 2018; Pavoni et al. 2017b; Perillo et al. 2011; Perillo et al. 1996; Perinetti et al. 2015; Rodrigues de Almeida et al. 2002; Schulz et al. 2016; Spalj et al. 2017; Usumez et al. 2004). Teilweise wird jedoch auch eine größere skelettale Wirkung auf den Oberkiefer beschrieben (Ghislanzoni et al. 2013). Skelettale Effekte eines Herbst-Scharniers scheinen sich ebenfalls v.a. auf den Unterkiefer zu konzentrieren, da das Wachstum des Oberkiefers von Herbst-Patienten nach unten und vorne in der Studie von Almeida et al. (2005) mit der gleichen Geschwindigkeit wie in der Kontrollgruppe verlief. Die effektive Unterkieferlänge (Co-Gn) sowie der SNB-Winkel in der Herbst-Gruppe stiegen im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant stärker an, was eine signifikante Korrektur der Kieferlagebeziehung ermöglichte (ANB-Winkel). Dieser Sachverhalt wird durch weitere Studien bestätigt (Croft et al. 1999; Ryan et al. 2006). Auch eine Gaumennahterweiterung bzw. transversale Expansion des Oberkiefers konnte die sagittale Kieferlagebeziehung verbessern, was bereits von Körbitz in seinem Pantoffelschuhvergleich postuliert wurde, da der Oberkieferzahnbogen den Unterkieferzahnbogen umgreift. 49% der Patienten mit Klasse II und weniger als 5% der unbehandelten Kontrollgruppe zeigten eine Verbesserung der sagittalen molaren Beziehungen von 2 mm oder mehr sowie eine signifikante Verbesserung des Overjet nach Therapie mit einer Gaumennahterweiterungsapparatur (Guest et al. 2010; McNamara, JR. et al. 2010). Die transversale Erweiterung hat somit eine positive Wirkung auf die Molarenrelation bei Klasse-II-Patienten - diese ist dabei voraussichtlich umso ausgeprägter, je stärker die Klasse-II-Beziehung im Molarenbereich ist (McNamara, JR. et al. 2010).

Eine dentoalveoläre Korrektur der Klasse II mittels First-Class-Apparatur konnte durch signifikante Distalisierung der ersten Molaren im Oberkiefer (Mittelwert: 4,00 mm) im Vergleich zur unbehandelten Gruppe (Mittelwert: 0,04 mm) ($P < 0,001$) ohne distale Rotation und Extrusion der Molaren und mit minimaler, nicht signifikanter Proklination der Schneidezähne erreicht werden (Papadopoulos et al. 2010). Ähnliche Ergebnisse wurden für eine Therapie mittels Headgear berichtet (Sambataro et al. 2017; Ulger et al. 2006). Auch die Eruption-Guidance-Apparatur bewirkte eine signifikante Verbesserung der molaren Beziehungen sowie eine signifikante Abnahme des Overjet (Janson et al. 2000), was generell für eine funktionskieferorthopädische Frühbehandlung zutrifft (Baccetti et al. 2000b; Franchi et al. 2013; Ghislanzoni et al. 2013; Janson et al. 2003; Lux et al. 2001; Malta et al. 2010; Mills und McCulloch 2000, 1998; Pavoni et al. 2018; Pavoni et al. 2017b; Perillo et al. 2011; Perinetti et al. 2015; Rodrigues de Almeida et al. 2002; Spalj et al. 2017; Usumez et al. 2004) und neben den durch die skelettale Korrektur der Kieferlagebeziehung erreichten Verbesserungen der Okklusion auf eine zusätzliche Protrusion der Schneidezähne des Unterkiefers bzw. distale Bewegung

der Oberkiefermolaren zurückzuführen war (Baccetti et al. 2000b; Ghislanzoni et al. 2013). In der Langzeitbewertung zeigte beispielsweise die Kohortenstudie von Pavoni et al. (2018) für eine Frühbehandlung der Klasse II (vor Pubertät) eine signifikante Abnahme des Overjet (-3,6 mm) sowie eine signifikant größere Verbesserung der Molarenbeziehung (+3,9 mm) im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Bezüglich der dentofazialen Ästhetik wurden durch frühzeitige Korrektur der Klasse II ebenfalls positive Effekte erreicht. Kinder mit Anomalie der Klasse II, die mit einem Twinblock im frühen Wechselgebiss behandelt wurden, hatten Profile, die sowohl von Gleichaltrigen als auch von Lehrern im Allgemeinen als attraktiver als die einer unbehandelten Kohorte angesehen wurden (O'Brien et al. 2009). Die behandelten Profile waren mit einem Mittelwertunterschied von 0,61 statistisch signifikant ansprechender (P = 0,006) und wurden öfter mit der Schulnote 1 und 2 und weniger der Schulnote 4 und 5 bewertet. Quintao et al. (2006) berichten von einer signifikanten Verbesserung des Gesichtsprofils in der behandelten Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe mit einer Verringerung der Gesichtskonvexität, von Anzeichen einer Retraktion der Oberlippe und einer anterioren Verschiebung des Weichteilpogonions sowie von einer Retroinklination der oberen Schneidezähne bei den behandelten Patienten mit „Abflachung“ des Oberlippenprofils, was von Silvestrini-Biavati et al. (2012) bestätigt wurde.

Weiterhin war unter frühzeitiger funktionskieferorthopädischer Therapie mit Korrektur einer Retrognathie des Unterkiefers bei Patienten mit einer Anomalie der Klasse II eine signifikante Zunahme der Atemwegsdimensionen zu verzeichnen, d.h. der oberen hinteren nasopharyngealen und unteren oropharyngealen Atemwege sowie der mittleren Pharyngealbreite, welche langzeitstabil waren (Atik et al. 2017; Entrenas et al. 2019; Maspero et al. 2015; Pavoni et al. 2017a; Pavoni et al. 2017b). Die Wirksamkeit der Behandlung wurde bei Patienten mit klinischen Manifestationen nachgewiesen, die auf ein obstruktives Schlafapnoe / Hypopnoe-Syndrom (SAHS), Mundatmung bzw. Schnarchen hindeuten, da alle Patienten eine verbesserte Atemqualität zeigten (Entrenas et al. 2019). Patienten mit einer Anomalie der Klasse II mit Schuld im Unterkiefer zeigten mit zunehmendem Wachstum eine Abnahme der Größe des oberen Luftweges und können daher künftige SAHS-Patienten werden, wenn sie nicht mit funktionellen Geräten behandelt werden (Entrenas et al. 2019).

| Statement 8: Klasse II – Frühbehandlung – Risiko für dentales Frontzahntrauma | |
|---|------------------------|
| Eine kieferorthopädische Frühbehandlung im Milch- bzw. frühen Wechselgebiss kann bei einer Klasse-II-Anomalie im Vergleich zu einer nicht durchgeführten kieferorthopädischen Behandlung das Risiko für ein dentales Frontzahntrauma reduzieren. | starker Konsens |
| <i>Abstimmung: 20/0/0 (ja, nein, Enthaltung)</i> | |
| Literatur: (Batista et al. 2018; Chen et al. 2011; Papageorgiou et al. 2017; Thiruvengkatachari et al. 2015; Thiruvengkatachari et al. 2013) | |
| Evidenzgrad: 1++ | |

Einführung Traumatische Zahnverletzungen, insbesondere der Frontzähne, treten häufig auf und stellen daher ein Problem der öffentlichen Gesundheit dar. Epidemiologische Studien zeigen, dass die Prävalenzrate von Schneidezahnverletzungen im Schnitt bei ca. 20-30% liegt (Andersson 2013; Glendor 2008). Für Deutschland wird bei Patienten mit kieferorthopädischem Behandlungsbedarf eine Inzidenz von 10,3% angenommen; dabei weisen Patienten im Alter von 8 bis 11 Jahren die höchste Prävalenzrate von Frontzahntraumata auf (Bauss et al. 2004). Stürze, sportliche Aktivitäten und Verkehrsunfälle sind die Hauptursachen für die meisten Zahnverletzungen. Variablen wie Geschlecht, sozioökonomischer Status und Verhaltensauffälligkeiten können die Häufigkeit von Zahnverletzungen ebenfalls beeinflussen. So treten etwa Schneidezahnverletzungen häufiger im männlichen Geschlecht auf (Kania et al. 1996). Wie in Statement 4 (Kapitel 4) dargelegt, bestehen Zusammenhänge zwischen einer vergrößerten sagittalen Frontzahnstufe (Overjet) und einem erhöhten Risiko für ein dentales Frontzahntrauma. Es gibt zudem Hinweise, dass sich eine fehlende Lippenabdeckung sowie ein frontal offener Biss hier ebenfalls ungünstig auswirken können. Eine kieferorthopädische Korrektur der entsprechenden Anomalie müsste daher folgerichtig zu einer Reduktion des Risikos für ein dentales Frontzahntrauma führen.

Studientypen Für die Fragestellung, ob eine kieferorthopädische Frühbehandlung im Milch- bzw. frühen Wechselgebiss bei einer Klasse-II-Anomalie das Risiko für ein dentales Frontzahntrauma reduzieren kann, wurde eine kontinuierlich aktualisierte Serie von Cochrane-Reviews aufgefunden (Qualität ++, LoE 1+), in der aktuellsten Version basierend auf 10 randomisiert-kontrollierten klinischen Studien (N=915) (Batista et al. 2018; Thiruvengkatachari et al. 2015; Thiruvengkatachari et al. 2013), sowie ein systematisches Review mit Meta-Analyse (Qualität ++, LoE 1+) (Papageorgiou et al. 2017), basierend auf 17 inkludierten Studien (davon 5 RCT, 12 prospektive nicht-randomisierte Studien), sowie eine weitere randomisiert-kontrollierte klinische Studie (Qualität ++, LoE 1++) (Chen et al. 2011), welche entsprechend ausgewertet wurden.

Population In den verschiedenen Studien wurden Patienten im Milch- bzw. frühen Wechselgebiss mit einer vergrößerten sagittalen Frontzahnstufe (Overjet) unterschiedlichen Schweregrades im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrollgruppe mit vergleichbarem Therapiebedarf jeweils mit einer entsprechend indizierten kieferorthopädischen Therapieform zur Korrektur des vergrößerten Overjets behandelt.

Intervention Zu den untersuchten Therapieformen zählten eine Frühbehandlung mittels herausnehmbaren Apparaturen, v.a. dem funktionskieferorthopädischen Bionator, bzw. einem extraoralen Headgear, welche in einer Zwei-Phasen-Therapie einer festsitzenden regulären kieferorthopädischen Behandlung mittels Multibracketapparatur vorgeschaltet wurden.

Outcomes Das Ausmaß der sagittalen Frontzahnstufe (Overjet) wurde meist mittels einer Schiebelehre quantitativ bestimmt und mit der Inzidenz eines dentalen Frontzahntraumas in Relation gesetzt. Als dentales Trauma wurden Verletzungen des harten Zahngewebes und (Sub)Luxationen von Zähnen gewertet.

Bewertung Die kontinuierlich aktualisierte Serie von Cochrane-Reviews zur Behandlung von Klasse-II-Anomalien mit proklinierten oberen Frontzähnen bestätigt durchgehend und auch in der aktuellen Version die Wirksamkeit einer frühen kieferorthopädischen Behandlung zur Reduktion des Risikos für Frontzahntraumata (Batista et al. 2018; Thiruvengkatachari et al. 2015; Thiruvengkatachari et al. 2013). In diesen Reviews wurde gezeigt, dass eine frühe (zweiphasige) Behandlung die Inzidenz von

Schneidezahntraumata reduzierte. Dies trifft sowohl für die initiale Behandlung mit herausnehmbaren Apparaturen (OR: 0,56, 95% KI: 0,33 bis 0,95; 332 Teilnehmer) als auch für eine mit einem Headgear durchgeführte erste Behandlungsphase zu (OR: 0,45, 95% KI: 0,25 bis 0,80; 237 Teilnehmer). Der Unterschied in der Inzidenz von Schneidezahntraumata war nach der frühen Behandlung mit herausnehmbaren Apparaturen klinisch relevant: 30% (51/171) der Teilnehmer der späten Behandlungsgruppe erlitten ein neues Trauma, im Vergleich zu lediglich 19% (31/161) der Teilnehmer, die eine frühe Behandlung erhalten hatten. Nach der initialen Behandlung mit einem Headgear war die Inzidenz neuer Schneidezahntraumata (24/117) im Vergleich zur späten Behandlungsgruppe (44/120) nur halb so hoch. Daher scheinen prominente obere Frontzähne bei Klasse-II-Patienten, die sich entweder einer 2-Phasen-Therapie mit frühem Behandlungsbeginn oder einer regulären 1-Phasen-Therapie im Jugendalter unterziehen, durch eine kieferorthoädische Behandlung korrigiert werden zu können. Bei einem Vergleich der 1- und 2-Phasen-Therapie scheint die umfangreichere 2-Phasen-Behandlung im Hinblick auf durch das reduzierte Frontzahntrauma-Risiko der späteren 1-Phasen-Therapie überlegen zu sein. Zu vergleichbaren Ergebnissen kommen ebenfalls Papageorgiou et al. (2017) in ihrem systematischen Review mit Meta-Analyse zur Wirksamkeit einer kieferorthopädischen Frühbehandlung mit einem Headgear. Es zeigte sich hier ebenfalls eine Verringerung des Risikos eines Frontzahntraumas (RR = 0,34; 95% KI: 0,14 bis 0,80). Die „number needed to treat“ NNT = 9 deutet darauf hin, dass bei jedem neunten erfolgreich therapierten Patienten mit initial vergrößerter Frontzahnstufe ein Frontzahntrauma vermieden werden kann. Demgegenüber gibt es auch vereinzelt Studien, welche eine protektiv-präventive Wirkung einer Frühbehandlung bei einer vergrößerten sagittalen Frontzahnstufe nicht bestätigen konnten. Chen et al. (2011) verglichen eine zweiphasige Behandlung (Frühbehandlung mittels Bionator oder Headgear, gefolgt von Multibracketapparatur) mit einer einphasigen regulären Behandlung (Multibracketapparatur) und konnten hinsichtlich der Inzidenz eines Frontzahntraumas keine Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen und der Kontrollgruppe feststellen. Eine wichtige Limitation der Studie ist jedoch der für eine Frühbehandlung relativ späte Zeitpunkt des Therapiebeginns, da das mittlere chronologische Alter bei den Patienten mit „Frühbehandlung“ bereits 9,6 Jahre betrug und sich damit knapp an der Grenze zur Regelbehandlung befand. Zu diesem Zeitpunkt hatten ca. 30 % der Probanden bereits irgendeine Form von Trauma an mindestens einem der Schneidezähne erlitten. Letztlich kann dieser Sachverhalt daher auch als Indiz dafür gewertet werden, wie klinisch relevant Schneidezahntraumata bei Patienten mit vergrößerter sagittaler Frontzahnstufe sind.

6.2 Schlüsselfrage 1 – Kieferorthopädische Regel-/Spätbehandlung

| Statement 9: | |
|---|-----------------------|
| Klasse II – Regel-/Spätbehandlung – skelettale, dentoalveoläre und ästhetische Verbesserungen | |
| <p>Eine kieferorthopädische Regel-/Spätbehandlung im späten Wechselgebiss bzw. permanenten Gebiss führt – je nach beabsichtigter Therapie – bei einer Klasse-II-Anomalie im Vergleich zu einer nicht durchgeführten kieferorthopädischen Behandlung zu</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) einer Verbesserung im Hinblick auf die skelettale Lagebeziehung von Oberkiefer und Unterkiefer (LoE 1++, 1+, 2++, 2+), (2) zu dentoalveolären Verbesserungen bezüglich der Zahnstellung, Zahnbogenform bzw. der kaufunktionellen Okklusion (LoE 1++, 1+, 2++, 2+), (3) Verbesserungen der dentofazialen Ästhetik bzw. des Weichteilprofils (LoE 1+, 2+). <p><i>Abstimmung: 18/1/0 (ja, nein, Enthaltung)</i></p> | <p>Konsens</p> |
| <p>Literatur: (Alali 2014; Al-Jewair et al. 2012; Almeida et al. 2008; Almeida et al. 2005; Almeida-Pedrin et al. 2007; Altug-Atac und Erdem 2007; Angelieri et al. 2014; Baccetti et al. 2000b; BasKiftKI et al. 2003; Bassarelli et al. 2016; Bavbek et al. 2016; Bilbo et al. 2018; CacKlatore et al. 2014; Chadwick et al. 2001; Chiqueto et al. 2013; Cozza et al. 2004; Eissa et al. 2017; Elfeky et al. 2018; Elkordy et al. 2019; Elkordy et al. 2016; Faltin et al. 2003; Firouz et al. 1992; Flores-Mir et al. 2009; Flores-Mir et al. 2007; Flores-Mir und Major 2006; Flores-Mir et al. 2006; Franchi et al. 2013; Franchi et al. 2011; Ghislanzoni et al. 2013; Ghislanzoni et al. 2011; Giuntini et al. 2015; Guimaraes et al. 2013; Hanoun et al. 2014; Hansson et al. 1997; Heinrichs et al. 2014; Iwasaki et al. 2014; Jakobsone et al. 2013; Jena und Duggal 2010; Jena et al. 2006; Kamal und Fida 2019; Kang et al. 2018; Kim-Berman et al. 2019; Kucukkeles et al. 2007; LaHaye et al. 2006; Lange et al. 1995; Latkauskiene und Jakobsone 2012; Lisson et al. 2013; Lucchese et al. 2012; Lund und Sandler 1998; Malta et al. 2010; Marsico et al. 2011; Martina et al. 2013; Maspero et al. 2015; Nalbantgil et al. 2005; Nucera et al. 2016; Oztoprak et al. 2012; Pancherz 1982, 1979; Pangrazio et al. 2012; Pavoni et al. 2018; Perinetti et al. 2015; Raveli et al. 2017; Saikoski et al. 2014; Santamaria-Villegas et al. 2017; Schiavon Gandini et al. 2001; Spalj et al. 2017; Tepedino et al. 2019; Toth und McNamara, JR. 1999; Trenouth 2006, 2002; Trenouth et al. 2001; Trenouth 2000; Tsiouli et al. 2017; Tumer und Gultan 1999; Turkkahraman und Sayin 2006; Vanlaecken et al. 2006; Varlik und Iscan 2008; Vilanova et al. 2018; Xiang et al. 2017; Zymperdikas et al. 2016)</p> | |
| <p>Evidenzgrad: 1++</p> | |

Einführung Die kieferorthopädische Regelbehandlung der Klasse II umfasst Behandlungsmaßnahmen im späten Wechselgebiss, d.h. nach dem 10. Lebensjahr, bzw. frühen bleibenden Gebiss, welche der Korrektur der bestehenden Klasse-II-Dysgnathie bzw. Anomalie und assoziierter Dyskinesien/Habits (mit psychologischer Unterstützung) wie dem Lutschhabit oder Zungenpressen dienen (Diedrich und Berg 2000), während eine kieferorthopädische Spätbehandlung die Erwachsenenbehandlung der Klasse II im bleibenden Gebiss nach Wachstumsabschluss bezeichnet. Falls zu letzterem Zeitpunkt auch

skelettale Korrekturen erforderlich werden, sind diese meist nur mittels orthognather Chirurgie, d.h. im Rahmen einer kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Kombinationstherapie durchführbar (Diedrich und Berg 2000). Im Rahmen eines zweizeitigen Vorgehens kann eine kieferorthopädische Regelbehandlung im späten Wechselgebiss oder Spätbehandlung im bleibenden Gebiss auf eine kieferorthopädische Frühbehandlung im Milch- oder frühen Wechselgebiss folgen, wenn nach deren Abschluss bzw. durch weitere Wachstumsprozesse in der Folgezeit ein weiterer Therapiebedarf besteht oder sich ergibt. In Analogie zur Frühbehandlung der Klasse II hat die kieferorthopädische Korrektur des Overjets auch in der Regel- und Spätbehandlung neben skelettalen Anteilen auch mehr oder weniger stark ausgeprägte dentoalveoläre Korrekturanteile, wobei die sagittale Position und Neigung der Kiefer und der Frontzähne auch das Weichgewebsprofil und damit die dentofaziale Ästhetik beeinflussen kann (Diedrich und Berg 2000).

Studientypen Für die Fragestellung, ob eine kieferorthopädische Regel- bzw. Spätbehandlung im späten Wechselgebiss bzw. bleibenden Gebiss bei einer Klasse-II-Anomalie zu einer Verbesserung im Hinblick auf die skelettale Lagebeziehung von Oberkiefer und Unterkiefer, zu dentoalveolären Verbesserungen bezüglich der Zahnstellung, Zahnbogenform bzw. der kaufunktionellen Okklusion und zu Verbesserungen der dentofazialen Ästhetik bzw. des Weichteilprofils führt bzw. führen kann, wurden neun systematische Reviews (Qualität ++, LoE 1+/2+) aufgefunden, jeweils basierend auf 5 randomisiert-kontrollierten klinischen Studien und 9 prospektiven kontrollierten klinischen Studien (N=765) (Nucera et al. 2016), auf einer randomisiert-kontrollierten klinischen Studie und 8 prospektiven kontrollierten klinischen Studien (N=418) (Zymperdikas et al. 2016), auf 3 nicht-randomisierten kontrollierten Studien (Flores-Mir et al. 2007), auf 3 prospektiven und 4 retrospektiven nicht-randomisierten kontrollierten klinischen Studien (N=314) (Xiang et al. 2017), auf 3 randomisiert-kontrollierten klinischen Studien, 3 prospektiven und 5 retrospektiven kontrollierten klinischen Studien (N=664) (Perinetti et al. 2015), auf 5 randomisiert-kontrollierten klinischen Studien (N=399) (Santamaria-Villegas et al. 2017), auf 4 randomisiert-kontrollierten klinischen Studien (N=338) (Marsico et al. 2011), auf einer randomisiert-kontrollierten klinischen Studie und 10 kontrollierten klinischen Studien (N=540) (Flores-Mir und Major 2006) sowie auf 2 randomisiert-kontrollierten klinischen Studien (N=59) (Flores-Mir et al. 2006). Weiterhin konnten fünf randomisiert-kontrollierte klinische Studien (RCTs) (Alali 2014; Eissa et al. 2017; Elkordy et al. 2019; Elkordy et al. 2016; Martina et al. 2013) (Qualität ++/+, LoE 1++/1+) und 67 Kohorten- bzw. Fall-Kontroll-Studien (Qualität ++/+, LoE 2++/2+) identifiziert werden, welche entsprechend ausgewertet wurden.

Population In den verschiedenen Studien wurden Patienten im späten Wechselgebiss bzw. permanenten Gebiss mit Klasse-II-Anomalie (skelettal/dental) unterschiedlichen Schweregrades - Overjet ≥ 6 mm (Martina et al. 2013), 5mm (Elkordy et al. 2019; Elkordy et al. 2016; Franchi et al. 2013; Giuntini et al. 2015; Kang et al. 2018; Lisson et al. 2013; Pavoni et al. 2018) oder 4mm (Alali 2014; Ghislanzoni et al. 2013) bzw. ANB $\geq 4,5^\circ$ (Almeida et al. 2005; Eissa et al. 2017), 4° (Alali 2014; Kang et al. 2018; Lisson et al. 2013; Pavoni et al. 2018) oder 3° (Giuntini et al. 2015) - im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrollgruppe mit vergleichbarem Therapiebedarf jeweils mit einer entsprechend indizierten kieferorthopädischen Therapieform behandelt.

Intervention Zu den untersuchten Therapieformen zählten eine Therapie mit Headgear (Almeida-Pedrin et al. 2007; Altug-Atac und Erdem 2007; Bilbo et al. 2018; Firouz et al. 1992; Hansson et al. 1997; LaHaye et al. 2006; Schiavon Gandini et al. 2001; Varlik und Iscan 2008) oder Carriere-Distalizer (Kim-Berman et al. 2019), Jones-Jig bzw. Distal-Jet (Vilanova et al. 2018) zur Wachstumshemmung des Oberkiefers bzw. Distalisation der maxillären ersten Molaren sowie eine Therapie mit einer

herausnehmbaren funktionskieferorthopädischen Apparatur (Alali 2014; Flores-Mir und Major 2006; Kang et al. 2018; Marsico et al. 2011; Nucera et al. 2016; Perinetti et al. 2015; Santamaria-Villegas et al. 2017; Xiang et al. 2017), u.a. einem Bionator (Faltin et al. 2003; Jena et al. 2006; Lange et al. 1995; Malta et al. 2010; Pavoni et al. 2018), Twinblock (Baccetti et al. 2000b; Elfeky et al. 2018; Flores-Mir et al. 2006; Franchi et al. 2013; Giuntini et al. 2015; Hanoun et al. 2014; Jena und Duggal 2010; Jena et al. 2006; Kamal und Fida 2019; Lucchese et al. 2012; Lund und Sandler 1998; Saikoski et al. 2014; Spalj et al. 2017; Toth und McNamara, JR. 1999; Trenouth 2006, 2002; Trenouth et al. 2001; Trenouth 2000; Tsiouli et al. 2017; Tumer und Gultan 1999), Andresen-Aktivator (BaskiftKI et al. 2003; Cozza et al. 2004; Maspero et al. 2015; Pavoni et al. 2018; Spalj et al. 2017; Turkkahraman und Sayin 2006), einem Jasper-Jumper (Bassarelli et al. 2016; Kucukkeles et al. 2007; Nalbantgil et al. 2005), einer Sander-Bite-Jumping-Apparatur (Martina et al. 2013; Tepedino et al. 2019), einer Doppelvorschubplatte (Lisson et al. 2013) oder einem Fränkel-Funktionsregler (Angelieri et al. 2014; Chadwick et al. 2001; Toth und McNamara, JR. 1999). Weiterhin wurden die Therapieeffekte festsitzender Klasse-II-Mechaniken wie einem Herbst-Scharnier (Almeida et al. 2008; Almeida et al. 2005; Flores-Mir et al. 2007; Iwasaki et al. 2014; Jakobsone et al. 2013; LaHaye et al. 2006; Latkauskienė und Jakobsone 2012; Pancherz 1982, 1979; Raveli et al. 2017; Vanlaecken et al. 2006), einer MARA-Apparatur (Al-Jewair et al. 2012; Chiqueto et al. 2013; Ghislanzoni et al. 2013; Ghislanzoni et al. 2011; Pangrazio et al. 2012), einer XBow-Apparatur (Flores-Mir et al. 2009), einem Twin-Force-Bite-Corrector (Guimaraes et al. 2013) oder einer Forsus-Apparatur (Bavbek et al. 2016; Cacklatore et al. 2014; Eissa et al. 2017; Elkordy et al. 2016; Franchi et al. 2011; Giuntini et al. 2015; Hanoun et al. 2014; Heinrichs et al. 2014; Oztoprak et al. 2012) bzw. Sabbagh Universal Spring (Oztoprak et al. 2012) untersucht (Zymperdikas et al. 2016).

Outcomes Die skelettale Lagebeziehung von Oberkiefer und Unterkiefer wurde in den meisten Studien mittels kephalometrischer Messungen im Fernröntgenseitenbild (FRS) bestimmt, wobei für den Oberkiefer meist der SNA-Winkel und die vordere Oberkiefergrenze (Co-A- und Nperp-A-Abstände) und für den Unterkiefer der SNB-Winkel bzw. die Unterkieferlänge (Co-Gn bzw. Co-Pog) als Zielparameter gewählt wurden sowie für die Kieferlagebeziehung der ANB-Winkel nach Riedel und das Wits-Appraisal. Dentoalveoläre Parameter zur Bestimmung der Zahnstellung, Zahnbogenform bzw. der kaufunktionellen Okklusion waren u.a. eine sagittale Klasse-II-Okklusion im Seitenzahnggebiet (¼-1 Prämolarenbreiten) sowie der Overjet im Frontzahnbereich. Zur Beurteilung der dentofazialen Ästhetik des Weichteilprofils wurden in den meisten Studien Fotos verwendet, die das Profil des Patienten zeigen und anhand einer Likhert-Skala als angemessen oder unzureichend bewertet wurden, oder es wurde eine metrische Analyse des Weichteilprofils durchgeführt (Lippenprofil, Gesichtskonvexität etc.).

Bewertung Die skelettale Lagebeziehung zwischen Ober- und Unterkiefer kann bei Klasse-II-Patienten mittels funktionskieferorthopädischer Therapie verbessert werden, wenn sie während der pubertären Wachstumsphase durchgeführt wird (Alali 2014; Perinetti et al. 2015), indem das sagittale Wachstum des Oberkiefers gehemmt und das sagittale Wachstum des Unterkiefers gefördert wird. Skelettale Effekte bestehen hauptsächlich in einer Verlängerung bzw. Protrusion des Unterkiefers (Alali 2014; Al-Jewair et al. 2012; Almeida-Pedrin et al. 2007; Baccetti et al. 2000b; BaskiftKI et al. 2003; Bassarelli et al. 2016; Chadwick et al. 2001; Cozza et al. 2004; Elfeky et al. 2018; Elkordy et al. 2019; Elkordy et al. 2016; Faltin et al. 2003; Ghislanzoni et al. 2013; Giuntini et al. 2015; Kang et al. 2018; Marsico et al. 2011; Maspero et al. 2015; Pavoni et al. 2018; Santamaria-Villegas et al. 2017; Xiang et al. 2017), wobei eine Stabilität dieser Veränderungen über 7 Jahre nach der Behandlung beobachtet wurde (Angelieri et al. 2014). Es zeigte sich eine jährlichen Zunahme des SNB-Winkel um 1,79°/Jahr (95% KI: 0,89-2,69

mm, $P < 0,0001$) (Xiang et al. 2017) bzw. sowohl ein kurzfristiger als auch langfristiger Anstieg der Unterkieferlänge (Co-Gn) um 3,6mm (Franchi et al. 2013). Darüber hinaus kommt es auch zu einer Zunahme der Höhe des Ramus ascendens mandibulae (Almeida-Pedrin et al. 2007; BasKiftKI et al. 2003; Pavoni et al. 2018; Perinetti et al. 2015). Skelettale Veränderungen im Oberkiefer sind dagegen geringer ausgeprägt (ElKordy et al. 2019; Ghislanzoni et al. 2013; Xiang et al. 2017), was von Nucera et al. (2016) bezüglich des SNA-Winkels mit einer Abnahme von $-0,61^\circ$ pro Jahr (95% KI: $-0,69^\circ$ bis $-0,25^\circ$; $P < 0,01$; $I^2 = 81\%$) bzw. von Xiang et al. (2017) mit $-0,34^\circ$ / Jahr (95% KI: $-0,86$ bis $0,18^\circ$, $P = 0,2$) bestätigt wird. Die Korrektur der skelettalen Klasse II bei wachsenden Jugendlichen resultierte bei einer Headgear-Therapie hingegen hauptsächlich aus einer Einschränkung oder Hemmung des Oberkieferwachstums (SNA-Winkel) (Almeida-Pedrin et al. 2007; Bilbo et al. 2018; Firouz et al. 1992; LaHaye et al. 2006). Die skelettalen Behandlungseffekte von festsitzenden Klasse-II-Mechaniken unter Ausschluss der Auswirkungen eines normalen Wachstums (Stimulation des Unterkieferwachstums – SNB-Winkel $+ 0,87^\circ$ /Jahr, Hemmung des Oberkieferwachstums – SNA-Winkel $-0,83^\circ$ /Jahr) waren vorhanden, aber gering (ANB-Winkel $-1,74^\circ$ /Jahr) und wahrscheinlich von geringer klinischer Bedeutung mit voraussichtlich stärkeren Effekten auf den Oberkiefer (Abnahme SNA-Winkel) (Chiqueto et al. 2013; Flores-Mir et al. 2009; Franchi et al. 2011; Guimaraes et al. 2013; LaHaye et al. 2006), während überwiegend dentoalveoläre und Weichgewebs-Veränderungen auftraten (Almeida et al. 2005; Chiqueto et al. 2013; Zymperdikas et al. 2016). Dennoch kann mittels festsitzenden Klasse-II-Apparaturen die sagittale Lagebeziehung von Ober- und Unterkiefer in gewissem Umfang signifikant verbessert werden, v.a. durch eine Zunahme der antero-posterioren Unterkieferlänge und einer erhöhten vertikalen Höhe des Ramus mandibulae (Flores-Mir et al. 2007; Ghislanzoni et al. 2011).

Eine dentoalveoläre Korrektur der Klasse II kann neben dem durch die Verbesserung der skelettalen Lagebeziehung von Ober- und Unterkiefer erreichten Ausgleich zusätzlich mittels signifikanter Retrusion der oberen und Protrusion der unteren Schneidezähne sowie einer mesialen Bewegung der Unterkieferdentition erreicht werden, sowohl bei funktionskieferorthopädischer Therapie (Alali 2014; Angelieri et al. 2014; Baccetti et al. 2000b; BasKiftKI et al. 2003; Bassarelli et al. 2016; Chadwick et al. 2001; Cozza et al. 2004; Elfeky et al. 2018; Faltin et al. 2003; Giuntini et al. 2015; Martina et al. 2013; Pavoni et al. 2018; Perinetti et al. 2015), als auch einer Therapie mittels festsitzenden Klasse-II-Mechaniken (Al-Jewair et al. 2012; Almeida-Pedrin et al. 2007; Bavbek et al. 2016; Cacklatore et al. 2014; Eissa et al. 2017; ElKordy et al. 2019; ElKordy et al. 2016; Flores-Mir et al. 2009; Flores-Mir et al. 2007; Franchi et al. 2011; Ghislanzoni et al. 2013; Ghislanzoni et al. 2011; Giuntini et al. 2015; Guimaraes et al. 2013; Zymperdikas et al. 2016). Signifikante dentoalveoläre Effekte, d.h. eine Retrusion der oberen Schneidezähne ($-3,3$ Grad bzw. $-1,2$ mm) wurden beispielsweise von Angelieri et al. (2014) im Rahmen einer Therapie mit einem Fränkel-II-Funktionsregler berichtet, während eine Headgear-Therapie zu einer Retrusion auch der unteren Inzisiven führte (Almeida-Pedrin et al. 2007). Eine signifikante Distalisation von Molaren im Oberkiefer zur dentoalveolären Korrektur einer Klasse II kann mittels eines Headgears und anderen Distalisationsmechaniken erfolgreich durchgeführt werden (Altug-Atac und Erdem 2007; Firouz et al. 1992; Kim-Berman et al. 2019).

Bezüglich der dentofazialen Ästhetik wurden durch Korrektur der Klasse II mittels funktionskieferorthopädischer Apparaturen ebenfalls positive Effekte erreicht. Für die Oberlippe wurde von einer retralen Position von Labrale superius bzw. der Oberlippe relativ zur Esthetic Line durch eine Twinblock-Therapie berichtet ($-1,9$ mm) (Flores-Mir et al. 2006). Die Auswirkungen einer Therapie mittels Doppelvorschubplatte auf die Gesichtsweichteile zeigten sich am deutlichsten bei Veränderungen des Weichteilprofilwinkels sowie der Lippenverhältnisse in Relation zur Esthetic Line

(Lisson et al. 2013). Auch eine Therapie mittels Bionator bewirkte einen signifikant geringeren Vorsprung des Weichteil-A-Punkts und eine signifikant geringere Retrusion des Weichteilpogonions im Vergleich zur Kontrollgruppe (Malta et al. 2010). Das Weichgewebeprofil wurde durch die Bionator-Therapie langfristig günstig verändert: Das Kinn war 2,5 mm weiter ventral als bei den unbehandelten Kontrollen (Malta et al. 2010). Lange et al. (1995) beobachteten eine Abnahme der Gesichtskonvexität um 2,22° und eine Zunahme des Mentolabialwinkels um 17,4° unter Bionatortherapie. Die von einem Aktivator oder Bionator verursachten Veränderungen im Weichteilprofil können jedoch nach derzeitiger Evidenzlage nicht mit hoher Wahrscheinlichkeit prognostiziert werden (Flores-Mir und Major 2006). Für eine Therapie mittels festsitzenden Klasse-II-Mechaniken wurden ebenfalls Verbesserungen des Mentolabialwinkels (14,99°/ Jahr) und Holdaway-Winkels (-1,95° / Jahr) sowie N'SnPg'-Winkels (Abnahme der Gesichtskonvexität, +2,01°/Jahr) und eine Retrusion der Oberlippe beschrieben (Almeida et al. 2008; Zymperdikas et al. 2016).

| Statement 10: Klasse II – Regel-/Spätbehandlung – Störungen der Atmung | |
|---|----------------|
| Eine kieferorthopädische Regel-/Spätbehandlung im späten Wechselgebiss bzw. permanenten Gebiss kann bei einer Klasse-II-Anomalie im Vergleich zu einer nicht durchgeführten kieferorthopädischen Behandlung positive Auswirkungen auf Störungen der Atmung (airway space) erreichen. | Konsens |
| <i>Abstimmung: 19/0/1 (ja, nein, Enthaltung)</i> | |
| Literatur: (Bavbek et al. 2016; Entrenas et al. 2019; Iwasaki et al. 2014; Li et al. 2014; Maspero et al. 2015; Rizk et al. 2016; Ulusoy et al. 2014; Xiang et al. 2017) | |
| Evidenzgrad: 2+ | |

Einführung Störungen der Atmung basierend auf einer Einschränkung der oberen Luftwege spielen epidemiologisch eine große Rolle. Das obstruktive Schlafapnoe-Syndrom (OSAS) zählt zu den häufigsten Schlafstörungen und ist durch partielle Verlegung der oberen Atemwege während des Schlafes gekennzeichnet (Lévy et al. 2015). Durch eine Verlegung des Rachens im Schlaf, v.a. durch einen nach posterior absinkenden Unterkiefer, wird der Atemfluss beeinträchtigt. Er kann vermindert (Hypopnoe), aber auch ganz aufgehoben sein, was einem Atemstillstand (Apnoe) gleichkommt. Solche Ereignisse können sich sehr häufig pro Stunde Schlafzeit ereignen. Kardiovaskuläre Folgeerkrankungen sind neben allgemeiner Erschöpftheit und nächtlichem Schnarchen die Konsequenz dieser Atemstörungen (Lévy et al. 2015). Auch syndromale Erkrankungen wie eine Pierre-Robin-Sequenz, welche als eine extreme Form einer Klasse-II-Anomalie mit mandibulärer Mikrognathie angesehen werden kann, können eine Beeinträchtigung der Atmung durch Verlegung der oberen Luftwege bedingen (Giudice et al. 2018). Durch die Rückverlagerung der Zunge (Glossoptose) und des mikrognathen Unterkiefers liegt häufig ein obstruktives Schlaf-Apnoe-Syndrom vor. Dadurch können schon kurz nach der Geburt Erstickungsanfälle mit lebensbedrohlicher Atemwegsverlegung mit Sauerstoffmangel auftreten (Giudice et al. 2018). Durch eine Vorverlagerung der Zunge mittels

Tübinger Gaumenplatte mit integriertem Sporn wird die Zunge nach vorn verlagert. Dadurch wird die Ventilation verbessert und das Unterkieferwachstum angeregt (Bodman et al. 2003).

Studientypen Für die Fragestellung, ob eine kieferorthopädische Regel- bzw. Spätbehandlung im späten Wechselgebiss bzw. permanenten Gebiss bei einer Klasse-II-Anomalie positive Auswirkungen auf Störungen der Atmung (airway space) haben kann, wurden ein systematisches Review mit Meta-Analyse (Qualität ++, LoE 2+) (Xiang et al. 2017), basierend auf 3 prospektiven und 4 retrospektiven nicht-randomisierten kontrollierten klinischen Studien (N=314), sowie sieben Kohortenstudien (Qualität +, LoE 2+) aufgefunden, welche entsprechend ausgewertet wurden.

Population In den verschiedenen Studien wurden Patienten im späten Wechselgebiss bzw. permanenten Gebiss mit einer Klasse II unterschiedlichen Schweregrades - Overjet ≥ 7 mm (Li et al. 2014) bzw. 5mm (Bavbek et al. 2016; Ulusoy et al. 2014), ANB $\geq 4^\circ$ (Bavbek et al. 2016; Li et al. 2014) bzw. $4,5^\circ$ (Rizk et al. 2016) oder 5° (Ulusoy et al. 2014) - im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrollgruppe mit vergleichbarem Therapiebedarf jeweils mit einer entsprechend indizierten kieferorthopädischen Therapieform zur Korrektur der Klasse II behandelt.

Intervention Zu den untersuchten Therapieformen zählten eine funktionskieferorthopädische Therapie (Xiang et al. 2017), u.a. mittels Twinblock (Entrenas et al. 2019; Li et al. 2014) oder Andresen-Aktivator (Maspero et al. 2015; Ulusoy et al. 2014) bzw. eine Therapie mittels festsitzenden Klasse-II-Mechaniken wie einem Herbst-Scharnier (Iwasaki et al. 2014), einer Forsus-Apparatur (Bavbek et al. 2016) oder einer MARA-Apparatur (Rizk et al. 2016).

Outcomes Um die Größe des nasopharyngealen und oropharyngealen Luftraumes zu quantifizieren, wurden überwiegend dreidimensionale Volumina (digitale Volumetomografie DVT) oder zweidimensionale Messtrecken im Pharynxbereich (FRS) zur Quantifizierung der unteren als auch der oberen Atemwegsgröße herangezogen.

Bewertung Eine funktionskieferorthopädische Therapie hatte positive Auswirkungen auf die oberen Atemwege, insbesondere auf die oropharyngealen Dimensionen bei wachsenden Patienten mit skelettaler Klasse II (Li et al. 2014; Xiang et al. 2017), v.a. bei Patienten mit Unterkieferrücklage (Ulusoy et al. 2014). Die Therapie bewirkt die Vorwärtspositionierung des Unterkiefers und Zungenbeins und adaptive Veränderungen des weichen Gaumens, wodurch die Atemwegsdimensionen vergrößert werden, was dazu beitragen kann, den Atemwegswiderstand und das potenzielle Risiko von obstruktiver Schlafapnoe in Zukunft zu verringern (Bavbek et al. 2016; Li et al. 2014; Maspero et al. 2015; Rizk et al. 2016; Xiang et al. 2017). Unbehandelte Kontrollen zeigten eine Tendenz zu einer Verkleinerung des Naso- und Oropharynx, während unter Therapie eine signifikante Vergrößerung des Naso- und Oropharynx beobachtet wurde (Bavbek et al. 2016; Entrenas et al. 2019). Zudem verbesserte sich die Länge des weichen Gaumens nach der Korrektur der Unterkieferrücklage (Maspero et al. 2015). Auch eine Herbst-Behandlung bzw. Therapie mittels festsitzenden Klasse-II-Mechaniken vergrößerte das Volumen und die Tiefe der oropharyngealen und laryngopharyngealen Atemwege und vergrößerte die Breite der oropharyngealen Atemwege (Bavbek et al. 2016; Iwasaki et al. 2014; Rizk et al. 2016). Diese Daten legen nahe, dass zusätzlich zu polysomnographischen Kontrolluntersuchungen eine kieferorthopädische Behandlung für Patienten mit obstruktiver Schlafapnoe / Hypopnoe in Betracht gezogen werden kann (Maspero et al. 2015). Derzeit fehlen jedoch funktionelle Studien (z.B. polysomnographische Studien im Schlaflabor), um die direkte Wirksamkeit einer Klasse-II-Therapie auf die Ventilation zu zeigen.

6.3 Schlüsselfrage 2 – Kieferorthopädische Früh- vs. Regel-/Spätbehandlung

| Empfehlung 11: Idealer Behandlungszeitpunkt der Klasse-II-Anomalie | | |
|--|-------------------------------|-----------------|
| <p>Die Therapie einer ausgeprägten skelettalen bzw. dentalen Klasse-II-Anomalie <u>kann</u> frühzeitig begonnen werden, v.a. um das Risiko für ein dentales Frontzahntrauma zu reduzieren bzw. wenn patientenindividuelle Faktoren dies sinnvoll erscheinen lassen.</p> <p>Bei einer moderaten Klasse-II-Anomalie <u>kann</u> eine Therapie im späten Wechselgebiss bevorzugt vor bzw. während dem pubertären Wachstumsgipfel erfolgen, da zu diesem Zeitpunkt die zu erwartenden skelettalen Therapieeffekte maximal sind.</p> <p>Bei Behandlungen jenseits des Wachstumsschubes scheinen zunehmend dentoalveoläre Therapieeffekte die Behandlung zu dominieren, die in individuellen Fällen auch erwünscht sein können.</p> <p><i>Abstimmung: 20/0/0 (ja, nein, Enthaltung)</i></p> | <p>starker Konsens</p> | <p>0</p> |
| <p>Literatur: (Baccetti et al. 2000b; Batista et al. 2018; Franchi et al. 2013; Ghislanzoni et al. 2013; Julku et al. 2018; Oh et al. 2017; Pavoni et al. 2018; Pontes et al. 2017; Ruf und Pancherz 1999; Sepanian und Sonnesen 2018; Servello et al. 2015; Thiruvengkatachari et al. 2015; Thiruvengkatachari et al. 2013; Tulloch et al. 2004; Wieslander 1975)</p> | | |
| <p>Evidenzgrad: 1++</p> | | |

Einführung Der ideale Behandlungszeitpunkt wird bei Klasse-II-Anomalien kontrovers diskutiert, vor allem bezüglich der Effizienz, der Belastung und dem Behandlungsaufwand einer Früh-, Regel- bzw. Spätbehandlung im Vergleich. Der Behandlungsbeginn kann prinzipiell entweder im Milch- bzw. frühen Wechselgebiss (Frühbehandlung), im späten Wechselgebiss (Regelbehandlung) oder erst mit der permanenten Dentition (Spätbehandlung) stattfinden. Der frühe Therapiebeginn im Milch-/ frühen Wechselgebiss kann dabei als alleinige Therapie oder als Teil einer zweiphasigen Therapiestrategie erfolgen, während bei einem regulären bzw. späten Therapiebeginn eine Einphasentherapie die Regel ist.

Studientypen Für die Fragestellung, ob ein frühzeitiger kieferorthopädischer Therapiebeginn bei einer Klasse-II-Anomalie Vorteile gegenüber einem späteren Therapiebeginn hat bzw. haben kann, wurde eine kontinuierlich aktualisierte Serie von Cochrane-Reviews aufgefunden (Qualität ++, LoE 1+), in der aktuellsten Version basierend auf 10 randomisiert-kontrollierten klinischen Studien (N=915) (Batista et al. 2018; Thiruvengkatachari et al. 2015; Thiruvengkatachari et al. 2013). Darüber hinaus konnten 2 randomisiert-kontrollierte klinische Studien (RCTs) (Qualität ++, LoE 1++) und 11 Kohortenstudien identifiziert werden (Qualität ++/+, LoE 2++/2+), welche entsprechend ausgewertet wurden.

Population In den verschiedenen Studien wurden Patienten mit Klasse-II-Anomalie (skelettal/dental) unterschiedlichen Schweregrades - Overjet ≥ 4 mm (Ghislanzoni et al. 2013), 5 mm (Franchi et al. 2013);

Pavoni et al. 2018), 6 mm (Julku et al. 2018) bzw. 7 mm (Tulloch et al. 2004) bzw. Klasse II >1/2 Prämolarenbreite (Pontes et al. 2017; Sepanian und Sonnesen 2018; Servello et al. 2015) oder ANB $\geq 6^\circ$ (Wieslander 1975) bzw. 4° (Pavoni et al. 2018) - im Milch- bzw. frühen Wechselgebiss im Vergleich zu Patienten im späten Wechselgebiss bzw. diese im Vergleich zu Patienten im permanenten Gebiss jeweils mit einer entsprechend indizierten kieferorthopädischen Therapieform behandelt.

Intervention Zu den untersuchten Therapieformen zählten eine Therapie mit Headgear (Batista et al. 2018; Julku et al. 2018; Thiruvengkatachari et al. 2015; Thiruvengkatachari et al. 2013; Tulloch et al. 2004; Wieslander 1975) zur Wachstumshemmung des Oberkiefers bzw. Distalisation der maxillären ersten Molaren sowie eine Therapie mit einer herausnehmbaren funktionskieferorthopädischen Apparatur (Batista et al. 2018; Pontes et al. 2017; Thiruvengkatachari et al. 2015; Thiruvengkatachari et al. 2013), u.a. einem Bionator (Pavoni et al. 2018; Tulloch et al. 2004), Twinblock (Baccetti et al. 2000b; Franchi et al. 2013) oder einem Andresen-Aktivator (Pavoni et al. 2018), z.T. gefolgt von einer festsitzenden kieferorthopädischen Therapie im Rahmen einer Zwei-Phasen-Behandlung (Sepanian und Sonnesen 2018). Weiterhin wurden die Therapieeffekte festsitzender Klasse-II-Mechaniken wie einem Herbst-Scharnier (Ruf und Pancherz 1999), einer MARA-Apparatur (Ghislanzoni et al. 2013) oder einer Forsus-Apparatur (Servello et al. 2015) untersucht.

Outcomes Die skelettale Lagebeziehung von Oberkiefer und Unterkiefer wurde in den meisten Studien mittels kephalometrischer Messungen im Fernröntgenseitenbild (FRS) bestimmt, wobei für den Oberkiefer meist der SNA-Winkel und die vordere Oberkiefergrenze (Co-A- und Nperp-A-Abstände) und für den Unterkiefer der SNB-Winkel bzw. die Unterkieferlänge (Co-Gn bzw. Co-Pog) als Zielparameter gewählt wurden sowie für die Kieferlagebeziehung der ANB-Winkel nach Riedel und das Wits-Appraisal. Dentoalveoläre Parameter zur Bestimmung der Zahnstellung, Zahnbogenform bzw. der kaufunktionellen Okklusion waren u.a. eine sagittale Klasse-II-Okklusion im Seitenzahngebiet ($\frac{1}{4}$ -1 Prämolarenbreiten) sowie der Overjet im Frontzahnbereich. Das Ausmaß der sagittalen Frontzahnstufe (Overjet) wurde meist mittels einer Schiebelehre quantitativ bestimmt und mit der Inzidenz eines dentalen Frontzahntraumas in Relation gesetzt. Als dentales Trauma wurden Verletzungen des harten Zahngewebes und (Sub)Luxationen von Zähnen gewertet.

Bewertung Die kontinuierlich aktualisierte Serie von Cochrane-Reviews zur Behandlung von Klasse-II-Anomalien mit proklinierten oberen Frontzähnen bestätigt durchgehend und auch in der aktuellen Version die Vorteile einer frühen kieferorthopädischen Behandlung zur Reduktion des Risikos für Frontzahntraumata (Batista et al. 2018; Thiruvengkatachari et al. 2015; Thiruvengkatachari et al. 2013), v.a. bei einer ausgeprägten Klasse-II-Anomalie bzw. Frontzahnstufe. In diesen Reviews wurde gezeigt, dass eine frühe Behandlung die Inzidenz von Schneidezahntraumata reduzierte. Dies trifft sowohl für eine Therapie mit herausnehmbaren Apparaturen (OR: 0,56, 95% KI: 0,33 bis 0,95; 332 Teilnehmer) als auch für eine Therapie mit einem Headgear zu (OR: 0,45, 95% KI: 0,25 bis 0,80; 237 Teilnehmer). Der Unterschied in der Inzidenz von Schneidezahntraumata war nach der frühen Behandlung mit herausnehmbaren Apparaturen klinisch relevant: 30% (51/171) der Teilnehmer in der späten Behandlungsgruppe erlitten ein neues Trauma, im Vergleich zu lediglich 19% (31/161) der Teilnehmer, die eine frühe Behandlung erhalten hatten. Nach der initialen Behandlung mit einem Headgear war die Inzidenz neuer Schneidezahntraumata (24/117) im Vergleich zur späten Behandlungsgruppe (44/120) nur halb so hoch. Bei einem Vergleich der Ein- und Zwei-Phasen-Therapie scheint die umfangreichere Zwei-Phasen-Behandlung mit frühzeitigem Therapiebeginn zur Korrektur einer stark vergrößerten sagittalen Frontzahnstufe v.a. durch die Reduktion des Frontzahntrauma-Risikos der

späteren Ein-Phasen-Therapie mit Therapiebeginn im späten Wechselgebiss überlegen zu sein. Auch für eine Headgear-Therapie scheint ein frühzeitiger Therapiebeginn günstig zu sein. Die RCT von Julku et al. (2018) zeigt, dass der Headgear ein effektives kieferorthopädisches Behandlungsgerät zur skelettalen Korrektur der Klasse-II-Anomalie ist und dass die stärksten signifikanten skelettalen Effekte in der Frühbehandlungs-Gruppe bei Jungen festgestellt werden konnten. Auch Wieslander (1975) konnte für eine Headgear-Therapie (mit Zervikalzug) im frühen Wechselgebiss ein günstigeres Ergebnis feststellen. Während dieses Zeitraums wurden ein größeres Wachstum und eine ausgeprägte Verringerung des ANB-Winkels verzeichnet. Die Wirkung der Behandlung auf den Oberkiefer, die sich in einer posterioren Bewegung der Molaren und der pterygomaxillären Fissur zeigte, war bei einer frühen Behandlung deutlicher ausgeprägt. Trotz des hohen allgemeinen Evidenzniveaus ist basierend auf den verfügbaren Studien die Überlegenheit einer Frühbehandlung jedoch nicht mit Sicherheit für alle Therapieformen und –spezifitäten und Schweregrade der vorliegenden Anomalie verallgemeinerbar, weshalb zum derzeitigen Zeitpunkt lediglich eine „kann“-Empfehlung ausgesprochen wird.

Der optimale Behandlungszeitpunkt der Klasse II scheint bei einer moderaten Klasse-II-Anomalie während oder kurz nach dem Einsetzen des pubertären Peaks bezüglich des Wachstums zu liegen (Baccetti et al. 2000b), der bei Mädchen mit ca. 12 Jahren, bei Jungen mit ca. 14 Jahren erreicht wird (Kirschneck und Proff 2018). Die wichtigsten günstigen Wirkungen, die zu diesem Zeitpunkt durch eine funktionskieferorthopädische Therapie im Vergleich zu früheren Phasen hervorgerufen werden, sind ein größerer skelettaler Beitrag zur Korrektur der sagittalen Molarenrelation, v.a. bezüglich einer größeren und klinisch signifikanten Zunahme der Unterkieferlänge und der Ramushöhe des Unterkiefers mit Protrusion des Kinns (Pavoni et al. 2018) sowie eine stärker posteriore Richtung des Kondylenwachstums - ein biologischer Mechanismus, welcher die zusätzliche Verlängerung des Unterkiefers erwirkt und die Verlagerung der Kondylen nach anterior zugunsten eines effektiven Wachstums und einer Umformung des Unterkiefers verringert (Baccetti et al. 2000b). Auch Franchi et al. (2013) konnten zeigen, dass ein Therapiebeginn zum Zeitpunkt des pubertären Wachstumspeaks mit einer signifikant stärkeren Zunahme der Unterkieferlänge assoziiert war als ein Therapiebeginn nach dem pubertären Wachstumspeak. Der skelettale Beitrag zur Overjet-Korrektur (54%) und zur Korrektur der sagittalen Molarenbeziehung (67%) ist in diesem Zeitraum vorherrschend (Baccetti et al. 2000b). Im Langzeitintervall war eine signifikant höhere Zunahme der Gesamtlänge des Unterkiefers (Co-Gn +5,5 mm) sowie eine signifikant höhere Zunahme der Kinnprominenz (Pg bis Nperp +3,1 mm) zu beobachten (Pavoni et al. 2018). Wenn die Behandlung vor der Pubertät durchgeführt wurde, beschränkte sich die Korrektur der Klasse II hauptsächlich auf das dentoalveoläre Niveau, wobei sowohl der Overjet- als auch die sagittale Molarenbeziehung signifikant verbessert werden (Pavoni et al. 2018). Die Schneidezähne des Unterkiefers werden durch die Behandlung signifikant protrudiert, während die Position der oberen Schneidezähne nicht signifikant beeinflusst wird (Baccetti et al. 2000b). Dentoalveoläre Veränderungen sind dabei hauptsächlich auf die mesiale Bewegung der Unterkiefermolaren zurückzuführen (Baccetti et al. 2000b). Eine frühe Behandlung der Klasse II im Rahmen einer Zwei-Phasen-Therapie, d.h. ein Therapiebeginn vor dem pubertären Wachstumspeak, hatte nach den Ergebnissen von Tulloch et al. (2004) und Oh et al. (2017) bei Patienten mit moderater Klasse-II-Anomalie nur geringe Auswirkungen auf die Behandlungsergebnisse einer nachfolgenden festsitzenden kieferorthopädischen Therapie, gemessen am Grad der skelettalen Veränderungen, Einordnung und Okklusion der Zähne oder Länge und Komplexität der Behandlung. Die Unterschiede zwischen den behandelten Kindern und der unbehandelten Kontrollgruppe durch die Phase-1-Behandlung vor der Adoleszenz verschwanden, als beide Gruppen während der Adoleszenz eine

umfassende Behandlung mit festsitzenden Apparaturen erhielten. Bezüglich der skelettalen und dentalen Parameter und dem Weichgewebsprofil zeigten sich meist keine signifikanten Unterschiede zwischen einer Therapie im frühen bzw. späten Wechselgebiss (Pontes et al. 2017).

Signifikant geringere Therapieeffekte für skelettale und Weichgewebsparameter waren bei einer Spätbehandlung im permanenten Gebiss zu verzeichnen (Pontes et al. 2017). Auch bezüglich einer Therapie mit festsitzenden Klasse-II-Mechaniken zeigten Jugendliche unter Herbst-Therapie eine größere Zunahme der Unterkieferlänge (Mittelwert = +2,5 mm, $P < 0,001$) und eine größere Entwicklung der Unterkieferbasis (Mittelwert = +2,0 mm, $P < 0,01$) als junge Erwachsene (Ruf und Pancherz 1999), d.h. stärkere skelettale Effekte traten bei einer Therapie während des pubertären Wachstumspicks auf als bei einer Therapie danach, bei der stärkere dentoalveoläre Effekte, d.h. eine stärkere anteriore Bewegung der Unterkiefermolaren (Mittelwert = +1,3 mm, $P < 0,01$) (Ruf und Pancherz 1999), zu verzeichnen waren. Auch die während des pubertären Wachstumsgipfels eingeleitete Behandlung mit einer Forsus-Apparatur führte zu einer effektiveren und effizienteren Korrektur der Klasse II im Molarenbereich als bei der Einleitung nach dem pubertären Wachstumsgipfel (Servello et al. 2015). Der mittlere Prozentsatz der skelettalen Korrektur in der Peakgruppe betrug 43%, verglichen mit 25% in der Postpeak-Gruppe (Servello et al. 2015). Auch der optimale Behandlungszeitpunkt für die MARA-Therapie ist das pubertäre Wachstumsmaximum (Ghislanzoni et al. 2013). Die Zunahme der Unterkieferlänge war hier am größten und zeigte signifikante Effekte (Ghislanzoni et al. 2013). Die dentoalveolären Nebenwirkungen (Protrusion der Unterkiefer-Front; Mesialisation und Extrusion der Unterkiefer-Molaren; Verringerung des Overbites) waren zum Zeitpunkt des pubertären Wachstumsmaximum minimal. Zu den beiden anderen Zeitpunkten (davor und danach) zeigten sich signifikante dentoalveoläre Kompensationen (Ghislanzoni et al. 2013). Zudem scheint eine einphasige festsitzende kieferorthopädische Therapie im permanenten Gebiss, d.h. bei spätem Therapiebeginn, zu signifikant mehr kieferorthopädisch induzierten Zahnwurzelresorptionen an den unteren mittleren Schneidezähnen im Vergleich zu einer zweiphasigen Therapie mit Behandlungsbeginn im späten Wechselgebiss zu führen (31,0% gegenüber 7,7%, $P = 0,025$) (Sepanian und Sonnesen 2018). Das Gleiche galt auch für die unteren seitlichen Schneidezähne (26,2% gegenüber 8,0%), aber der Unterschied war nicht signifikant ($P = 0,069$). Bei einer moderaten Klasse-II-Anomalie scheint also ein frühzeitiger Therapiebeginn weit vor dem pubertärem Wachstumsgipfel im Rahmen einer Frühbehandlung keine eindeutigen Vorteile mit Ausnahme einer möglichen Reduktion des Frontzahntraumarisikos zu bieten, aber ein später Therapiebeginn nach dem pubertären Wachstumsgipfel deutliche Nachteile im Sinne geringerer skelettaler Effekte und eines höheren Risikos für Nebenwirkungen (Zahnwurzelresorptionen) mit sich zu bringen. Da die vorliegende Evidenz jedoch nicht mit Sicherheit für alle Therapieformen und –spezifitäten und Schweregrade der vorliegenden Anomalie verallgemeinerbar ist, wird zum derzeitigen Zeitpunkt lediglich eine „kann“-Empfehlung ausgesprochen.

7 Kieferorthopädische Therapie von Klasse-III-Anomalien

7.1 Schlüsselfrage 3 – Kieferorthopädische Frühbehandlung

| Statement 12: Klasse III – Frühbehandlung – skelettale, dentoalveoläre und ästhetische Verbesserungen | |
|---|-----------------------|
| <p>Eine kieferorthopädische Frühbehandlung im Milch- bzw. frühen Wechselgebiss führt – je nach beabsichtigter Therapie – bei einer Klasse-III-Anomalie im Vergleich zu einer nicht durchgeführten kieferorthopädischen Behandlung zu</p> <ol style="list-style-type: none">(1) einer Verbesserung im Hinblick auf die skelettale Lagebeziehung von Oberkiefer und Unterkiefer (LoE 1++, 1+, 2++, 2+),(2) zu dentoalveolären Verbesserungen bezüglich der Zahnstellung, Zahnbogenform bzw. der kaufunktionellen Okklusion (LoE 1++, 1+, 2++, 2+),(3) Verbesserungen der dentofazialen Ästhetik bzw. des Weichteilprofils (LoE 1+, 2+). <p>Darüber hinaus gibt es Hinweise, dass die maxilläre Protraktion die oberen Luftwege vergrößert (LoE 2+).</p> <p>Insgesamt scheint eine (interzeptive) kieferorthopädische Therapie, ggf. unterstützt durch eine skelettale Verankerung, in diesem Entwicklungsabschnitt besonders wirksam für die Korrektur einer skelettalen Klasse III zu sein.</p> <p><i>Abstimmung: 18/1/0 (ja, nein, Enthaltung)</i></p> | <p>Konsens</p> |
| <p>Literatur: (Abu Alhajja und Richardson 1999; Alarcon et al. 2011; Al-Khalifa et al. 2017; Allen et al. 1993; Baccetti et al. 2011; Baccetti et al. 2000a, 1999; Baccetti et al. 1998; Baik et al. 2004; Barrett et al. 2010; Chatzoudi et al. 2014; Cordasco et al. 2014; Cozza et al. 2010; Danaei et al. 2018; Deguchi und McNamara, JR. 1999; Dogan 2012; Dorri 2015; Falck und Zimmermann-Menzel 2008; Franchi et al. 2004, 1998; Garattini et al. 1998; Goyenc und Ersoy 2004; Kajiyama et al. 2004, 2000; Levin et al. 2008; Liu et al. 2011; Macdonald et al. 1999; Mandall et al. 2016; Mandall et al. 2012; Mandall et al. 2010; Martina et al. 2019; Masucci et al. 2014; Merwin et al. 1997; Minase et al. 2019; Ngan et al. 1998; Nienkemper et al. 2015; Pavoni et al. 2019; Perillo et al. 2016; Pithon et al. 2016; Ren et al. 2019; Rodríguez de Guzmán-Barrera et al. 2017; Rongo et al. 2017; Seehra et al. 2012; Tindlund und Rygh 1993; Toffol et al. 2008; Tollaro et al. 1996; Tränkmann et al. 2001; Watkinson et al. 2013; Wendl et al. 2017; Westwood et al. 2003; Woon und Thiruvencatachari 2017; Yagci und Uysal 2010; Yang et al. 2014; Zhang et al. 2018; Zhao et al. 2015)</p> | |
| <p>Evidenzgrad: 1++</p> | |

Einführung Die kieferorthopädische Frühbehandlung der Klasse III umfasst zeitlich begrenzte Behandlungsmaßnahmen im Milch- und frühen Wechselgebiss (einschließlich der Ruhephase des Wechselgebisses), d.h. vor dem 10. Lebensjahr, welche vor allem eine Wachstumsförderung des Oberkiefers bzw. Wachstumshemmung des Unterkiefers sowie Normalisierung der Funktion des orofazialen Systems zum Ziel haben (Harzer 2021). Hierzu kommen meist herausnehmbare intra- und extraorale funktionskieferorthopädische bzw. orthopädische Apparaturen (z.B. Delaire- bzw. Protraktions-Gesichtsmaske, Kopf-Kinn-Kappe) zum Einsatz, aber auch nicht-apparative Verfahren (Myotherapie, Logopädie) (Diedrich und Berg 2000). Es soll ein frühzeitiger Ausgleich der Anomalie erreicht bzw. deren Ausprägung verringert und eine progrediente Entwicklung der Klasse-III-Anomalie verhindert werden, die sich bei Nichtbehandlung verschlimmern würde (Schopf 2008). Darüber hinaus sollen Habits bzw. orofaziale Dysfunktionen als ätiologischer Faktor von Klasse-III-Anomalien mit psychologischer Unterstützung (durch aufklärende Gespräche, Verstärkungsmethoden etc.) abgewöhnt und eine normale Gebissentwicklung gefördert werden (Schopf 2008). Auf eine kieferorthopädische Frühbehandlung kann im späten Wechselgebiss eine Regelbehandlung bei weiterem Therapiebedarf folgen. Bei der Indikationsstellung einer kieferorthopädischen Frühbehandlung müssen weitere Faktoren wie Länge der Gesamtbehandlung, Effizienz der Behandlung, Ausmaß der Anomalie und patientenindividuelle Faktoren berücksichtigt werden.

Studientypen Für die Fragestellung, ob eine kieferorthopädische Frühbehandlung im Milch- bzw. frühen Wechselgebiss bei einer Klasse-III-Anomalie zu einer Verbesserung im Hinblick auf die skelettale Lagebeziehung von Oberkiefer und Unterkiefer, zu dentoalveolären Verbesserungen bezüglich der Zahnstellung, Zahnbogenform bzw. der kaufunktionellen Okklusion, zu Verbesserungen der dentofazialen Ästhetik bzw. des Weichteilprofils sowie zu Verbesserungen des nasopharyngealen und oropharyngealen Luftraumes führt bzw. führen kann, wurde ein Cochrane-Review aufgefunden (Qualität +++, LoE 1++), basierend auf 7 randomisiert-kontrollierten klinischen Studien (RCTs) (Dorri 2015; Watkinson et al. 2013), sowie acht systematische Reviews z.T. mit Meta-Analyse, jeweils basierend auf einer prospektiven kontrollierten Studie und 8 Fall-Kontroll-Studien (N=226) (Qualität +++, LoE 2++) (Rodríguez de Guzmán-Barrera et al. 2017), 4 prospektiven kontrollierten Studien und einer retrospektiven Beobachtungsstudie (N=184) (Qualität ++, LoE 2+) (Chatzoudi et al. 2014), auf 3 RCTs (N=155) (Qualität ++, LoE 1+) (Cordasco et al. 2014), auf 4 kontrollierten Kohortenstudien (N=179) (Qualität ++, LoE 2+) (Liu et al. 2011), auf 9 RCTs und 6 kontrollierten Studien (Qualität ++, LoE 1+) (Woon und Thiruvengatachari 2017), auf 7 kontrollierten Studien (Qualität ++, LoE 2+) (Yang et al. 2014), auf 5 RCTs, 6 prospektiven und 5 retrospektiven kontrollierten Studien (Qualität ++, LoE 1+) (Rongo et al. 2017), auf einer RCT und 18 kontrollierten Kohortenstudien (Qualität ++, LoE 2+) (Toffol et al. 2008) bzw. auf 5 kontrollierten Kohortenstudien (Qualität ++, LoE 2+) (Pithon et al. 2016). Weiterhin konnten vier RCTs (Qualität ++, LoE 1++) (Mandall et al. 2016; Mandall et al. 2012; Mandall et al. 2010; Minase et al. 2019) sowie 40 Kohorten- bzw. Fall-Kontroll-Studien (Qualität ++/+, LoE 2++/2+) identifiziert werden, welche entsprechend ausgewertet wurden.

Population In den verschiedenen Studien wurden Patienten im Milch- bzw. frühen Wechselgebiss mit Klasse-III-Anomalie (skelettal/dental) unterschiedlichen Schweregrades – Wits-Appraisal ≤ 0 mm (Zhao et al. 2015), -1 mm (Baccetti et al. 2011; Wendl et al. 2017), $-1,5$ mm (Franchi et al. 2004; Westwood et al. 2003) bzw. <-2 mm (Alarcon et al. 2011; Nienkemper et al. 2015; Pavoni et al. 2019), ANB $<0^\circ$ (Alarcon et al. 2011; Yagci und Uysal 2010) oder 1° (Danaei et al. 2018), Overjet <0 mm (Allen et al. 1993; Baccetti et al. 2000a; Baccetti et al. 1998; Franchi et al. 2004, 1998; Wendl et al. 2017) - im

Vergleich zu einer unbehandelten Kontrollgruppe mit vergleichbarem Therapiebedarf jeweils mit einer entsprechend indizierten kieferorthopädischen Therapieform behandelt.

Intervention Zu den untersuchten Therapieformen zählten eine Therapie mit einer (Protraktions-)Gesichtsmaske für den Oberkiefer (Cordasco et al. 2014; Danaei et al. 2018; Dogan 2012; Dorri 2015; Pavoni et al. 2019; Rongo et al. 2017; Seehra et al. 2012; Tindlund und Rygh 1993; Toffol et al. 2008; Watkinson et al. 2013; Woon und Thiruvengatchari 2017; Yagci und Uysal 2010; Zhang et al. 2018) sowie zusätzlich mit forcierter Gaumennahterweiterung im Oberkiefer (Baccetti et al. 2000a, 1999; Baccetti et al. 1998; Cordasco et al. 2014; Franchi et al. 1998; Macdonald et al. 1999; Mandall et al. 2016; Mandall et al. 2012; Mandall et al. 2010; Minase et al. 2019; Ngan et al. 1998; Pavoni et al. 2019; Perillo et al. 2016; Westwood et al. 2003; Yagci und Uysal 2010), skelettal-dental (Hybrid-Hyrax) (Nienkemper et al. 2015), bzw. rein skelettal verankert (Baccetti et al. 2011), eine Therapie mit Kopf-Kinn-Kappe (Abu Alhaija und Richardson 1999; Alarcon et al. 2011; Al-Khalifa et al. 2017; Allen et al. 1993; Barrett et al. 2010; Chatzoudi et al. 2014; Deguchi und McNamara, JR. 1999; Liu et al. 2011; Rongo et al. 2017; Toffol et al. 2008; Wendl et al. 2017), einer magnetischen orthopädischen Apparatur (MOA-III) (Zhao et al. 2015), einem Reverse-Headgear (Goyenc und Ersoy 2004; Merwin et al. 1997) bzw. maxillären Protraktionsbogen (Kajiyama et al. 2004, 2000), einer Pushing-Splints-3-Apparatur (Martina et al. 2019) sowie einer funktionskieferorthopädischen Therapie (Tollaro et al. 1996), z.B. mittels Fränkel-III-Funktionsregler (Baik et al. 2004; Falck und Zimmermann-Menzel 2008; Toffol et al. 2008; Yang et al. 2014), Umkehr-Bionator (Garattini et al. 1998) oder Reverse-Twinblock (Minase et al. 2019; Seehra et al. 2012) z.T. in Kombination mit einer Gesichtsmaske (Cozza et al. 2010), eine herausnehmbare Therapie (Tränkmann et al. 2001) sowie eine Klasse-III-Therapie mittels skelettaler Verankerung (Miniplatten, Minischrauben) (Ren et al. 2019; Rodríguez de Guzmán-Barrera et al. 2017).

Outcomes Die skelettale Lagebeziehung von Oberkiefer und Unterkiefer wurde in den meisten Studien mittels kephalometrischer Messungen im Fernröntgenseitenbild (FRS) bestimmt, wobei für den Oberkiefer meist der SNA-Winkel und die vordere Oberkiefergrenze (Co-A- und Nperp-A-Abstände) und für den Unterkiefer der SNB-Winkel bzw. die Unterkieferlänge (Co-Gn bzw. Co-Pog) als Zielparameter gewählt wurden sowie für die Kieferlagebeziehung der ANB-Winkel nach Riedel und das Wits-Appraisal. Dentoalveoläre Parameter zur Bestimmung der Zahnstellung, Zahnbogenform bzw. der kaufunktionellen Okklusion waren u.a. eine sagittale Klasse-III-Okklusion im Seitenzahngebiet ($\frac{1}{4}$ -1 Prämolarenbreiten) sowie der Overjet im Frontzahnbereich. Zur Beurteilung der dentofazialen Ästhetik des Weichteilprofils wurden in den meisten Studien Fotos verwendet, die das Profil des Patienten zeigen und anhand einer Likhert-Skala als angemessen oder unzureichend bewertet wurden, oder es wurde eine metrische Analyse des Weichteilprofils durchgeführt (Lippenprofil, Gesichtskonvexität etc.). Um die Größe des nasopharyngealen und oropharyngealen Luftraumes zu quantifizieren, wurden überwiegend dreidimensionale Volumina (digitale Volumentomografie DVT) oder zweidimensionale Messtrecken im Pharynxbereich (FRS) zur Quantifizierung der unteren als auch der oberen Atemwegsgröße herangezogen.

Bewertung Die skelettale Lagebeziehung zwischen Ober- und Unterkiefer kann bei Klasse-III-Patienten durch eine frühzeitige Therapie mittels Gesichtsmaske (ohne und mit forcierter Gaumennahterweiterung) verbessert werden, wie ein Cochrane-Review zeigt (Verbesserung des ANB-Winkels; 1 Jahr: mittlere Differenz: 3,93°, 95% KI: 3,46- 4,39, P < 0,00001; 3 Jahre: mittlere Differenz: 1,4°, 95% KI: 0,43- 2,37, P < 0,00001) (Dorri 2015; Watkinson et al. 2013), Durch die Gesichtsmaske oder Apparaturen wie eine MOA-III, einen Reverse-Headgear oder einen maxillären Protraktionsbogen hervorgerufene skelettale Veränderungen sind v.a. eine Anteriorverlagerung des Oberkiefers und eine

signifikant nach kranial-anterior gerichtete Wachstumsrichtung des Unterkieferkondylus (was zu einer kleineren Gesamtlänge des Unterkiefers führt), daneben eine Posteriorverlagerung des Unterkiefers, eine Rotation der Unterkieferebene im Uhrzeigersinn und eine Rotation der Oberkieferebene gegen den Uhrzeigersinn (Baccetti et al. 2011; Baccetti et al. 2000a, 1999; Baccetti et al. 1998; Cordasco et al. 2014; Cozza et al. 2010; Dogan 2012; Franchi et al. 2004, 1998; Goyenc und Ersoy 2004; Kajiyama et al. 2004, 2000; Macdonald et al. 1999; Mandall et al. 2010; Martina et al. 2019; Merwin et al. 1997; Minase et al. 2019; Ngan et al. 1998; Perillo et al. 2016; Rongo et al. 2017; Seehra et al. 2012; Tindlund und Rygh 1993; Toffol et al. 2008; Tränkmann et al. 2001; Westwood et al. 2003; Woon und Thiruvengkatachari 2017; Yagci und Uysal 2010; Zhang et al. 2018; Zhao et al. 2015). Die günstige Wirkung einer frühen Protraktions-Gesichtsmaskenbehandlung der Klasse III bei Patienten unter 10 Jahren bestätigt sich im 3-Jahres-Follow-up (Mandall et al. 2012) und 6-Jahres-Follow-Up (Mandall et al. 2016). Aufgrund der zu erwartenden Rotation des Unterkiefers im Uhrzeigersinn (Rongo et al. 2017) sollte eine frühzeitige orthopädische Behandlung von Anomalien der Klasse III jedoch bei hyperdivergenten und älteren Patienten nicht empfohlen werden, falls die Zunahme der Divergenz des Unterkiefers unerwünscht ist (Rongo et al. 2017). Eine frühe Protraktions-Gesichtsmaskenbehandlung konnte weiterhin den Bedarf an orthognathen Operationen erfolgreich reduzieren. In der Kontrollgruppe wurde angenommen, dass 21 (66%) eine orthognathe Operation benötigen, verglichen mit nur 12 (36%) der Patienten in der Therapiegruppe ($P = 0,026$) (Mandall et al. 2016). Das ermittelte Odds-Ratio von 3,34 (95% KI: 1,21–9,24) bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit, eine Operation zu benötigen, ca. 3,34x höher war, wenn keine kieferorthopädische Behandlung durchgeführt wurde. Im für die OP-Entscheidung maßgeblichen Panel-Konsensusverfahren wurden Vorkehrungen getroffen, um Verzerrungen zu minimieren. Das Panel bestand aus sieben kieferorthopädischen und chirurgischen Experten. Die verwendeten Aufzeichnungen (extraorale und intraorale Fotografien, klinische Overjet-Messungen und kephalometrische Variablen) waren verblindet, sodass den Panelmitgliedern nicht bekannt war, ob der Patient zur Behandlungsgruppe oder zur Kontrollgruppe gehörte. Oftmals wird eine Gesichtsmaskentherapie mit einer forcierten Gaumennahterweiterung kombiniert, welche dental, skelettal oder dental-skelettal (Hybrid-Hyrax) verankert werden kann. Insgesamt scheint diese Kombinationstherapie skelettal effektiv zu sein (Nienkemper et al. 2015; Yagci und Uysal 2010), jedoch schien die Gaumennahterweiterung die Effektivität der Behandlung in diesem Altersabschnitt nicht zu erhöhen (Cordasco et al. 2014). Zu vergleichbaren Ergebnissen kommen ebenfalls verschiedene systematische Reviews (Dorri 2015; Rongo et al. 2017; Watkinson et al. 2013; Woon und Thiruvengkatachari 2017), die zeigten, dass eine zusätzlich zur Therapie mit einer Gesichtsmaske durchgeführte konventionelle Gaumennahterweiterung bei Patienten im Alter zwischen 6 und 10 Jahren weder das Behandlungsergebnis noch die Behandlungszeit signifikant veränderten. Unabhängig vom Zeitpunkt der Behandlung ist die Korrektur der okklusalen Beziehungen bei Patienten der Klasse III bei dieser Kombinationstherapie fast ausschließlich auf Anpassungen der skelettalen Kieferbasen und nicht auf dentoalveoläre Bewegungen zurückzuführen (Franchi et al. 2004). Allerdings fanden Masucci et al. (2014) bei dieser Therapieform unter Verwendung eines Alt-RAMEC-Protokolls, d.h. einem alternierenden transversalen Dehnen und Komprimieren der Gaumennaht, im Vergleich zu einer konventionellen Gaumennahterweiterung signifikante sagittale Verbesserungen der Basalrelation (ANB-Winkel $+1,7^\circ$; Wits-Appraisal $+1,6$ mm) sowie eine signifikant stärkere Verbesserung der sagittalen Position der Maxilla (SNA-Winkel $+1,2^\circ$). Ein systematischer Review von Pithon et al. (2016) bestätigt die Effektivitätssteigerung durch Alt-RAMEC, zumindest innerhalb eines kurzen Beobachtungszeitraums. Gegenüber einer konventionellen Gaumennahterweiterung kann ein Alt-RAMEC-Protokoll daher Vorteile hinsichtlich der anterioren Verlagerung der Maxilla aufweisen und Nebenwirkungen der Behandlung wie eine Rotation des

Unterkiefers im Uhrzeigersinn verringern. Im Rahmen einer frühzeitigen, skelettal verankerten Klasse-III-Therapie verbesserte sich die skelettale Kieferlagebeziehung durch Erhöhung des Wits-Appraisal um 7,8 mm (95% KI: 7,19 ± 8,41) ($P < 0,001$), hervorgerufen durch Zunahme des Oberkiefer-Prognathiegrades (SNA-Winkel) um 2,70° (95% KI: 2,16 ± 3,24) ($P < 0,001$) und Abnahme des Unterkiefer-Prognathiegrades (SNB-Winkel) um 3,07° (95% KI: -3,52 auf -2,62) ($P < 0,001$) (Ren et al. 2019; Rodríguez de Guzmán-Barrera et al. 2017). Die Studien, die verwendet wurden, um die gewichteten mittleren Unterschiede zu erhalten, zeigten jedoch einen hohen Grad an Heterogenität ($I^2 > 85\%$). Auch eine frühzeitige Therapie mittels Kopf-Kinn-Kappe führte zu einer Verbesserung der skelettalen Klasse-III-Beziehung von Ober- und Unterkiefer (Al-Khalifa et al. 2017; Chatzoudi et al. 2014; Deguchi und McNamara, JR. 1999). Eine Metaanalyse zeigte, dass die Kopf-Kinn-Kappen-Therapie den SNB-Winkel verringert und den ANB-Winkel vergrößert, was zu einer Verbesserung der maxillomandibulären Beziehung führt (Liu et al. 2011). Ob diese Ergebnisse nach der Pubertät erhalten bleiben können, ist nicht klar, da in den verfügbaren Studien keine Langzeit-Follow-up-Untersuchung durchgeführt wurde (Liu et al. 2011). Die meisten Studien zeigen jedoch ein signifikant besseres Ergebnis in der Kopf-Kinn-Kappen-Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe (Liu et al. 2011) durch eine induzierte, signifikante Veränderung der Unterkieferform, darunter eine rechteckigere Beziehung zwischen Corpus und Ramus mandibulae und eine Kompression des Kieferwinkelbereichs, die den Gonionwinkel verringerte (Alarcon et al. 2011), und eine Umlenkung des Unterkieferwachstums nach unten (Abu Alhaija und Richardson 1999). Auch Wendl et al. (2017) konnten für eine frühe Behandlung mittels Kopf-Kinn-Kappe langfristige (25 Jahre) signifikante skelettale Veränderungen, vor allem in Bezug auf die Unterkieferlänge, Ramushöhe und die Wachstumsrichtung des Unterkiefers (Gonionwinkel) feststellen. Für die funktionskieferorthopädische Therapie wurden ebenfalls signifikante skelettale Therapieeffekte aufgezeigt (Baik et al. 2004; Cozza et al. 2010; Falck und Zimmermann-Menzel 2008; Garattini et al. 1998; Levin et al. 2008; Minase et al. 2019; Tollaro et al. 1996; Yang et al. 2014). Zwei Studien mit 52 Teilnehmern mit Fränkel-III-Therapie und 46 Teilnehmern in den Kontrollgruppen zeigten signifikante Unterschiede im Unterkiefer-Prognathiegrad (SNB, mittlerer Unterschied 1,50°; 95% KI: 2,12° bis 0,88°) und eine signifikante Verbesserung der sagittalen Kieferlagebeziehung (ANB-Winkel), sowohl kurzfristig (mittlere Differenz 1,84°; 95% KI: 0,96°-2,71°) als auch langfristig (mittlere Differenz 0,07°; 95% KI: 3,17°-3,30°) (Yang et al. 2014).

Dentoalveoläre Verbesserungen konnten bei einer frühzeitigen Korrektur der Klasse III ebenfalls nachgewiesen werden, wobei die Verbesserungen dentoalveolärer Parameter, z.B. des Overjets, zum Teil oder überwiegend auch eine Folge der erreichten skelettalen Korrekturen sein können, sodass eine Differenzierung schwierig ist. Es existiert mäßige bis geringe Evidenz, die zeigt, dass die Anwendung der Gesichtsmasken-Therapie bei Kindern (Durchschnittsalter 8 Jahre) kurz- und mittelfristig zu einer Verringerung der Prominenz der unteren Schneidezähne führen und das Selbstwertgefühl im Vergleich zu keiner Behandlung verbessern kann (Dorri 2015; Watkinson et al. 2013). Es wurde ferner gezeigt, dass die Frühbehandlung mit einer Gesichtsmaske im Vergleich zu keiner Behandlung ein Jahr nach Therapieende zu einem signifikant höheren Overjet (mittlere Differenz: 4,1 mm, 95% KI: 3,04-5,16, $P < 0,00001$) in der Behandlungsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe führte. Dieses Behandlungsergebnis war nach 3 Jahren weiterhin gegeben (mittlere Differenz: 2,5 mm, 95% KI: 1,21-3,79, $P = 0,00014$) (Dorri 2015; Watkinson et al. 2013). Der Overjet verbesserte sich bei Gesichtsmaskentherapie mit zusätzlich durchgeführter forcierter Gaumennahterweiterung um 4,4 mm und in der Kontrollgruppe nur geringfügig um 0,3 mm ($P = 0,001$) (Mandall et al. 2010). Die günstige Wirkung einer frühen Protraktions-Gesichtsmaskenbehandlung der Klasse III bei Patienten unter 10 Jahren bestätigt sich im 3-Jahres-Follow-up in Bezug auf Overjet und PAR-Verbesserung (Mandall et al.

2012) sowie im 6-Jahres-Follow-Up (+4,4 mm für Overjet, -4 mm für die Molarenbeziehung) (Westwood et al. 2003). Untersuchungen zur Langzeitstabilität einer maxillären Protraktion mittels Gesichtsmaske wurden bisher selten durchgeführt. Mit einem durchschnittlichen Beobachtungszeitraum von etwa 6 Jahren liegen von Westwood et al. (2003) sowie von Mandall et al. (2016) die Studien mit den längsten Beobachtungszeiträumen vor. Beide Studien wurden ohne herausnehmbare Retention nach maxillärer Protraktion durchgeführt. Während Westwood et al. (2003) zum Ende der Beobachtungszeit weiterhin signifikante Unterschiede zwischen Therapie- und unbehandelter Kontrollgruppe beispielsweise hinsichtlich des SNB-Winkels (-2,6 mm Differenz, $P < 0,001$) und des Overjets (2,7 mm Differenz, $P < 0,001$) beobachteten, waren diese, obwohl das Alter der Teilnehmer zu Behandlungsbeginn vergleichbar war (8,1 Jahre; 8,7 Jahre), in der Studie von Mandall et al. (2016) nach 6 Jahren nicht mehr vorhanden. Auch bei skelettal verankerter Klasse-III-Therapie verbesserte sich der Overjet um 6,52 mm (95% KI: $6,17 \pm 6,88$) ($P < 0,001$). Eine statistisch signifikante Zunahme des Overjets und somit Korrektur eines umgekehrten Frontzahnüberbisses scheint auch bei einer frühzeitigen Therapie mittels Kopf-Kinn-Kappe (Abu Alhaija und Richardson 1999; Allen et al. 1993; Barrett et al. 2010; Chatzoudi et al. 2014), magnetisch orthopädischer Apparatur (MOA-III) (Zhao et al. 2015), maxillärem Protraktionsbogen (Kajiyama et al. 2004, 2000) oder funktionskieferorthopädischer Therapie, beispielsweise mittels Fränkel-III-Funktionsregler (Baik et al. 2004; Levin et al. 2008; Yang et al. 2014), Reverse-Twinblock (Seehra et al. 2012) oder Umkehr-Bionator (Garattini et al. 1998) erreicht werden zu können, v.a. durch eine signifikante Protrusion der oberen Schneidezähne und Retrusion der unteren Schneidezähne (Abu Alhaija und Richardson 1999; Allen et al. 1993; Martina et al. 2019; Toffol et al. 2008; Tollaro et al. 1996; Zhao et al. 2015).

Vom Patienten wird der Behandlungserfolg einer Klasse-III-Therapie insbesondere durch die Verbesserung des Weichteilprofils wahrgenommen. Im Unterschied zu skelettalen und dentalen Verbesserungen sind die Verbesserungen der Weichteilveränderungen weniger ausführlich untersucht. Bezüglich der dentofazialen Ästhetik wurden durch frühzeitige Korrektur der Klasse III jedoch ebenfalls positive Effekte erreicht. In der Meta-Analyse von Rongo et al. (2017) wird deutlich, dass durch eine frühzeitige Therapie mit einer Protraktions-Gesichtsmaske eine signifikante Anterorentwicklung der Oberlippe, Kontrolle der Unterlippenposition und Verbesserung des Profils erreicht werden kann. Zu einem vergleichbaren Ergebnis kamen Pavoni et al. (2019), welche die Auswirkungen einer kieferorthopädischen Therapie mit einer maxillären Expansion in Kombination mit forcierter Gaumennahterweiterung und Protraktion mittels Gesichtsmaske untersuchten. Die Therapie induzierte positive Effekte auf das Weichteilgesichtsprofil mit einer guten Stabilität nach Reevaluation in einem postpubertären Stadium. Insbesondere zeigte die behandelte Gruppe eine signifikante Verbesserung des konkaven Profils, was zusätzlich mit günstigen Weichteilveränderungen im unteren Gesichtsdrittel verbunden war. Auch bei einer Therapie mittels magnetisch orthopädischer Apparatur (MOA-III) bewegte sich die Oberlippe vorwärts und die Unterlippe rückwärts (Zhao et al. 2015).

Eine Vergrößerung der oberen Luftwege durch frühzeitige maxilläre Protraktion bei Klasse-III-Patienten wird in einzelnen Studien beobachtet. Die Ergebnisse von Danaei et al. (2018) legen nahe, dass die nasopharyngealen Atemwegsdimensionen auf kurze Sicht durch Protraktion des Oberkiefers bei Kindern mit skelettaler Klasse III verbessert werden können. Unter den Atemwegsparametern nahmen die minimale Atemwegsabmessung hinter der Zungenbasis, die Atemwegsabmessung auf der Ebene der Basion-PNS-Ebene und die Atemwegsabmessung auf der Ebene von PNS-So signifikant nur bei mittels maxillärer Protraktion behandelten Klasse-III-Patienten zu.

7.2 Schlüsselfrage 3 – Kieferorthopädische Regel-/Spätbehandlung

| Statement 13: | |
|---|----------------|
| Klasse III – Regel-/Spätbehandlung – skelettale, dentoalveoläre und ästhetische Verbesserungen | |
| <p>Eine kieferorthopädische Behandlung im späten Wechselgebiss führt bei einer Klasse-III-Anomalie – je nach beabsichtigter Therapie – im Vergleich zu einer nicht durchgeführten kieferorthopädischen Behandlung zu</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. einer Verbesserung im Hinblick auf die skelettale Lagebeziehung von Oberkiefer und Unterkiefer (LoE 1++, 2++, 2+), 2. zu dentoalveolären Verbesserungen bezüglich der Zahnstellung, Zahnbogenform bzw. der kaufunktionellen Okklusion (LoE 1++, 2++,2+), 3. Verbesserungen der dentofazialen Ästhetik bzw. des Weichteilprofils (LoE 2+). <p><i>Abstimmung: 19/1/0 (ja, nein, Enthaltung)</i></p> | Konsens |
| <p>Literatur: (Abu Alhaija und Al-Khateeb 2011; Baccetti et al. 2009; Battagel und Orton 1995, 1991; Borzabadi-Farahani et al. 2014; DeClerck et al. 2010; Eissa et al. 2018; Faco et al. 2019; Feng et al. 2012; Franchi et al. 2004, 1998; Gencer et al. 2015; Kama et al. 2006; Lin et al. 2007; Merwin et al. 1997; Minase et al. 2019; Rey et al. 2008; So 1996; Toffol et al. 2008; Tortop et al. 2014; Tuncer et al. 2009; Ucem et al. 2004)</p> | |
| Evidenzgrad: 1++ | |

Einführung Die kieferorthopädische Regelbehandlung der Klasse III umfasst Behandlungsmaßnahmen im späten Wechselgebiss, d.h. nach dem 10. Lebensjahr, bzw. im frühen bleibenden Gebiss, welche der Korrektur der bestehenden Klasse-III-Dysgnathie bzw. Malokklusion und assoziierter Dyskinesien/Habits (mit psychologischer Unterstützung) wie dem Zungenpressen dienen (Diedrich und Berg 2000), während eine kieferorthopädische Spätbehandlung die Erwachsenenbehandlung der Klasse III im bleibenden Gebiss nach Wachstumsabschluss bezeichnet. Falls zu letzterem Zeitpunkt auch skelettale Korrekturen erforderlich werden, sind diese meist nur mittels orthognather Chirurgie, d.h. im Rahmen einer kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Kombinationstherapie durchführbar (Diedrich und Berg 2000). Im Rahmen eines zweizeitigen Vorgehens kann eine kieferorthopädische Regelbehandlung im späten Wechselgebiss oder Spätbehandlung im bleibenden Gebiss auf eine kieferorthopädische Frühbehandlung im Milch- oder frühen Wechselgebiss folgen, wenn nach deren Abschluss bzw. durch weitere Wachstumsprozesse in der Folgezeit ein weiterer Therapiebedarf besteht oder sich ergibt. In Analogie zur Frühbehandlung der Klasse III hat die kieferorthopädische Korrektur des umgekehrten Overjets auch in der Regel- und Spätbehandlung neben skelettalen Anteilen auch mehr oder weniger stark ausgeprägte dentoalveoläre Korrekturanteile, wobei die sagittale Position und Neigung der Kiefer und der Frontzähne auch das Weichgewebsprofil und damit die dentofaziale Ästhetik beeinflussen kann (Diedrich und Berg 2000).

Studientypen Für die Fragestellung, ob eine kieferorthopädische Regel- bzw. Spätbehandlung im späten Wechselgebiss bzw. bleibenden Gebiss bei einer Klasse-III-Anomalie zu einer Verbesserung im Hinblick auf die skelettale Lagebeziehung von Oberkiefer und Unterkiefer, zu dentoalveolären Verbesserungen bezüglich der Zahnstellung, Zahnbogenform bzw. der kaufunktionellen Okklusion und zu Verbesserungen der dentofazialen Ästhetik bzw. des Weichteilprofils führt bzw. führen kann, wurden zwei systematische Reviews aufgefunden (Qualität ++, LoE 2+), jeweils basierend auf 4 inkludierten Studien (N=189) (Feng et al. 2012) bzw. einer randomisiert-kontrollierten Studie und 18 kontrollierten Kohortenstudien (Toffol et al. 2008). Weiterhin konnten eine randomisiert-kontrollierte klinische Studie (RCTs) (Qualität ++, LoE 1++) (Minase et al. 2019) sowie 19 Kohorten- bzw. Fall-Kontroll-Studien (Qualität ++/+, LoE 2+/2+) identifiziert werden, welche entsprechend ausgewertet wurden.

Population In den verschiedenen Studien wurden Patienten im späten Wechselgebiss bzw. permanenten Gebiss mit Klasse-III-Anomalie (skelettal/dental) unterschiedlichen Schweregrades - Overjet <0mm (Franchi et al. 2004, 1998; Minase et al. 2019), Wits-Appraisal $\leq -1,5$ mm (Baccetti et al. 2009; Rey et al. 2008) bzw. -1mm (DeClerck et al. 2010), $-4^\circ < ANB < 0^\circ$ und $SNA < 78^\circ$ (Eissa et al. 2018) - im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrollgruppe mit vergleichbarem Therapiebedarf jeweils mit einer entsprechend indizierten kieferorthopädischen Therapieform behandelt.

Intervention Zu den untersuchten Therapieformen zählten eine Therapie mit dental bzw. implantat(skelettal)-verankerter maxillärer Protraktion (DeClerck et al. 2010; Faco et al. 2019; Feng et al. 2012; Lin et al. 2007), mit einer orthopädischen Apparatur (Gesichtsmaske, Kopf-Kinn-Kappe, Fränkel-III-Apparatur) (Toffol et al. 2008), mit einer Kopf-Kinn-Kappe (Tuncer et al. 2009), mit einer Gesichtsmaske bzw. einem funktionskieferorthopädischen Twinblock mit Lippenschilden in Kombination mit einer forcierten Gaumennahterweiterung (Franchi et al. 2004, 1998; Kama et al. 2006; Minase et al. 2019), einem mandibulären zervikalen Headgear (Baccetti et al. 2009; Rey et al. 2008), einem Headgear (Battagel und Orton 1995, 1991), Reverse-Pull-Headgear (Borzabadi-Farahani et al. 2014; So 1996) bzw. einer Protraktions-Gesichtsmaske (Battagel und Orton 1995; Gencer et al. 2015; Merwin et al. 1997; Tortop et al. 2014; Ucem et al. 2004), eine Therapie mit einer Miniimplantat-verankerten invertierten Forsus-Apparatur (Eissa et al. 2018) sowie eine Therapie mittels Extraktion bleibender Prämolaren (Camouflage-Therapie) (Abu Alhaja und Al-Khateeb 2011; Battagel und Orton 1991).

Outcomes Die skelettale Lagebeziehung von Oberkiefer und Unterkiefer wurde in den meisten Studien mittels kephalometrischer Messungen im Fernröntgenseitenbild (FRS) bestimmt, wobei für den Oberkiefer meist der SNA-Winkel und die vordere Oberkiefergrenze (Co-A- und Nperp-A-Abstände) und für den Unterkiefer der SNB-Winkel bzw. die Unterkieferlänge (Co-Gn bzw. Co-Pog) als Zielparameter gewählt wurden sowie für die Kieferlagebeziehung der ANB-Winkel nach Riedel und das Wits-Appraisal. Dentoalveoläre Parameter zur Bestimmung der Zahnstellung, Zahnbogenform bzw. der kaufunktionellen Okklusion waren u.a. eine sagittale Klasse-III-Okklusion im Seitenzahngebiet ($\frac{1}{4}$ -1 Prämolarenbreiten) sowie der Overjet im Frontzahnbereich. Zur Beurteilung der dentofazialen Ästhetik des Weichteilprofils wurde in den meisten Studien Fotos verwendet, die das Profil des Patienten zeigen und anhand einer Likhert-Skala als angemessen oder unzureichend bewertet wurden, oder es wurde eine metrische Analyse des Weichteilprofils durchgeführt (Lippenprofil, Gesichtskonvexität etc.).

Bewertung Die skelettale Lagebeziehung zwischen Ober- und Unterkiefer konnte durch eine kieferorthopädische Regel- bzw. Spätbehandlung verbessert werden. Die Ergebnisse von Feng et al. (2012) zeigten, dass es einen signifikanten Unterschied zwischen skelettal-verankerter maxillärer Protraktion und unbehandelter Kontrolle hinsichtlich der Protrusion des Oberkiefers gab (gewichteter mittlerer Unterschied 3,08 mm; 95% KI: 1,61 bis 4,56; P, 0,0001). Im Vergleich zu den rein dental verankerten Behandlungsapparaturen war die skelettal verankerte maxilläre Protraktion überlegen (gewichteter mittlerer Unterschied 1.41 mm (95% KI: 0.47 bis 2.35; P = 0,003). Sagittale Messungen des Oberkiefers zeigten während der aktiven Behandlung mittels skelettal verankerter maxillärer Protraktion hoch signifikante Verbesserungen (etwa 4 mm mehr als bei den unbehandelten Kontrollen) mit signifikanten Protraktionseffekten bei Orbitale und Pterygomaxillare sowie günstige Veränderungen des Unterkiefers > 2 mm (DeClerck et al. 2010; Faco et al. 2019; Kama et al. 2006; Lin et al. 2007). Die nach der Therapie beobachtete günstige skelettale Veränderung war fast ausschließlich auf die orthopädische Korrektur zurückzuführen (Toffol et al. 2008). Auch eine Gesichtsmaske bzw. ein funktionskieferorthopädischer Twinblock mit Lippenschilden in Kombination mit einer forcierten Gaumennahterweiterung waren bei der Korrektur einer Anomalie der Klasse III mit signifikanten ($p < 0,01$) Änderungen aller kephalometrischen Variablen mit Ausnahme der Angulationen der Schädelbasis im Vergleich zur Kontrollgruppe wirksam (Minase et al. 2019). Die Ergebnisse der vorliegenden Studien zeigten, dass die Therapie eine signifikante Verbesserung des Ventralwachstums des Oberkiefers und eine signifikant nach oben gerichtete Wachstumsrichtung des Unterkieferkondylus induzieren konnte (was zu kleineren Inkrementen der Gesamtlänge des Unterkiefers führte) (Franchi et al. 2004, 1998). Unabhängig vom Zeitpunkt der Behandlung ist die Korrektur der okklusalen Beziehungen bei Therapie mit Gesichtsmaske in Kombination mit einer forcierten Gaumennahterweiterung fast ausschließlich auf Anpassungen der skelettalen Kieferbasen und nicht auf dentoalveoläre Bewegungen zurückzuführen (Franchi et al. 2004). Die Behandlung mit einem mandibulären zervikalen Headgear, gefolgt von festsitzenden Apparaturen, induzierte signifikante skelettale Reaktionen hinsichtlich der Verbesserung der sagittalen skelettalen Parameter (Rey et al. 2008). Die günstigen skelettalen Effekte bestanden hauptsächlich in kleineren Erhöhungen der Länge und der Protrusion des Oberkiefers, mit dem Endergebnis einer signifikanten Verbesserung der sagittalen skelettalen Beziehungen (+4 mm für den Wits). Eine Nebenwirkung dieses Behandlungsprotokolls war eine signifikante Posteriorrotation des Unterkiefers ($2,8^\circ$). Langfristig zeigte die Behandlungsgruppe signifikant kleinere Werte für die Unterkieferlänge (Co-Gn), den SNB-Winkel und den maxillomandibulären Unterschied. Alle diese Unterschiede blieben 5 Jahre nach Therapieende statistisch signifikant bestehen (Baccetti et al. 2009). Eine unbehandelte Anomalie der Klasse III zeigte während des postpubertären Intervalls hingegen keine Tendenz zur Selbstverbesserung (Baccetti et al. 2009). Eine Therapie mittels Kopf-Kinn-Kappe bewirkte eine signifikante Zunahme der vorderen Position des Oberkiefers, der effektiven Länge des Ober- und Unterkiefers und der vertikalen Gesichtshöhenmessungen (Tuncer et al. 2009). Der Unterkiefer zeigte eine Drehung im Uhrzeigersinn, was sich in der Abnahme des SNB und der Zunahme der Winkel der Unterkieferebene zeigte (Tuncer et al. 2009). Sowohl bei Therapie mittels Gesichtsmaske als auch Headgear rotierte der Unterkiefer nach unten und hinten (Battagel und Orton 1991), während der Oberkieferkomplex sich bei einer Therapie mit Gesichtsmaske nach anterior entwickelte (Battagel und Orton 1995; Gencer et al. 2015; Merwin et al. 1997; So 1996; Tortop et al. 2014; Ucem et al. 2004). Die untere Gesichtshöhe nahm mehr zu als allein durch Wachstum erwartet werden würde (Battagel und Orton 1995). Die Verwendung einer durch Minischrauben verankerten invertierten Forsus-Apparatur erhöhte statistisch signifikant das Anteriorwachstum des Oberkiefers und führte zu einer Rotation der Okklusionsebene gegen den Uhrzeigersinn (Eissa et al. 2018). Eine späte Oberkieferprotraktion führte

zu einer Kombination skelettaler Veränderungen (Protraktion des Oberkiefers, Verbesserung der Kieferlagebeziehung) und dentalen Kompensationen (Rotation der Okklusionsebene gegen den Uhrzeigersinn, Retroklination der Unterkieferschneidezähne) und war auch mit einigen ungewollten Zahnbewegungen verbunden (Tendenz zu offenem Biss, Supraposition der unteren Schneidezähne) (Borzabadi-Farahani et al. 2014).

Auch dentoalveoläre Verbesserungen konnten durch eine kieferorthopädische Regel- bzw. Spätbehandlung erreicht werden. In Studien wurden die Veränderungen der Neigung der oberen und unteren Schneidezähne als dentale Kompensation während der skelettalen Bewegung betrachtet (Toffol et al. 2008). In den meisten Studien wurde eine Retrusion der Unterkieferschneidezähne, eine Protrusion der Oberkieferschneidezähne oder eine Kombination dieser beiden Zahnbewegungen gefunden, wodurch sich der Overjet, aber auch die sagittale Molarenbeziehung verbesserten (Battagel und Orton 1995; Eissa et al. 2018; Gencer et al. 2015; So 1996; Toffol et al. 2008; Tortop et al. 2014; Ucem et al. 2004). Die Behandlung mit einem mandibulären zervikalen Headgear, gefolgt von festsitzenden Apparaturen, bewirkte eine signifikante Verbesserung des Overjet (+2,7 mm) und der sagittalen Molarenbeziehung (-4,4 mm) (Rey et al. 2008). Vergleichbare Effekte konnten für eine skelettal verankerte maxilläre Protraktion gezeigt werden, die jedoch vornehmlich auf die skelettale Korrektur zurückgingen, da das Protokoll streng skelettal war (DeClerck et al. 2010). Molar- und Eckzahnbeziehungen der Klasse I mit positivem Overjet wurden mittels Miniimplantat-verankerter invertierter Forsus-Apparatur in einem durchschnittlichen Zeitraum von 6,4 Monaten erreicht (Eissa et al. 2018).

Neben auf skelettale Korrektur zielenden Therapieansätzen kann in speziellen Fällen auch eine rein dentoalveoläre Camouflage-Behandlung eine Option für jugendliche Patienten mit leichter bis mittelschwerer skelettaler Klasse III mit geringer dentoalveolärer Kompensation sein (Abu Alhaja und Al-Khateeb 2011; Battagel und Orton 1991). Während der Behandlung nach Extraktion der unteren ersten Prämolaren wurden die oberen Schneidezähne um etwa 1 Grad und die unteren Schneidezähne um 8 Grad nach oral geneigt. Am Ende der Behandlung wurden ein positiver Overbite und Overjet erreicht. Sowohl skelettale als auch dentale Veränderungen traten infolge der Behandlung der Klasse III auf. Zahnbewegungen waren jedoch für die meisten dieser Veränderungen verantwortlich. Die dentalen Veränderungen standen im Zusammenhang mit den Extraktionen im unteren Zahnbogen.

Bezüglich der dentofazialen Ästhetik wurden durch eine kieferorthopädische Regel- bzw. Spätbehandlung der Klasse III ebenfalls positive Effekte erreicht. Das Weichgewebsprofil verbesserte sich durch eine Therapie mit dental bzw. skelettal verankerter Gesichtsmaske oder Headgear und die Beziehung zwischen Ober- und Unterlippe wurde harmonischer (Battagel und Orton 1995; DeClerck et al. 2010). Eine signifikante Retrusion der Unterlippe und eine Protrusion der Oberlippe waren offensichtliche Behandlungsergebnisse bei Therapie mittels Miniimplantat-verankerter invertierter Forsus-Apparatur (Eissa et al. 2018).

| | |
|--|----------------|
| Statement 14: Klasse III – Regel-/Spätbehandlung – Störungen der Atmung (airway space, Schlafapnoe) | |
| Eine kieferorthopädische Regel-/Spätbehandlung im späten Wechselgebiss bzw. permanenten Gebiss kann bei einer Klasse-III-Anomalie im Vergleich zu einer nicht durchgeführten kieferorthopädischen Behandlung positive Auswirkungen auf Störungen der Atmung (airway space) erreichen. | Konsens |
| <i>Abstimmung: 18/0/1 (ja, nein, Enthaltung)</i> | |
| Literatur: (Chen et al. 2015; Kilinc et al. 2008; Lee et al. 2018; Ming et al. 2018; Tuncer et al. 2009) | |
| Evidenzgrad: 2+ | |

Einführung Störungen der Atmung basierend auf einer Einschränkung der oberen Luftwege spielen epidemiologisch eine große Rolle. Das obstruktive Schlafapnoe-Syndrom (OSAS) zählt zu den häufigsten Schlafstörungen und ist eine durch partielle Verlegung der oberen Atemwege während des Schlafes gekennzeichnet (Lévy et al. 2015). Durch eine Verlegung des Rachens im Schlaf wird der Atemfluss beeinträchtigt. Er kann vermindert (Hypopnoe), aber auch ganz aufgehoben sein, was einem Atemstillstand (Apnoe) gleichkommt. Solche Ereignisse können sich sehr häufig pro Stunde Schlafzeit ereignen. Kardiovaskuläre Folgeerkrankungen sind neben allgemeiner Erschöpftheit und nächtlichem Schnarchen die Konsequenz dieser Atemstörungen (Lévy et al. 2015). Das OSAS tritt bereits bei Kindern auf (alle Altersstufen) (Erlor und Paditz 2004). Im Kindesalter prädisponieren vor allem Tonsillen- und Adenoidhypertrophie sowie Übergewicht und kraniofaziale Malformationen für OSAS (Erlor und Paditz 2004). Für die Pathologie könnten auch retrognathe Unterkiefer, schmale Oberkiefer, ein inferior gelegenes Zungenbein sowie ein langes Untergesicht eine Rolle spielen. Da die skelettale Klasse III häufig durch einen retrognathen und schmalen Oberkiefer oder eine Kombination aus Oberkieferretrognathie und mandibulärer Prognathie gekennzeichnet ist, wurde postuliert, dass eine Korrektur der Klasse-III-Anomalie, insbesondere die transversale Erweiterung des Oberkiefers und die maxillare Protraktion wirksam sein könnten, um das potenzielle Risiko einer OSAS bei Kindern durch Vergrößerung des nasopharyngealen Luftraumes zu senken.

Studientypen Für die Fragestellung, ob eine kieferorthopädische Regel- bzw. Spätbehandlung im späten Wechselgebiss bzw. permanenten Gebiss bei einer Klasse-III-Anomalie positive Auswirkungen auf Störungen der Atmung (airway space) haben kann, wurden zwei systematische Reviews mit Meta-Analyse (Qualität ++, LoE 2+) (Lee et al. 2018; Ming et al. 2018) aufgefunden, jeweils basierend auf 9 kontrollierten Kohortenstudien (N=409) bzw. 6 kontrollierten Kohortenstudien, davon 4 retrospektiv und 2 prospektiv (N=262). Weiterhin konnten drei Kohorten- bzw. Fall-Kontroll-Studien identifiziert werden (Qualität +, LoE 2+), welche entsprechend ausgewertet wurden.

Population In den verschiedenen Studien wurden Patienten im späten Wechselgebiss bzw. permanenten Gebiss mit einer Klasse III unterschiedlichen Schweregrades und transversaler maxillärer Defizienz (Chen et al. 2015; Kilinc et al. 2008; Lee et al. 2018) bzw. retrusiver Maxilla (Ming et al. 2018) im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrollgruppe mit vergleichbarem Therapiebedarf jeweils mit einer entsprechend indizierten kieferorthopädischen Therapieform zur Korrektur der Klasse III behandelt.

Intervention Zu den untersuchten Therapieformen zählten eine kieferorthopädische Therapie mit einer maxillären Protraktion mittels Gesichtsmaske oder Protraktions-Headgear mit (Chen et al. 2015; Kilinc et al. 2008; Lee et al. 2018) und ohne (Ming et al. 2018) gleichzeitige transversale Expansion im Oberkiefer mittels forcierter Gaumennahterweiterung sowie einer Therapie mit Kopf-Kinn-Kappe und einer okklusalen Aufbissplatte (Tuncer et al. 2009).

Outcomes Um die Größe des nasopharyngealen und oropharyngealen Luftraumes zu quantifizieren, wurden überwiegend dreidimensionale Volumina (digitale Volumetomografie DVT) oder zweidimensionale Messtrecken im Pharynxbereich (FRS) zur Quantifizierung der unteren als auch der oberen Atemwegsgröße herangezogen.

Bewertung Das systematische Review mit Metaanalyse von Ming et al. (2018) zeigt, dass maxilläre Protraktions-Apparaturen auf kurze Sicht (short-term) die Dimensionen der nasopharyngealen Luftwege erhöhen können, während keine Effekte auf den oropharyngealen Luftraum beobachtet wurden. Nach der Therapie waren die postmaxillären und nasopharyngealen Atemwegsdimensionen bei wachsenden Patienten der Klasse III mit retrognathem Oberkiefer signifikant verbessert. Es kann vermutet werden, dass maxilläre Protraktions-Apparaturen das Potenzial haben, die Atmungseffizienz von Kindern mit maxillärer Retrusion zu verbessern und das Risiko einer schlafbezogenen Atmungsstörung bei Kindern wie des pädiatrischen obstruktiven Schlafapnoe-Syndroms OSAS zu verringern. Die Analyse mit akzeptabler Heterogenität zeigte einen signifikanten Unterschied in der oberen Pharynxdimension (mittlere Differenz 0,96 mm, 95% KI: 0,29 mm - 1,63 mm, P = 0,005). Es gab jedoch keinen Unterschied in der Änderung der unteren Pharynxdimension zwischen den beiden Gruppen (mittlere Differenz -0,37 mm, 95% KI: -1,28 mm - 0,54 mm, P = 0,43). Ein weiteres systematisches Review mit Metaanalyse von Lee et al. (2018) bestätigt die Ergebnisse von Ming et al. (2018): In den oberen, nasopharyngealen Atemwegen erhöhte sich deren Länge in der Behandlungsgruppe stärker als in der Nichtbehandlungsgruppe (mittlere Differenz: 1,63 und 2,68, 95% KI: -0,14 - 3,39 und 0,37 - 5,00, P = 0,07 und 0,02 für PNS-ad1 bzw. PNS-ad2). In den unteren, oropharyngealen Atemwegen wurde kein statistischer Unterschied zwischen den Gruppen mit und ohne Behandlung festgestellt (mittlere Differenz -0,27, 95% KI: -0,71 - 0,17, P = 0,23). Auch bezüglich des Volumens der nasalen Atemwege kam es zu einer signifikanten Volumenzunahme in der Therapiegruppe (mittlere Differenz 0,89, 95% KI: 0,28 - 1,5, P = 0,004). In den oropharyngealen Luftwegen unterhalb der Gaumenebene wurde kein Unterschied in den Volumenänderungen zwischen den Gruppen mit und ohne Behandlung festgestellt. Zu beachten ist allerdings, dass in den eingeschlossenen Studien die maxilläre Protraktion häufig mit einer Gaumennahterweiterung kombiniert wurde. Die Ergebnisse der beiden systematischen Reviews werden von einzelnen Kohortenstudien bestätigt (Chen et al. 2015; Kilinc et al. 2008). Auch für eine Therapie mit Kopf-Kinn-Kappe und einer okklusalen Aufbissplatte wurde beim Vergleich der Behandlungs- und Kontrollgruppen eine signifikante Zunahme des Nasopharynx in der Therapiegruppe festgestellt (Tuncer et al. 2009). Derzeit fehlen funktionelle Studien (z.B. polysomnographische Studien im Schlaflabor), um die direkte Wirksamkeit einer Klasse-III-Therapie auf die Ventilation zu zeigen.

| Statement 15: Klasse III – Spätbehandlung – Operative Bisslagekorrektur | |
|---|----------------|
| Die kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Korrektur einer Klasse-III-Malokklusion verbessert die Okklusion sowie die Gesichtsästhetik. Die Kombinationsbehandlung kann zudem das psychosoziale Befinden verbessern. Zusätzlich gibt es Hinweise, dass die Mastikation verbessert werden kann. | Konsens |
| <i>Abstimmung: 19/0/1 (ja, nein, Enthaltung)</i> | |
| Literatur: (Agirnasligil et al. 2019; Kobayashi et al. 1993; Lee und Yu 2012; Trawitzki et al. 2010; Zou et al. 2015) | |
| Evidenzgrad: 2++ | |

Einführung Die meisten der leichten und mittelschweren Fälle einer Malokklusion der Klasse III können kieferorthopädisch ohne chirurgischen Eingriff behandelt werden. Chirurgische Eingriffe werden v.a. bei schwereren Fällen der Klasse-III-Anomalie vorgenommen, welche im Wachstum zur Progredienz neigen, sowie im Rahmen einer Spätbehandlung bei entsprechend spätem Therapiebeginn. Patienten, die einen chirurgischen Eingriff erwägen, möchten vor allem ihre Kaufähigkeit sowie ihr Gesichtsprofil verbessern. Ein chirurgischer Eingriff zur Behandlung einer Klasse-III-Anomalie kann neben vertikalen Positionsänderungen die Prognathie des Unterkiefers reduzieren, den Oberkiefer protrahieren oder eine Kombination aus beidem und somit die Okklusion entsprechend signifikant verbessern. Die dafür in Frage kommenden Operationstechniken erscheinen gleichwertig gut (Minami-Sugaya et al. 2012). Chirurgische Eingriffe können auch im Alter über 18 Jahre mit gleichen langfristig vorteilhaften Ergebnissen durchgeführt werden (Bailey et al. 2008), sobald das mandibuläre Wachstum abgeschlossen ist.

Studientypen Für die Fragestellung, ob eine kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Korrektur im permanenten Gebiss bei einer Klasse-III-Anomalie die Okklusion, Gesichtsästhetik, das psychosoziale Befinden sowie die Mastikation verbessern kann, wurden fünf kontrollierte Kohorten- bzw. Fall-Kontroll-Studien (Qualität ++/+, LoE 2++/2+) aufgefunden, welche entsprechend ausgewertet wurden.

Population und Intervention In den verschiedenen Studien wurden Patienten im permanenten Gebiss mit einer ausgeprägten Klasse III im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrollgruppe mit vergleichbarem oder keinem Therapiebedarf jeweils kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgisch behandelt.

Outcomes Zur Quantifizierung von Verbesserungen der Okklusion und der Gesichtsästhetik wurden Profildaten in natürlicher Kopfposition und Fernröntgenseitenbilder kephalometrisch ausgewertet. Die Profildaten wurden entsprechend der Umriss von Stirn und Nase überlagert. Es wurden die Stirnneigung, die Inklination der oberen Schneidezähne und die Position des mittleren oberen Schneidezahns relativ zur Stirn gemessen (Zou et al. 2015). Die Rosenberg-Self-Esteem-Scale und die Social-Appearance-Anxiety-Scale wurden verwendet, um psychologische Parameter sowohl vor als auch nach der Operation zu bewerten (Agirnasligil et al. 2019). Die Kaueffizienz wurde

spektrophotometrisch bewertet, indem die Menge an Adenosintriphosphat gemessen wurde, die aus zerkauten Adenosintriphosphatkörnchen eluiert wurde (Kobayashi et al. 1993). Darüber hinaus wurden als weitere Parameter zur Beurteilung der Mastikation die maximale Querschnittsfläche, Orientierung, Dicke und Breite des Massetermuskels (Lee und Yu 2012) herangezogen und die Teilnehmer wurden während des Kauens und Beißens einer EMG-Untersuchung der Schläfen- und Massetermuskulatur unterzogen (Trawitzki et al. 2010).

Bewertung Eine Verbesserung der Okklusion und der Gesichtsästhetik durch Veränderungen der Oberkieferposition und Inklination der oberen Schneidezähne, welche die Oberlippe stützen, ist in der Studie von Zou et al. (2015) gezeigt worden. Die kombinierte kieferorthopädisch-chirurgische Behandlung führte zu einer signifikant verbesserten Inklinationen und Positionen der Frontzähne in Relation zur Stirn, die sich nicht mehr signifikant von einer Klasse-I Kontrollgruppe unterschieden. Die signifikante Labialneigung ($P < 0,001$) und die posteriore Positionierung ($P < 0,001$) der oberen mittleren Schneidezähne wurde nahe an den Normbereich korrigiert. Wie auch durch die alleinige kieferorthopädische Behandlung stieg das Selbstwertgefühl der Patienten mit skelettalen Klasse-III-Anomalien und die Kritikempfindlichkeit und die Angst vor dem sozialen Auftreten nahmen nach der Operation signifikant ab ($P < 0,001$) (Agirnasligil et al. 2019). Bei Patienten mit Klasse-III-Anomalien war das Selbstwertgefühl signifikant geringer und die Angst vor dem sozialen Erscheinungsbild signifikant höher als in der Kontrollgruppe. Bei der postoperativen Untersuchung hatten die Klasse-III-Patienten ein signifikant höheres Selbstwertgefühl als die Kontrollgruppe ($P < 0,001$) (Agirnasligil et al. 2019). Die oft eingeschränkte Kaufähigkeit (Mastikation) kann durch eine kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Behandlung mit langfristigem Erfolg deutlich verbessert werden, allerdings wird nicht das Niveau der Klasse I erreicht (Kobayashi et al. 1993; Lee und Yu 2012; Trawitzki et al. 2010). Die Ergebnisse von Kobayashi et al. (1993) zeigen, dass die Okklusionsbeziehung der oberen und unteren Zähne durch die orthognathe Kombinationsbehandlung stark verbessert wurde, die postoperative Okklusion jedoch nicht genug gesichert ist und am Ende der Behandlung möglicherweise weiter angepasst werden muss. Die durchschnittliche Kau-effizienz der präoperativen Gruppe war etwa halb so groß wie die der Kontrollgruppe. Der Wert für die postoperative Gruppe war etwas höher als der für die präoperative Gruppe (Kobayashi et al. 1993). Nach der orthognathen Operation zeigten Masseter-Muskelmessungen bei Patienten mit Klasse III keine signifikanten Unterschiede im Vergleich zur Kontrollgruppe innerhalb der 4-jährigen Nachbeobachtungszeit, was auf eine Anpassung an die neue skelettale Umgebung und einen erhöhten funktionellen Bedarf hindeutet (Lee und Yu 2012). Auch wurde eine Verbesserung der EMG-Aktivität der Kaumuskulatur hauptsächlich im Massetermuskel beobachtet mit Werten nahe denen der Kontrollgruppe (Trawitzki et al. 2010).

7.3 Schlüsselfrage 4 – Kieferorthopädische Früh- vs. Regel-/Spätbehandlung

| Empfehlung 16: Idealer Behandlungszeitpunkt der Klasse-III-Anomalie | | |
|--|------------------------|----------|
| Die Therapie einer skelettalen bzw. dentalen Klasse-III-Anomalie sollte frühzeitig, zum Beispiel in der frühen Wechselgebissphase, begonnen werden. Zudem gibt es Hinweise, dass bei einer Klasse-III-Anomalie eine frühe Behandlung die Notwendigkeit eines operativen Eingriffs zur Korrektur der Anomalie reduziert. | starker Konsens | B |
| <i>Abstimmung: 19/0/0 (ja, nein, Enthaltung)</i> | | |
| Literatur: (Baccetti et al. 2000a; Baccetti und Tollaro 1998; Baccetti et al. 1998; Franchi et al. 2004, 1998; Mandall et al. 2016; Toffol et al. 2008; Tränkmann et al. 2001; Wendl et al. 2017; Yavuz et al. 2009) | | |
| Evidenzgrad: 1+ | | |

Einführung Der ideale Behandlungszeitpunkt wird bei Klasse-III-Anomalien kontrovers diskutiert, vor allem bezüglich der Effizienz, der Belastung und dem Behandlungsaufwand einer Früh-, Regel- bzw. Spätbehandlung im Vergleich. Der Behandlungsbeginn kann prinzipiell entweder im Milch- bzw. frühen Wechselgebiss (Frühbehandlung), im späten Wechselgebiss (Regelbehandlung) oder erst mit der permanenten Dentition (Spätbehandlung) stattfinden. Der frühe Therapiebeginn im Milch-/ frühen Wechselgebiss kann dabei als alleinige Therapie oder als Teil einer zweiphasigen Therapiestrategie erfolgen, während bei einem regulären bzw. späten Therapiebeginn eine Einphasentherapie die Regel ist. Überwiegend empfehlen Autoren, eine kieferorthopädische Therapie in Form einer maxillären Protraktion bei Klasse-III-Patienten im frühen Wechselgebiss, d.h. in der Regel vor dem achten Lebensjahr, zu beginnen. Die Evidenz hierfür kommt v.a. aus zahlreichen sorgfältig geplanten Kohortenstudien, welche direkte Vergleiche eines frühen bzw. späten Behandlungsbeginns jeweils im Vergleich zu korrespondierenden Kontrollgruppen durchgeführt haben.

Studientypen Für die Fragestellung, ob ein frühzeitiger kieferorthopädischer Therapiebeginn bei einer Klasse-III-Anomalie Vorteile gegenüber einem späteren Therapiebeginn hat bzw. haben kann, wurde ein systematisches Review, basierend auf einer randomisiert-kontrollierten Studie und 18 kontrollierten Kohortenstudien (Klasse III N=695, Kontrollgruppe N=603) (Qualität ++, LoE 2+) aufgefunden (Toffol et al. 2008). Darüber hinaus konnten eine randomisiert-kontrollierte klinische Studie (RCTs) (Qualität +, LoE 1+) (Mandall et al. 2016) und 8 Kohorten- bzw. Fall-Kontroll-Studien identifiziert werden (Qualität ++/+, LoE 2++/2+), welche entsprechend ausgewertet wurden.

Population In den verschiedenen Studien wurden Patienten mit Klasse-III-Anomalie (skelettal/dental) unterschiedlichen Schweregrades - Overjet < 0mm (Baccetti et al. 2000a; Baccetti et al. 1998; Franchi et al. 2004, 1998; Mandall et al. 2016; Wendl et al. 2017; Yavuz et al. 2009), ANB ≤ 0°, Wits-Appraisal ≤ -1mm (Wendl et al. 2017; Yavuz et al. 2009) - im Milch- bzw. frühen Wechselgebiss im Vergleich zu

Patienten im späten Wechselgebiss bzw. diese im Vergleich zu Patienten im permanenten Gebiss jeweils mit einer entsprechend indizierten kieferorthopädischen Therapieform behandelt.

Intervention Zu den untersuchten Therapieformen zählten eine Therapie mit einer orthopädischen Apparatur (Gesichtsmaske, Kopf-Kinn-Kappe, Fränkel-III-Apparatur) (Toffol et al. 2008), herausnehmbaren Apparaturen (Tränkmann et al. 2001), einer Therapie mit einer maxillären Protraktion mittels Gesichtsmaske ohne (Yavuz et al. 2009) und mit gleichzeitiger maxillärer Expansion mittels forcierter Gaumennahterweiterung (Baccetti et al. 2000a; Baccetti et al. 1998; Franchi et al. 2004, 1998; Mandall et al. 2016) sowie eine Therapie mit einem herausnehmbaren mandibulären Retraktor (RMR) (Baccetti und Tollaro 1998) bzw. einer Kopf-Kinn-Kappe (Wendl et al. 2017).

Outcomes Die skelettale Lagebeziehung von Oberkiefer und Unterkiefer wurde in den meisten Studien mittels kephalometrischer Messungen im Fernröntgenseitenbild (FRS) bestimmt, wobei für den Oberkiefer meist der SNA-Winkel und die vordere Oberkiefergrenze (Co-A- und Nperp-A-Abstände) und für den Unterkiefer der SNB-Winkel bzw. die Unterkieferlänge (Co-Gn bzw. Co-Pog) als Zielparameter gewählt wurden sowie für die Kieferlagebeziehung der ANB-Winkel nach Riedel und das Wits-Appraisal. Dentoalveoläre Parameter zur Bestimmung der Zahnstellung, Zahnbogenform bzw. der kaufunktionellen Okklusion waren u.a. eine sagittale Klasse-III-Okklusion im Seitenzahnggebiet ($\frac{1}{4}$ -1 Prämolarenbreiten) sowie der Overjet im Frontzahnbereich. Zur Beurteilung der dentofazialen Ästhetik des Weichteilprofils wurde in den meisten Studien Fotos verwendet, die das Profil des Patienten zeigen und anhand einer Likhert-Skala als angemessen oder unzureichend bewertet wurden, oder es wurde eine metrische Analyse des Weichteilprofils durchgeführt (Lippenprofil, Gesichtskonvexität etc.).

Bewertung Eine kieferorthopädische Therapie im Milchgebiss scheint bei Patienten mit Klasse III zu größeren skelettalen Veränderungen zu führen als im Wechselgebissstadium (Toffol et al. 2008). In der Studie von Tränkmann et al. (2001) wurde ein Behandlungsbeginn im Alter von 5,3 Jahren mit dem im Alter von 8,0 Jahren verglichen. Die Behandlungsdauer im Milchgebiss ($5,4 \pm 2,1$ Monate) war signifikant kürzer als bei Behandlungsbeginn im frühen Wechselgebiss ($21,1 \pm 9,7$ Monate). Fernröntgenseitenbilder zeigten bei Therapiebeginn im Milchgebiss eine signifikante Reduktion des Gonionwinkels. Außerdem wurden die Schneidezähne des Ober- und Unterkiefers signifikant protrudiert. Insgesamt ergab die Frühbehandlung im Milchgebiss bessere dentoalveoläre Behandlungsergebnisse bei besserer Mitarbeit des Patienten und kleinerem apparativen Aufwand (Tränkmann et al. 2001). Wenn die Therapie im frühen Wechselgebiss beginnt, scheint sie günstigere skelettale Veränderungen im kraniofazialen System hervorzurufen, verglichen mit der gleichen Behandlung, die im späten Wechselgebiss begonnen wurde (Toffol et al. 2008; Tränkmann et al. 2001). Diese Ergebnisse werden von Baccetti et al. (2000a; 1998) und Franchi et al. (2004, 1998) bestätigt. Die Behandlung im frühen Wechselgebiss induzierte günstigere kraniofaziale skelettale Veränderungen im Vergleich zu einer ähnlichen Behandlung im späten Wechselgebiss. Insbesondere eine effektive Vorwärtsverlagerung des Oberkiefers wurde als Ergebnis der frühen Behandlung erreicht, während die Gruppe der späten Behandlung keine signifikante Verbesserung des Oberkieferwachstums in Bezug auf korrespondierende unbehandelte Kontrollen bewirkte (Baccetti et al. 2000a; Baccetti et al. 1998). Obwohl sowohl frühe als auch späte Gesichtsmaskenbehandlungen die Protrusion des Unterkiefers verringerten, wurden nur in der frühen Behandlungsgruppe eine signifikant kleinere Zunahme der Unterkiefergesamtlänge registriert, die mit einer stärkeren Aufwärts- und Vorwärtsrichtung des Kondylenwachstums verbunden war (Baccetti et al. 2000a; Baccetti et al. 1998). Die Behandlung einer Anomalie der Klasse III im Milchgebiss kann aufgrund einer nach oben-vorne gerichteten Richtung des

Kondylenwachstums zu einer signifikanteren anterioren morphogenetischen Rotation des Unterkiefers führen, was zu einer verringerten Protrusion des Unterkiefers und einer verringerten Gesamtlänge führt (Baccetti und Tollaro 1998). Die Therapie ist also am effektivsten, wenn sie in einer frühen Entwicklungsphase des Gebisses beginnt und nicht in späteren Stadien in Bezug auf unbehandelte Kontrollgruppen der Klasse III (Franchi et al. 2004). Eine frühe Behandlung führt zu signifikant günstigeren postpubertären Veränderungen sowohl im Oberkiefer als auch Unterkiefer, während eine späte Behandlung nur eine signifikante Einschränkung des Unterkieferwachstums hervorruft (Franchi et al. 2004). Wie Langzeitergebnisse von Wendl et al. (2017) bei früh behandelten (jünger als 9 Jahre) und spät behandelten Patienten (älter als 9 Jahre, aber vor dem pubertären Wachstumsschub) zeigen, ist die skelettale Diskrepanz zwischen Ober- und Unterkiefer in der Spätbehandlungsgruppe auch 25 Jahre nach Therapieende stärker ausgeprägt. Insgesamt bewirkte die Frühbehandlung daher größere skelettale Veränderungen, vor allem in Bezug auf die Unterkieferlänge, Ramushöhe und die Wachstumsrichtung (Gonionwinkel), bei geringerer dentaler Kompensation.

Patienten, die im späten Wechselgebiss behandelt wurden, profitieren jedoch weiterhin von der Behandlung, allerdings in geringerem Maße (Franchi et al. 2004). Bei Patienten der Klasse III, die im späten Wechselgebiss behandelt wurden, wird eine Rückwärtsrotation des Unterkiefers beobachtet, die mit einer Zunahme der unteren vorderen Gesichtshöhe verbunden ist (Baccetti et al. 2000a). Die durch die Behandlung induzierte dento-alveoläre Protrusion des Oberkiefers ist bei Patienten, die in einem späteren Alter behandelt werden, größer, wohingegen skelettale Veränderungen bei Kindern, die im Milchgebiss behandelt wurden, signifikant ausgeprägter waren (Baccetti und Tollaro 1998). In einer Untersuchung ausschließlich an Mädchen im Alter von 11,8 bzw. 14,0 Jahren konnten in beiden Altersgruppen gute therapeutische Ergebnisse mit erfolgreicher Korrektur der Klasse-III-Anomalie erzielt werden, wobei eine Behandlung mit Gesichtsmaske bei Heranwachsenden effektiver als bei den jungen Erwachsenen sein kann (Yavuz et al. 2009).

Eine frühe Protraktions-Gesichtsmaskenbehandlung konnte den Bedarf an orthognathen Operationen erfolgreich reduzieren (Mandall et al. 2016). In der Kontrollgruppe wurde angenommen, dass 21 (66%) eine orthognathe Operation benötigen, verglichen mit nur 12 (36%) der Patienten in der Therapiegruppe ($P = 0,026$). Der prozentuale Unterschied zwischen den Gruppen betrug 30% (95% KI: 6% bis 53%). Dies kann als nicht-angepasstes relatives Odds-Ratio von 3,34 (95% KI: 1,21–9,24) ausgedrückt werden. Es bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit, eine Operation zu benötigen, ca. 3,34 Mal höher ist, wenn keine maxilläre Protaktion durchgeführt wird. Im Panel-Konsensusverfahren wurden Vorkehrungen getroffen, um Verzerrungen zu minimieren. Das Panel bestand aus sieben kieferorthopädischen und chirurgischen Experten. Die verwendeten Aufzeichnungen (extraorale und intraorale Fotografien, klinische Overjet-Messungen und kephalometrische Variablen) waren verblindet, sodass den Panelmitgliedern nicht bekannt war, ob der Patient zur Behandlungsgruppe oder zur Kontrollgruppe gehörte. Die Grundlage für die Einschätzung zur Wertigkeit einer maxillären Protraktion zur Reduktion des OP-Bedarfs bei Klasse-III-Patientinnen und Patienten basiert auf nur einer randomisierten klinischen Studie, wobei aufgrund der Qualität dieser Studie diese jedoch verallgemeinert werden kann, da die Daten in der "realen" klinischen Umgebung an mehreren Standorten gesammelt wurden. Das beschriebene Protokoll kann in Kliniken und Praxen durchgeführt werden. Bei den Patienten, die an der Studie teilnahmen, kann davon ausgegangen werden, dass sie ein Ansprechen auf die Behandlung zeigten, das in einer breiteren Bevölkerung (im Alter von bis zu 10 Jahren) reproduziert werden kann.

8 Kieferorthopädische Therapie transversaler Anomalien

8.1 Schlüsselfrage 5 – Kieferorthopädische Frühbehandlung

| | |
|---|-----------------------|
| <p>Statement 17: Transversale Anomalien – Frühbehandlung – skelettale und dentoalveoläre Verbesserungen und Verbesserung der Atmung</p> | |
| <p>Eine kieferorthopädische Frühbehandlung im Milch- bzw. frühen Wechselgebiss führt – je nach beabsichtigter Therapie – bei einer transversalen Anomalie im Vergleich zu einer nicht durchgeführten kieferorthopädischen Behandlung zu</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) einer Verbesserung im Hinblick auf die skelettale Lagebeziehung von Oberkiefer und Unterkiefer (LoE 1++, 1+, 2+), (2) zu dentoalveolären Verbesserungen bezüglich der Zahnstellung, Zahnbogenform bzw. der kaufunktionellen Okklusion (LoE 1++, 1+, 2+). <p>Darüber hinaus gibt es Hinweise, dass die maxilläre Expansion die oberen Luftwege vergrößert (LoE 2+).</p> <p><i>Abstimmung: 19/1/0 (ja, nein, Enthaltung)</i></p> | <p>Konsens</p> |
| <p>Literatur: (Agostino et al. 2014; Bucci et al. 2019; Defraia et al. 2008; Erdinc et al. 1999; Geran et al. 2006; Godoy et al. 2011; Harrison und Ashby 2001; Lippold et al. 2013; Mutinelli et al. 2015; Mutinelli und Cozzani 2015; Petren und Bondemark 2008; Sollenius et al. 2019; Tai et al. 2011; Zhou et al. 2014a)</p> | |
| <p>Evidenzgrad: 1++</p> | |

Einführung Die kieferorthopädische Frühbehandlung transversaler Anomalien umfasst zeitlich begrenzte Behandlungsmaßnahmen im Milch- und frühen Wechselgebiss (einschließlich der Ruhephase des Wechselgebisses), d.h. vor dem 10. Lebensjahr, welche vor allem eine transversale Expansion des Oberkiefers bzw. oberen Zahnbogens, die Beseitigung lateraler Kreuz- und Zwangsbisse sowie Normalisierung der Funktion des orofazialen Systems zum Ziel haben (Harzer 2021). Hierzu kommen meist herausnehmbare intraorale Plattenapparaturen bzw. funktionskieferorthopädische Apparaturen zum Einsatz, aber auch festsitzende Apparaturen (Gaumennahterweiterungsapparatur) und nicht-apparative Verfahren (Myotherapie, Logopädie) (Diedrich und Berg 2000). Es soll ein frühzeitiger Ausgleich der Anomalie erreicht bzw. deren Ausprägung verringert und eine progrediente Entwicklung transversaler Anomalien verhindert werden, die sich bei Nichtbehandlung verschlimmern würden, z.B. in Form einer Gesichtsskoliose (Schopf 2008). Darüber hinaus sollen Habits bzw. orofaziale Dysfunktionen als ätiologischer Faktor von transversalen Anomalien wie dem maxillären Schmalkiefer (Lutschhabit, Mundatmung, viszerales Schluckmuster) mit psychologischer Unterstützung (durch aufklärende Gespräche, Verstärkungsmethoden etc.) abgewöhnt und eine normale Gebissentwicklung gefördert werden (Schopf 2008). Auf eine kieferorthopädische Frühbehandlung kann im späten Wechselgebiss eine Regelbehandlung bei weiterem Therapiebedarf

folgen. Bei der Indikationsstellung einer kieferorthopädischen Frühbehandlung müssen weitere Faktoren wie Länge der Gesamtbehandlung, Effizienz der Behandlung, Ausmaß der Anomalie und patientenindividuelle Faktoren berücksichtigt werden.

Studientypen Für die Fragestellung, ob eine kieferorthopädische Frühbehandlung im Milch- bzw. frühen Wechselgebiss bei einer transversalen Anomalie zu einer Verbesserung im Hinblick auf die skelettale Lagebeziehung von Oberkiefer und Unterkiefer, zu dentoalveolären Verbesserungen bezüglich der Zahnstellung, Zahnbogenform bzw. der kaufunktionellen Okklusion sowie zu Verbesserungen des nasopharyngealen und oropharyngealen Luftraumes führt bzw. führen kann, wurden zwei Cochrane-Reviews aufgefunden (Qualität +++/++, LoE 1+/1+), jeweils basierend auf 3 randomisiert-kontrollierten klinischen Studien und 3 kontrollierten klinischen Studien (Harrison und Ashby 2001) bzw. auf 15 inkludierten Studien (Agostino et al. 2014), sowie zwei systematische Reviews, jeweils basierend auf 2 randomisiert-kontrollierten klinischen Studien und 12 kontrollierten klinischen Studien (N=1048) (Qualität +++, LoE 1++) (Zhou et al. 2014a) bzw. 8 systematischen Reviews (N=1189) (Qualität ++, LoE 2+) (Bucci et al. 2019). Weiterhin konnten 4 randomisiert-kontrollierte klinische Studien (RCTs) (Qualität ++, LoE 1++) (Godoy et al. 2011; Lippold et al. 2013; Petren und Bondemark 2008; Sollenius et al. 2019) sowie 6 Kohorten- bzw. Fall-Kontroll-Studien (Qualität +, LoE 2+) identifiziert werden, welche entsprechend ausgewertet wurden.

Population In den verschiedenen Studien wurden Patienten im Milch- bzw. frühen Wechselgebiss mit transversaler Anomalie (skelettal/dental), v.a. einem posterioren lateralen Kreuzbiss, unterschiedlichen Schweregrades (u.a. uni-/bilateral, funktioneller Shift von >1mm) im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrollgruppe mit vergleichbarem Therapiebedarf jeweils mit einer entsprechend indizierten kieferorthopädischen Therapieform behandelt.

Intervention Zu den untersuchten Therapieformen zählten eine Therapie mittels Einschleifen von Vorkontakten (Milchzähne) mit/ohne einer herausnehmbaren Oberkiefer-Dehnplatte (Harrison und Ashby 2001), mittels eines Komposit-Onlays (Petren und Bondemark 2008), eine Therapie mit einer langsamen oder schnellen transversalen maxillären Expansion (Bucci et al. 2019; Zhou et al. 2014a) bzw. einer transversalen maxillären Expansion mittels Quadhelix-Apparatur (Erdinc et al. 1999; Godoy et al. 2011; Petren und Bondemark 2008; Sollenius et al. 2019), Oberkiefer-Dehnplatte (Erdinc et al. 1999; Godoy et al. 2011; Petren und Bondemark 2008; Sollenius et al. 2019; Tai et al. 2011), einer herausnehmbaren Apparatur mit Expansionsfedern (Defraia et al. 2008) oder eine Therapie mittels Gaumennahterweiterungsapparatur (Geran et al. 2006; Lippold et al. 2013; Mutinelli et al. 2015; Mutinelli und Cozzani 2015).

Outcomes Die mittels kieferorthopädischer Modellanalyse vermessene Breite des oberen und unteren Zahnbogens bzw. mittels radiologischer dreidimensionaler DVT-Bildgebung bestimmte Breite der apikalen Basis des Oberkiefers und Unterkiefers wurde in den meisten Studien neben der visuell erfassbaren transversalen Verzahnungssituation im Seitenzahnbereich als Maß für die dentoalveoläre bzw. skelettale transversale Lagebeziehung herangezogen. Um die Größe des nasopharyngealen und oropharyngealen Luftraumes zu quantifizieren, wurden überwiegend dreidimensionale Volumina (digitale Volumetomografie DVT) oder zweidimensionale Messtrecken im Pharynxbereich (FRS) zur Quantifizierung der unteren als auch der oberen Atemwegsgröße verwendet.

Bewertung Die Entfernung vorzeitiger Kontakte an Milchzähnen scheint wirksam verhindern zu können, dass ein posteriorer Kreuzbiss auf das Wechselgebiss und die permanenten Zähne übertragen

wird (Harrison und Ashby 2001). Wenn das Einschleifen allein nicht effektiv ist, verringert die Verwendung einer Expansionsplatte im Oberkiefer zur Zahnbogenerweiterung das Risiko, dass ein posteriorer Kreuzbiss bis zum bleibenden Gebiss fortbesteht (Harrison und Ashby 2001). Dies wird von Agostino et al. (2014) bestätigt, welche begrenzte Evidenz auffanden, dass eine kieferorthopädische Frühbehandlung keiner Behandlung überlegen war. Posteriore Kreuzbisse korrigierten sich beim Übergang zum bleibenden Gebiss nicht spontan (Godoy et al. 2011). Zhou et al. (2014a) berichten, dass eine langsame maxilläre Expansion wirksam den Oberkieferzahnbogen und eine schnelle maxilläre Expansion wirksam Ober- und Unterkieferzahnbögen erweitern kann. Mittels dentoalveolärer Expansion können die transversalen Abmessungen des oberen Zahnbogens im Vergleich zu den Kontrollen signifikant vergrößert werden, wobei der dentoalveoläre Anteil deutlich überwiegt und das Weichgewebe nahezu nicht beeinflusst wird (Tai et al. 2011). Während des Beobachtungszeitraums wurde in der Studie von Defraia et al. (2008) eine signifikante Zunahme der Breite des oberen Zahnbogens um $4,94 \pm 1,55$ mm festgestellt, während diese bei den Kontrollen nur $1,45 \pm 1,24$ mm betrug. Petren und Bondemark (2008) konnten feststellen, dass ein posteriorer Kreuzbiss bei allen Patienten mittels Quadhelix erfolgreich korrigiert wurde. In der Expansionsplattengruppe wurden zwei Drittel (10 von 15) erfolgreich korrigiert; somit war die Erfolgsrate im Vergleich zur Quadhelix-Gruppe signifikant niedriger. In der zusammengesetzten Onlay-Gruppe wurden einige Kreuzbisse (2 von 15) korrigiert, und in der unbehandelten Kontrollgruppe trat keine spontane Korrektur auf. Eine vorhandene Mittellinienverschiebung des Unterkiefers wurde bei fast allen Patienten in der Quadhelix- und der Expansionsplattengruppe korrigiert (Petren und Bondemark 2008). Auch Sollenius et al. (2019) berichten, dass ein posteriorer Kreuzbiss bei 92,7% der früh behandelten Kinder mittels Quadhelix und bei 65,5% der früh behandelten Kinder mittels Oberkiefer-Dehnplatte korrigiert werden konnte, was auch von Erdinc et al. (1999) beobachtet wurde. Die Behandlungsdauer betrug jedoch 1,2 Jahre für die Expansionsplatte und 0,6 Jahre für die Quadhelix (Erdinc et al. 1999). Godoy et al. (2011) berichten, dass bei Kindern eine frühzeitige Korrektur eines posterioren Kreuzbisses im Mittel in 12 Monaten durchgeführt werden kann. Obwohl der posteriore Kreuzbiss durch die Quadhelix-Apparatur in relativ kurzer Zeit korrigiert wurde, verursachte die Apparatur eine beträchtliche bukkale Kippung der ersten bleibenden Molaren des Oberkiefers (Erdinc et al. 1999). Lippold et al. (2013) konnten feststellen, dass die kieferorthopädische Behandlung eines funktionellen einseitigen posterioren Kreuzbisses mit einer Gaumennahterweiterungsapparatur, gefolgt von einer U-Bügel-Aktivator-Therapie im späten Milch- und frühen Wechselgebiss, eine wirksame therapeutische Methode ist. Sie führt zu therapeutisch induzierten dreidimensionalen Wachstumseffekten im Oberkiefer (Lippold et al. 2013). Die Okklusion wird signifikant verbessert, als auch die Prognose für ein normales kraniofaziales Wachstum (Lippold et al. 2013). Auch die Therapie mit einer Acrylschienen-Gaumennahterweiterungsapparatur im Milch- bzw. frühen Wechselgebiss, gefolgt von einer festsitzenden Apparatur im bleibenden Gebiss, kann als wirksame Behandlungsoption zur Korrektur von transversalen Defiziten sowohl des Ober- als auch des Unterkieferzahnbogens angesehen werden, wenn sie langfristig bewertet werden (Geran et al. 2006; Mutinelli et al. 2015; Mutinelli und Cozzani 2015). In der Therapiegruppe wurde im Vergleich zur Kontrollgruppe eine langfristige relative Zunahme des Oberkieferbogenumfangs um ca. 4 mm und des Unterkieferbogenumfangs um 2,5 mm beobachtet (Geran et al. 2006). Zudem führte die Korrektur des Kreuzbisses mittels Gaumennahterweiterung zu größeren Zahnbogenbreiten, einer verkürzten Zahnbogenlänge und einem weniger ausgeprägtem Engstand im Vergleich zu einer nicht behandelten Kontrollgruppe (Mutinelli et al. 2015; Mutinelli und Cozzani 2015).

Darüber hinaus gibt es Hinweise, dass eine transversale maxilläre Expansion die oberen Luftwege vergrößert. Sowohl bei zwei- als auch bei dreidimensionalen Röntgenmethoden wird bei einer

maxillären Expansion eine signifikante Zunahme der Breite und des Volumens der Nasenhöhle berichtet und bei Funktionsuntersuchungen wurde eine Verringerung des Nasenwiderstands beobachtet (Bucci et al. 2019). Aufgrund der geringen bis kritisch niedrigen Qualität der systematischen Reviews, welche diese Ergebnisse unterstützen, kann diese Behandlung jedoch nicht primär nur zur Verbesserung der oberen Atemwege angezeigt werden, sondern muss durch eine kieferorthopädische Indikation unterstützt werden (Bucci et al. 2019).

8.2 Schlüsselfrage 5 – Kieferorthopädische Regel-/Spätbehandlung

| Statement 18: Transversale Anomalien – Regel-/Spätbehandlung – skelettale und dentoalveoläre Verbesserungen und Verbesserung der Atmung | |
|--|----------------|
| <p>Eine kieferorthopädische Regel-/Spätbehandlung im späten Wechselgebiss bzw. permanenten Gebiss führt – je nach beabsichtigter Therapie – bei einer transversalen Anomalie im Vergleich zu einer nicht durchgeführten kieferorthopädischen Behandlung zu</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) einer Verbesserung im Hinblick auf die skelettale Lagebeziehung von Oberkiefer und Unterkiefer (LoE 1++, 2++, 2+), (2) zu dentoalveolären Verbesserungen bezüglich der Zahnstellung, Zahnbogenform bzw. der kaufunktionellen Okklusion (LoE 1++, 2++, 2+). <p>Darüber hinaus gibt es Hinweise, dass die maxilläre Expansion die oberen Luftwege vergrößert (LoE 2+).</p> <p><i>Abstimmung: 19/1/0 (ja, nein, Enthaltung)</i></p> | Konsens |
| <p>Literatur: (Abdalla et al. 2019; Baccetti et al. 2001; Baysal et al. 2016; Bicakci et al. 2005; Bucci et al. 2019; Franchi et al. 2002; Torre und Alarcon 2012; Zhou et al. 2014a)</p> | |
| <p>Evidenzgrad: 1++</p> | |

Einführung Die kieferorthopädische Regelbehandlung transversaler Anomalien umfasst Behandlungsmaßnahmen im späten Wechselgebiss, d.h. nach dem 10. Lebensjahr, bzw. im frühen bleibenden Gebiss, welche der Korrektur der bestehenden transversalen Anomalie und assoziierter Dyskinesien/Habits (mit psychologischer Unterstützung) wie dem Lutschhabit, der Mundatmung oder einem viszeralem Schluckmuster dienen (Diedrich und Berg 2000), während eine kieferorthopädische Spätbehandlung die Erwachsenenbehandlung transversaler Anomalien im bleibenden Gebiss nach Wachstumsabschluss bezeichnet. Falls zu letzterem Zeitpunkt auch skelettale Korrekturen erforderlich werden, sind diese meist nur mittels orthognather Chirurgie, d.h. im Rahmen einer chirurgisch unterstützten Gaumennahterweiterung durchführbar (Diedrich und Berg 2000), während eine nicht-chirurgisch gestützte transversale Expansion des Zahnbogens bei schmaler apikaler Kieferbasis nur

durch Kippung der Zähne nach vestibulär oder eine Bewegung der Zahnwurzeln außerhalb ihrer knöchernen Alveole möglich ist. Im Rahmen eines zweizeitigen Vorgehens kann eine kieferorthopädische Regelbehandlung im späten Wechselgebiss oder Spätbehandlung im bleibenden Gebiss auf eine kieferorthopädische Frühbehandlung im Milch- oder frühen Wechselgebiss folgen, wenn nach deren Abschluss bzw. durch weitere Wachstumsprozesse in der Folgezeit ein weiterer Therapiebedarf besteht oder sich ergibt (Diedrich und Berg 2000).

Studientypen Für die Fragestellung, ob eine kieferorthopädische Regel- bzw. Spätbehandlung im späten Wechselgebiss bzw. bleibenden Gebiss bei einer transversalen Anomalie zu einer Verbesserung im Hinblick auf die skelettale Lagebeziehung von Oberkiefer und Unterkiefer, zu dentoalveolären Verbesserungen bezüglich der Zahnstellung, Zahnbogenform bzw. der kaufunktionellen Okklusion sowie zu Verbesserungen des nasopharyngealen und oropharyngealen Luftraumes führt bzw. führen kann, wurden zwei systematische Reviews aufgefunden, jeweils basierend auf 2 randomisiert-kontrollierten klinischen Studien und 12 kontrollierten klinischen Studien (N=1048) (Qualität +++, LoE 1++) (Zhou et al. 2014a) bzw. auf 8 systematischen Reviews (N=1189) (Qualität ++, LoE 2+) (Bucci et al. 2019). Weiterhin konnten eine randomisiert-kontrollierte klinische Studie (RCTs) (Qualität ++, LoE 1++) (Baysal et al. 2016) und 5 Kohorten- bzw. Fall-Kontroll-Studien (Qualität ++/+, LoE 2++/2+) identifiziert werden, welche entsprechend ausgewertet wurden.

Population In den verschiedenen Studien wurden Patienten im späten Wechselgebiss bzw. bleibenden Gebiss mit transversaler Anomalie (skelettal/dental), v.a. einem posterioren lateralen Kreuzbiss, unterschiedlichen Schweregrades (u.a. uni-/bilateral, funktioneller Shift von >1mm) im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrollgruppe mit vergleichbarem Therapiebedarf jeweils mit einer entsprechend indizierten kieferorthopädischen Therapieform behandelt.

Intervention Zu den untersuchten Therapieformen zählten eine Therapie mit einer langsamen oder schnellen transversalen maxillären Expansion (Bucci et al. 2019; Zhou et al. 2014a) bzw. eine Therapie mittels forcierter Gaumennahterweiterungsapparatur (Abdalla et al. 2019; Baccetti et al. 2001; Baysal et al. 2016; Bicakci et al. 2005; Franchi et al. 2002; Torre und Alarcon 2012).

Outcomes Die mittels kieferorthopädischer Modellanalyse vermessene Breite des oberen und unteren Zahnbogens bzw. mittels radiologischer dreidimensionaler DVT-Bildgebung bestimmte Breite der apikalen Basis des Oberkiefers und Unterkiefers wurde in den meisten Studien neben der visuell erfassbaren transversalen Verzahnungssituation im Seitenzahnbereich als Maß für die dentoalveoläre bzw. skelettale transversale Lagebeziehung herangezogen. Um die Größe des nasopharyngealen und oropharyngealen Luftraumes zu quantifizieren, wurden überwiegend dreidimensionale Volumina (digitale Volumentomografie DVT) oder zweidimensionale Messtrecken im Pharynxbereich (FRS) zur Quantifizierung der unteren als auch der oberen Atemwegsgröße verwendet.

Bewertung Zhou et al. (2014a) berichten, dass eine langsame maxilläre Expansion wirksam den Oberkieferzahnbogen und eine schnelle maxilläre Expansion wirksam Ober- und Unterkieferzahnbögen erweitern kann. Langfristig führte die Expansionstherapie zu einer dauerhaften Vergrößerung der transversalen Abmessungen sowohl der dentoalveolären als auch der skelettalen Komponenten des Oberkiefers (Baccetti et al. 2001). In der früher behandelten Gruppe (spätes Wechselgebiss, ca. 11 Jahre) trat im Vergleich zu den Kontrollen eine signifikante Zunahme der Oberkieferbreite (ca. 3,0 mm), lateronasalen Breite (ca. 2,3 mm) und des transversalen Intermolareabstandes (1. Molar) des Oberkiefers (ca. 2,7 mm) auf. Die später behandelte Gruppe

(permanentes Gebiss, ca. 13,7 Jahre) zeigte im Vergleich zu den entsprechenden Kontrollen eine signifikante Zunahme der lateronasalen Breite (ca. 1,5 mm) und der Oberkieferbreite (ca. 3,5 mm), als auch des transversalen Intermolarenabstandes (1. Molar) des Unterkiefers (ca. 2,3 mm). Signifikante Langzeitveränderungen in der spät behandelten Gruppe betrafen daher hauptsächlich dentoalveoläre Strukturen ohne dauerhafte Vergrößerung der skelettalen Breite des Oberkiefers (Baccetti et al. 2001). In beiden Behandlungsgruppen traten klinisch günstige und ähnliche Veränderungen der transversalen dentoalveolären Messungen auf. Obwohl nicht signifikant, war die Zunahme der Oberkieferbreite in der früher behandelten Gruppe größer (ca. 0,6 mm) (Baccetti et al. 2001). Eine forcierte Gaumennahterweiterung führte zu einer dauerhaften Verbreiterung der knöchernen nasalen Basis im Gegensatz zu einer unbehandelten Kontrollgruppe (Beobachtungszeitraum 6 Monate) (Baysal et al. 2016), wie aus der signifikanten bilateralen Ausdehnung in der horizontalen Ebene der Nasenregion ($P < 0,01$) in der Therapiegruppe hervorgeht (Franchi et al. 2002). Das anfängliche transversale Defizit des Oberkiefers in der Therapiegruppe wurde durch Gaumennahterweiterung sowohl kurz- als auch langfristig beseitigt (Abdalla et al. 2019; Franchi et al. 2002; Torre und Alarcon 2012).

Darüber hinaus gibt es Hinweise, dass eine transversale maxilläre Expansion die oberen Luftwege vergrößert. Sowohl bei zwei- als auch bei dreidimensionaler radiologischer Bildgebung wird bei einer maxillären Expansion eine signifikante Zunahme der Breite und des Volumens der Nasenhöhle berichtet und bei Funktionsuntersuchungen wurde eine Verringerung des Nasenwiderstands beobachtet (Bucci et al. 2019). Kinder mit transversalem Defizit zeigten vor Gaumennahterweiterung einen signifikant niedrigeren Nasenluftstrom ($60,91 \pm 13,13$ l / min) als die Kontrollgruppe ($94,50 \pm 9,89$ l / min) ($P < 0,001$) (Torre und Alarcon 2012). Sechs Monate nach Gaumennahterweiterung wurde in der Studiengruppe ($36,43 \pm 22,61$) eine signifikante Verbesserung des Peak Nasal Inspiratory Flow (PNIF) gegenüber der Kontrollgruppe ($1,64 \pm 4,68$) beobachtet (Torre und Alarcon 2012). Neben der Erweiterung des Oberkiefers erhöht eine Gaumennahterweiterung wirksam die Minimum Cross-Sectional Area (MCA) in der Nasenhöhle, die bei beiden Patientengruppen, die vor dem Pubertätspeak und nach dem Pubertätswachstumsschub behandelt wurden, in hohem Maße für den Nasenwiderstand verantwortlich ist (Bicakci et al. 2005). Eine forcierte Gaumennahterweiterung kann jedoch basierend auf der verfügbaren Evidenz nicht primär nur zur Verbesserung der oberen nasopharyngealen Atemwege empfohlen werden, sondern es muss für die Therapie eine kieferorthopädische Indikation vorliegen (Bucci et al. 2019).

8.3 Schlüsselfrage 6 – Kieferorthopädische Früh- vs. Regel-/Spätbehandlung

| Empfehlung 19: Idealer Behandlungszeitpunkt transversaler Anomalien | | |
|--|----------------------------|----------|
| Die Therapie einer ausgeprägten skelettalen bzw. dentalen transversalen Anomalie <u>sollte</u> im Oberkiefer frühzeitig begonnen werden, um bei jungen Patienten die hohe Adaptivität der maxillären Strukturen auszunutzen, muskulären Fehlfunktionen entgegenzuwirken und eine koordinierte transversale und sagittale Weiterentwicklung der Kiefer zu ermöglichen. | starker Konsens | B |
| <i>Abstimmung: 20/0/0 (ja, nein, Enthaltung)</i> | | |
| Literatur: (Baccetti et al. 2001; Bicakci et al. 2005) | | |
| Evidenzgrad: 2++ | | |

Einführung Der ideale Behandlungszeitpunkt wird bei transversalen Anomalien kontrovers diskutiert, vor allem bezüglich der Effizienz, der Belastung und dem Behandlungsaufwand einer Früh-, Regel- bzw. Spätbehandlung im Vergleich. Der Behandlungsbeginn kann prinzipiell entweder im Milch- bzw. frühen Wechselgebiss (Frühbehandlung), im späten Wechselgebiss (Regelbehandlung) oder erst mit der permanenten Dentition (Spätbehandlung) stattfinden. Der frühe Therapiebeginn im Milch-/ frühen Wechselgebiss kann dabei als alleinige Therapie oder als Teil einer zweiphasigen Therapiestrategie erfolgen, während bei einem regulären bzw. späten Therapiebeginn eine Einphasentherapie die Regel ist.

Studientypen Für die Fragestellung, ob ein frühzeitiger kieferorthopädischer Therapiebeginn bei einer transversalen Anomalie Vorteile gegenüber einem späteren Therapiebeginn hat bzw. haben kann, wurde zwei Kohorten- bzw. Fall-Kontroll-Studien (Qualität ++/+, LoE 2++/2+) aufgefunden, welche entsprechend ausgewertet wurden.

Population und Intervention In den verschiedenen Studien wurden Patienten im späten Wechselgebiss bzw. bleibenden Gebiss mit transversaler Anomalie (skelettal/dental), v.a. einem posterioren lateralen Kreuzbiss, unterschiedlichen Schweregrades im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrollgruppe mit vergleichbarem Therapiebedarf jeweils mit einer forcierten Gaumennahterweiterungsapparatur behandelt.

Outcomes Die mittels kieferorthopädischer Modellanalyse vermessene Breite des oberen und unteren Zahnbogens bzw. mittels radiologischer dreidimensionaler Bildgebung bestimmte Breite der apikalen Basis des Oberkiefers und Unterkiefers wurde in den meisten Studien neben der visuell erfassbaren transversalen Verzahnungssituation im Seitenzahnbereich als Maß für die dentoalveoläre bzw. skelettale transversale Lagebeziehung herangezogen. Um die Größe des nasopharyngealen und oropharyngealen Luftraumes zu quantifizieren, wurden überwiegend dreidimensionale Volumina (digitale Volumentomografie DVT) oder zweidimensionale Messtrecken im Pharynxbereich (FRS) zur Quantifizierung der unteren als auch der oberen Atemwegsgröße verwendet.

Bewertung Eine forcierte Gaumennahterweiterung kann stärkere transversale kraniofaziale Veränderungen auf skelettaler Ebene hervorrufen, wenn die Patienten vor dem Höhepunkt der skelettalen Maturation behandelt wurden (Bicakci et al. 2005). Obwohl statistisch nicht signifikant, zeigten Patienten, die vor dem Pubertätspeak behandelt wurden, einen stärkeren Anstieg der Minimum Cross-Sectional Area (MCA) der Nasenhöhle und damit des nasopharyngealen Luftraumes und der Anstieg blieb stabiler (Bicakci et al. 2005). Signifikante Langzeitveränderungen bei einer Therapie im permanenten Gebiss nach dem pubertären Wachstumspeak betrafen hauptsächlich dentoalveoläre Strukturen ohne dauerhafte Vergrößerung der skelettalen Breite des Oberkiefers (Baccetti et al. 2001). Die Zunahme der Oberkieferbreite war bei einer Behandlung vor dem pubertären Wachstumspeak größer (Baccetti et al. 2001).

9 Kieferorthopädische Therapie vertikaler Anomalien

Aufgrund der Komplexität der Fragestellung wurde im Rahmen der Konsensuskonferenz einstimmig beschlossen - *Abstimmung: 20/0/0 (ja, nein, Enthaltung)* - die Schlüsselfragen 5 und 6 im Bezug auf vertikale Anomalien im Rahmen der vorliegenden Version der Leitlinie vorerst nicht zu bearbeiten und erst in einer künftigen Aktualisierung der Leitlinie nach erneuter systematischer Literaturrecherche unter enger Einbindung aller an der Leitlinie beteiligten Fachgesellschaften und Vereinigungen zu berücksichtigen.

10 Kieferorthopädische Therapie des Zahnengstandes

Aufgrund der Komplexität der Fragestellung wurde im Rahmen der Konsensuskonferenz einstimmig beschlossen - *Abstimmung: 20/0/0 (ja, nein, Enthaltung)* - die Schlüsselfragen 5 und 6 im Bezug auf den Zahnengstand im Rahmen der vorliegenden Version der Leitlinie vorerst nicht zu bearbeiten und erst in einer künftigen Aktualisierung der Leitlinie nach erneuter systematischer Literaturrecherche unter enger Einbindung aller an der Leitlinie beteiligten Fachgesellschaften und Vereinigungen zu berücksichtigen.

11 Zusammenfassung – Klinische Implikationen

Klasse-II-Anomalien sind eine heterogene Gruppe innerhalb der Kieferorthopädie und können zu verschiedenen Behandlungszeitpunkten jeweils unterschiedlich therapeutisch angegangen werden. Ein frühzeitiges Eingreifen erscheint insbesondere bei sehr ausgeprägten Fehllagen und Frontzahnstufen, auch aufgrund der nachfolgenden Traumagefahr für die oberen Schneidezähne, sinnvoll. Ansonsten weisen Klasse-II-Anomalien die Möglichkeit auf, dass sie wirksam in der späten Wechselgebissphase und auch im frühen permanenten Gebiss therapeutisch angegangen werden können. Bei einem Eingreifen jenseits des pubertären Wachstumsgipfels bestehen durch festsitzende Klasse-II-Therapien immer noch erfolgversprechene Möglichkeiten zur dentoalveolären Korrektur, wobei der skeletale Therapieanteil zunehmend geringer wird. In spezifischen Fällen kann auch eine Camouflage der Klasse II in Betracht gezogen werden. Bei Wachstumsabschluss besteht die Möglichkeit einer operativen Bisslagekorrektur, insbesondere wenn extraorale Abweichungen dies nahelegen bzw. wenn aufgrund der Komplexität des Behandlungsfalls (z.B. zusätzliche skeletale Abweichungen in anderen Raumebenen) eine rein dentoalveoläre Korrektur den biologischen Spielraum der notwendigen Zahnbewegungen überschreiten würde.

Klasse-III-Anomalien sind ebenfalls eine heterogene Gruppe innerhalb der Kieferorthopädie und können zu verschiedenen Behandlungszeitpunkten jeweils unterschiedlich therapeutisch angegangen werden. Die Behandlungsoptionen reichen im Wechselgebiss von einfachen Maßnahmen der dentoalveolären Korrektur, beispielsweise Überstellung eines frontalen Kreuzbisses, und interzeptiven Maßnahmen zur koordinierten Weiterentwicklung der Kiefer hin zu skelettal kieferorthopädischen Maßnahmen der Wachstumsbeeinflussung des Ober- und Unterkiefers. Es gibt hierbei Hinweise, dass sowohl dentoalveoläre als auch skeletale therapeutische Maßnahmen frühzeitig, z.B. im frühen Wechselgebiss, begonnen werden sollten, um insbesondere im Oberkiefer das Potential für eine positive Wachstumsbeeinflussung voll ausnutzen können. Aktivierungsprotokolle wie Alt-RAMEC können ggf. unter Ausnutzung skelettaler Verankerungstechniken das therapeutische Spektrum im frühen und späten Wechselgebiss sinnvoll erweitern. Die Kieferorthopädie kann jedoch auch jenseits des optimalen Behandlungszeitpunkts einen wichtigen Beitrag leisten: so kann in milden Fällen eine dentoalveoläre Kompensation in Betracht gezogen werden sowie bei Patienten mit ausgeprägten skelettalen Fehllagen der Kiefer nach Wachstumsabschluss eine kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgische Korrektur vorgenommen werden, deren erfolgreiche Umsetzung auch wesentlich von der kieferorthopädischen Vor- und Nachbehandlung abhängt.

Die Therapie einer ausgeprägten skelettalen bzw. dentalen **transversalen Anomalie** kann frühzeitig im Oberkiefer begonnen werden, um beim jungen Patienten die hohe Adaptivität der maxillären Strukturen auszunutzen, muskulären Fehlfunktionen entgegenzuwirken und eine koordinierte transversale und sagittale Weiterentwicklung der Kiefer zu ermöglichen.

12 Informationen zu dieser Leitlinie

12.1 Zusammensetzung der Leitliniengruppe

12.1.1 Redaktion und Koordination

Prof. Dr. Christopher J. Lux

Direktor der Poliklinik für Kieferorthopädie

Universitätsklinikum Heidelberg | Im Neuenheimer Feld 400 | 69120 Heidelberg

Telefon: 06221 56-6561 (Skr.) oder 56-6560 (direkt)

Telefax: 06221 56-5753

E-Mail: christopher.lux@med.uni-heidelberg.de

Fachgesellschaft: Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. (DGKFO)

Priv.-Doz. Dr. Dr. Christian Kirschneck

Stellvertretender Direktor und Ltd. Oberarzt der Poliklinik für Kieferorthopädie

Universitätsklinikum Regensburg | Franz-Josef-Strauß-Allee 11 | 93053 Regensburg

Telefon: 0941 944-6095 (Skr.) oder 944-6093 (direkt)

Telefax: 0941 944-6169

E-Mail: christian.kirschneck@ukr.de

Fachgesellschaft: Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. (DGKFO)

12.1.2 Autoren

Priv.-Doz. Dr. Dr. Christian Kirschneck

Stellvertretender Direktor und Ltd. Oberarzt der Poliklinik für Kieferorthopädie

Universitätsklinikum Regensburg | Franz-Josef-Strauß-Allee 11 | 93053 Regensburg

Telefon: 0941 944-6095 (Skr.) oder 944-6093 (direkt)

Telefax: 0941 944-6169

E-Mail: christian.kirschneck@ukr.de

Fachgesellschaft: Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. (DGKFO)

Prof. Dr. Christopher J. Lux

Direktor der Poliklinik für Kieferorthopädie

Universitätsklinikum Heidelberg | Im Neuenheimer Feld 400 | 69120 Heidelberg

Telefon: 06221 56-6561 (Skr.) oder 56-6560 (direkt)

Telefax: 06221 56-5753

E-Mail: christopher.lux@med.uni-heidelberg.de

Fachgesellschaft: Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. (DGKFO)

Prof. Dr. Dr. Peter Proff

Direktor der Poliklinik für Kieferorthopädie

Universitätsklinikum Regensburg | Franz-Josef-Strauß-Allee 11 | 93053 Regensburg

Telefon: 0941 944-6095 (Skr.) oder 944-6094 (direkt)

Telefax: 0941 944-6169

E-Mail: peter.proff@ukr.de

Fachgesellschaft: Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. (DGKFO)

12.1.3 Zeitlicher Ablauf der Leitlinienerstellung

- Die Anmeldung der Leitlinie bei der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e.V. (DGZMK) erfolgte am 03.12.2018
- Die Anmeldung der Leitlinie bei der AWMF erfolgte am 18.01.2019.
- Die Konstituierende Sitzung (KS) der Leitlinie fand am 05.06.2019 in den Räumlichkeiten der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung KZBV, Universitätsstr. 73, 50931 Köln, statt.
- Die Entwicklung, Vorbereitung und Durchführung der Literaturrecherche und Dokumentation fand im Juli/August 2019 sowie ergänzend im September 2020 statt.
- Die Beurteilung/Sichtung der Relevanz der aufgefundenen Literatur nach Titel und Abstract fand im September/Oktober 2019 sowie ergänzend im September 2020 statt.
- Die Literaturlauswertung der Volltexte mit Erstellen von Datenextraktionsheets und Evidenztabelleu sowie Bewertung der Studienqualität (SIGN/AMSTAR II) und des Evidenzlevels (SIGN) durch die drei Arbeitsgruppen fand von November 2019 bis Juni 2020 sowie ergänzend im September/Oktober 2020 statt.
- Die Evidenzbeurteilung und Formulierung von Statements/Empfehlungen/Hintergrundtexten fand von Juli 2020 bis Oktober 2020 statt
- Die Konsensuskonferenz (KK) der Leitlinie fand am 03.11.2020 online via Zoom-Konferenz statt.
- Das Verfassen der Langversion und des Leitlinienreports der Leitlinie erfolgte bis Juli 2021.
- Die Konsentierung der Langversion und des Leitlinienreports der Leitlinie mit Einarbeitung entsprechender Kommentare und Rückmeldungen durch die Leitliniengruppe (Mandatsträger) erfolgte im Umlaufverfahren vom 16.08.2021 bis 14.09.2021.
- Die externe Begutachtung der Leitlinie erfolgte nach DELBI vom 04.10.2021 bis 01.11.2021. Kommentare und Rückmeldungen von Seiten der Gutachter wurden durch die Leitlinienkoordinatoren bis 09.11.2021 in die Leitlinie eingearbeitet.
- Die Konsentierung der Langversion und des Leitlinienreports der Leitlinie durch die beteiligten Fachgesellschaften (Präsidenten) im Umlaufverfahren erfolgte vom 16.11.2021 bis 16.12.2021.
- Das Verfassen der Kurzversion und der Patienteninformation der Leitlinie erfolgte bis 16.12.2021.
- Die Veröffentlichung der Leitlinie erfolgte am 17.12.2021.
- Die Pilotstudie zur Leitlinie (Befragungen zur Anwendbarkeit, Praktikabilität und Akzeptanz, Anwendungstest in der Praxis) sowie Veröffentlichung der wissenschaftlichen Publikation zur Leitlinie in der wissenschaftlichen Fachzeitschrift „Journal of Orofacial Orthopedics“ erfolgt nach Veröffentlichung der Leitlinie im Jahr 2022.

12.1.4 Beteiligte Fachgesellschaften, Organisationen und Mandatsträger

Die an der Konstituierenden Sitzung (KS) sowie Konsensuskonferenz (KK) der Leitlinie beteiligten Fachgesellschaften und sonstige Organisationen sowie deren jeweils in der Konstituierenden Sitzung (KS) sowie Konsensuskonferenz (KK) anwesenden, mandatierten Vertreter sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:

| Fachgesellschaft/ Organisation | Abkürzung | Mandatsträger |
|---|-----------|--|
| Anmeldende Fachgesellschaften | | |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Prof. Dr. Dr. Peter Proff (Mandatsträger, Präsident DGKFO, KS, KK) Prof. Dr. Christopher J. Lux (Koordinator, KS, KK) Priv.-Doz. Dr. Dr. Christian Kirschneck (Koordinator, KS, KK) <i>nicht stimmberechtigt als Gast, ohne Einfluss auf die Inhalte der Leitlinie:</i> Prof. Dr. Jörg Lisson (Past-Präsident DGKFO, KS, KK) |
| Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde | DGZMK | <i>nicht stimmberechtigt, ohne Einfluss auf Inhalte der Leitlinie:</i> Dr. Anke Weber (Leitlinienbeauftragte, KS, KK) |
| AWMF-Fachgesellschaften | | |
| Deutsche Gesellschaft für Hals-, Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie | DGHNO KHC | Prof. Dr. med. Mark Praetorius (KS, KK) |
| Deutsche Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde | DGKiZ | Dr. Sabine Dobersch-Paulus (KS, KK) |
| Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V. | DGKJ | Dr. Burkhard Lawrenz (KK) |
| Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie | DGKJP | Prof. Dr. Romuald Brunner (-) (Stimmrecht für KK auf Prof. Proff übertragen) |

| | | |
|--|---------|---|
| Deutsche Gesellschaft für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie | DGMKG | Prof. Dr. Dr. Christian Freudlsperger (KK) |
| Deutsche Gesellschaft für Medizinische Psychologie | DGMP | Dr. Jutta Margraf-Stiksrud (KS, KK) |
| Deutsche Gesellschaft für Parodontologie | DG PARO | Priv.-Doz. Dr. Christian Graetz (KK) |
| Deutsche Gesellschaft für Prothet. Zahnmedizin und Biomaterialien | DGPro | Prof. Dr. Marc Schmitter (KK) |
| Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung | DGZ | Prof. Dr. Anahita Jablonski-Momeni (KS, KK) |
| Beteiligung weiterer Fachgesellschaften / Organisationen | | |
| Arbeitsgemeinschaft für Grundlagenforschung in der DGZMK | AfG | Prof. Dr. Dr. Ralf J. Radlanski (KK) |
| Arbeitsgemeinschaft für Oral- und Kieferchirurgie | AGOKi | Patricia Parvini (KS) (Stimmrecht für KK auf Prof. Lux übertragen) |
| Bundesarbeitsgemeinschaft der PatientInnenstellen und -initiativen | BAGP | Gregor Bornes (KS, KK) |
| Bundesverband der Kinderzahnärzte | BUKIZ | Dr. Monika Prinz-Kattinger (KS, KK) |
| Bundesverband der Zahnärztinnen und Zahnärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes e.V. (BZÖG) | BZÖG | Dr. Pantelis Petrakakis |
| Deutsche Gesellschaft für ästhetische Zahnmedizin | DGÄZ | Prof. Dr. Angelika Stellzig-Eisenhauer (KS, KK) |
| Deutsche Gesellschaft für Präventivzahnmedizin | DGPZM | Dr. Lutz Laurisch (KS, KK) |
| Interdisziplinärer Arbeitskreis Oralpathologie und Oralmedizin | AKOPOM | Prof. Dr. Dr. Urs Müller-Richter, FEBOMFS (KK) |
| Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung | KZBV | Dr. Birgit Lange-Lenz (KK, Mandatsträgerin) Dr. Jörg Beck (KS, stv. Mandatsträger) |
| Verband medizinischer Fachberufe | VMF | Sylvia Gabel (KK) |

An der Leitlinienerstellung haben alle angefragten Fachgesellschaften teilgenommen und einen Mandatsträger zur Leitlinienerstellung entsendet. Alle Mandatsträger bekamen die Möglichkeit eingeräumt, den fertigen Leitlinienentwurf zu kommentieren. Alle relevanten Fach- und Interessengruppen wurden direkt im Kontext der Leitlinie eingebunden, sodass keine Einbeziehung von nicht direkt im Kontext der Leitlinie adressierten Fach- und Interessengruppen notwendig war.

12.1.5 Beteiligte Experten

Entwicklung, Vorbereitung und Durchführung der Literaturrecherche und Dokumentation

- Dr. rer. nat. Helge Knüttel, Informationswissenschaftler, Universitätsbibliothek Regensburg
- Priv.-Doz. Dr. Dr. Christian Kirschneck, Universitätsklinikum Regensburg

Beurteilung/Sichtung der Relevanz der aufgefundenen Literatur nach Titel und Abstract

- Priv.-Doz. Dr. Dr. Christian Kirschneck, Universitätsklinikum Regensburg (erster Reviewer)
- Prof. Dr. Dr. Peter Proff, Universitätsklinikum Regensburg (zweiter Reviewer)
- Prof. Dr. Christopher Lux, Universitätsklinikum Heidelberg (Klärung von Dissens)

Konzeption Datenextraktionsheets und Evidenztabellen

- Priv.-Doz. Dr. Dr. Christian Kirschneck, Universitätsklinikum Regensburg

Die **Literaturauswertung der Volltexte mit Erstellen von Datenextraktionsheets und Evidenztabellen sowie Bewertung der Studienqualität (SIGN/AXIS/AMSTAR II) und des Evidenzlevels (SIGN)** wurde durch drei Arbeitsgruppen durchgeführt, deren Mitglieder in der folgenden Tabelle aufgeführt sind (jeweils verschiedene erste/zweite Reviewer, Klärung Dissens: Priv.-Doz. Dr. Dr. Christian Kirschneck / Prof. Dr. Christopher Lux):

| Fachgesellschaft/ Organisation | Abkürzung | Experte |
|---|-----------|--|
| Arbeitsgruppe 1: Klasse-II-Anomalien | | |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Priv.-Doz. Dr. Dr. Christian Kirschneck (Sprecher, Regensburg) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Dr. Julia von Bremen (Gießen) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Prof. Dr. Angelika Stellzig-Eisenhauer (Würzburg) |

| | | |
|---|-------|--|
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Priv.-Doz. Dr. Felix Kunz (Würzburg) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Dr. Lena Goetz (Würzburg) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Dr. Stefan Keß (Würzburg) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | ZÄ Lisa Marie Widmaier (Würzburg) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Dr. Carolin Ziegler (Würzburg) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | ZÄ Anja Kunz (Würzburg) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Dr. Maximilian Bock (Würzburg) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Dr. Jana Grote (Würzburg) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Dr. Elisabeth Hübers (Würzburg) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Priv.-Doz. Dr. Agnes Schröder (Regensburg) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Dr. Eva Paddenberg (Regensburg) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Dr. Jonas Breunig (Regensburg) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Dr. Niklas Ullrich (Regensburg) |
| Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung | DGZ | Prof. Dr. Anahita Jablonski-Momeni (Marburg) |
| Deutsche Gesellschaft für Präventivzahnmedizin | DGPZM | Dr. Lutz Laurisch (Korschenbroich) |
| Arbeitsgruppe 2: Klasse-III-Anomalien | | |

| | | |
|--|-------|---|
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Prof. Dr. Christopher J. Lux (Sprecher, Heidelberg) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Dr. Ralf Erber (Heidelberg) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Dr. Sinan Şen (Heidelberg) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Dr. Christoph Roser (Heidelberg) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Priv.-Doz. Dr. Kathrin Becker (Düsseldorf) |
| Deutsche Gesellschaft für Medizinische Psychologie | DGMP | Dr. Jutta Margraf-Stiksrud (Marburg) |
| Deutsche Gesellschaft für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie | DGMKG | Prof. Dr. Dr. Christian Freudlsperger (Heidelberg) |
| Arbeitsgruppe 3: Transversale und vertikale Anomalien, Zahnengstand | | |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Prof. Dr. Dr. Ralf J. Radlanski (Sprecher, Berlin) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Prof. Dr. Philipp Meyer-Marcotty (Göttingen) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Dr. Anja Quast (Göttingen) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Dr. Daniela Klenke (Göttingen) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Dr. Petra Santander (Göttingen) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Dr. Sarah Batschkus (Göttingen) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | ZA Bernhard Wiechens (Göttingen) |
| Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. | DGKFO | Dr. Florian Behrend (Göttingen) |

| | | |
|--|--------------|--|
| Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie | DGHNO KHC | Prof. Dr. med. Mark Praetorius (Mainz) |
| Arbeitsgemeinschaft für Kieferchirurgie | AgKi | PatriKla Parvini (Kassel) |
| Bundesverband der Kinderzahnärzte | BUKiZ | Dr. Monika Prinz-Kattinger (Bad Aibling) |
| Deutsche Gesellschaft für Kinderzahnheilkunde | DGKiZ | Dr. Sabine Dobersch-Paulus (Würzburg) |

Evidenzbeurteilung und Formulierung von Statements/Empfehlungen/Hintergrundtexten

- Priv.-Doz. Dr. Dr. Christian Kirschneck, Universitätsklinikum Regensburg
- Prof. Dr. Christopher Lux, Universitätsklinikum Heidelberg
- Prof. Dr. Dr. Peter Proff, Universitätsklinikum Regensburg

Verfassen der Langversion, der Kurzversion, des Leitlinienreports und der Patienteninformation/-version der Leitlinie

- Priv.-Doz. Dr. Dr. Christian Kirschneck, Universitätsklinikum Regensburg

Externe Begutachtung der Leitlinie nach DELBI

- Prof. Dr. Dr. Gottfried Schmalz, Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie, Universität Regensburg
- Prof. Dr. James Deschner, Poliklinik für Parodontologie und Zahnerhaltung, Universität Mainz
- Prof. Dr. Adriano Crismani, Poliklinik für Kieferorthopädie, Universität Innsbruck (Österreich)

12.1.6 Patientenbeteiligung

Die Leitlinie wurde unter Beteiligung von Patientenvertretern (Gregor Bornes, BAGP) erstellt. Durch die Beteiligung des Patientenvertreters an der konstituierenden Sitzung und der Konsensuskonferenz mit Formulierung/Diskussion der Schlüsselfragen und der Statements/Empfehlungen wurden die Ansichten und Präferenzen von Patienten ermittelt und einbezogen.

12.1.7 Methodische Begleitung

- Dr. Susanne Blödt, MScPH (AWMF, Konstituierende Sitzung)
- Dr. Monika Nothacker, MPH (AWMF, Konsensuskonferenz)
- Dr. Anke Weber, MSc (DGZMK, Leitlinienbeauftragte)

12.2 Methodische Grundlagen

Die Methodik zur Erstellung dieser Leitlinie richtet sich nach dem AWMF-Regelwerk (Version 2.0 vom 19.11.2020), dem Manual Systematische Recherche für Evidenzsynthesen und Leitlinien. 2. Auflage (01.04.2019) und dem „SIGN 50 - A guideline developer's handbook“ (Revised edition 2015)

Quellen:

- Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) - Ständige Kommission Leitlinien. AWMF-Regelwerk „Leitlinien“. 2. Auflage 19.11.2020. (<http://www.awmf.org/leitlinien/awmf-regelwerk.html>)
- Cochrane Deutschland Stiftung, Institut für Evidenz in der Medizin, Institut für Medizinische Biometrie und Statistik, Freiburg, Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften – Institut für Medizinisches Wissensmanagement, Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin. Manual Systematische Recherche für Evidenzsynthesen und Leitlinien. 2. Auflage (01.04.2019).
Verfügbar: Cochrane Deutschland: <https://www.cochrane.de/de/literaturrecherche>;
AWMF: <https://www.awmf.org/leitlinien/awmf-regelwerk/II-entwicklung.html>;
ÄZQ: <https://www.aeqz.de/aeqz/publikationen/azq-partner#literaturrecherche>. DOI: 10.6094/UNIFR/149324, <https://freidok.uni-freiburg.de/data/149324>.
- Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN). SIGN 50: a guideline developer's handbook. Edinburgh: SIGN; 2015. (SIGN publication no. 50). [November 2015]. Available from URL: <http://www.sign.ac.uk>

12.3 Literaturrecherche

Eine ausführliche Beschreibung zur Literaturrecherche finden Sie im Leitlinienreport dieser Leitlinie.

12.4 Evidenzbewertung

Die Literaturlauswertung der Volltexte mit Erstellen von Datenextraktionsheets und Evidenztabelleu sowie Bewertung der Studienqualität (SIGN/AXIS/AMSTAR II) und des Evidenzlevels (SIGN) wurde durch drei Arbeitsgruppen durchgeführt (jeweils verschiedene erste/zweite Reviewer, Klärung Dissens: Priv.-Doz. Dr. Dr. Christian Kirschneck und Prof. Dr. Christopher Lux). Die wissenschaftliche Bewertung

der Evidenz der einzelnen Studien erfolgte für randomisiert-kontrollierte klinische Studien, Kohortenstudien und Fall-Kontroll-Studien nach SIGN (Scottish Intercollegiate Guidelines Network) (<https://www.sign.ac.uk/what-we-do/methodology/checklists/>) sowie für Meta-Analysen und systematische Reviews nach AMSTAR II (<https://amstar.ca/Amstar-2.php>) und für Querschnittsstudien nach AXIS (<https://bmjopen.bmj.com/content/6/12/e011458.full>). Dabei wurde die Qualität der Studien (bzw. ihr Risk of Bias) gemäß SIGN, AXIS bzw. AMSTAR II anhand von Checklisten graduiert in die in den folgenden Tabellen darstellten vier Grade:

| SIGN / AXIS | |
|-------------|---------------------|
| ++ | hohe Qualität |
| + | annehmbare Qualität |
| - | niedrige Qualität |
| 0 | Ablehnung |

| AMSTAR II | |
|-----------|----------------------------|
| +++ | hohe Qualität |
| ++ | moderate Qualität |
| + | niedrige Qualität |
| 0 | kritisch niedrige Qualität |

Für die Einstufung zum Evidenzlevel wurden systematische Literaturübersichten und Einzelstudien zudem qualitativ bewertet durch die Beurteilung der eingeschlossenen Studientypen. Daraus ergeben sich folgende Evidenzlevel nach SIGN (2015):

| | |
|------------|---|
| 1++ | Hohe Qualität von Metaanalysen und systematischen Literaturübersichten über randomisierte, kontrollierte Studien (RCTs) oder RCTs mit einem sehr niedrigem Biasrisiko |
| 1+ | Gut durchgeführte Metaanalysen und systematische Literaturübersichten über randomisierte, kontrollierte Studien (RCTs) oder RCTs mit einem niedrigen Biasrisiko |
| 1- | Metaanalysen und systematische Literaturübersichten über randomisierte, kontrollierte Studien (RCTs) oder RCTs mit einem hohen Biasrisiko |
| 2++ | Hohe Qualität systematischer Literaturübersichten über Fall-Kontroll-/Kohortenstudien sowie Fall-Kontroll-/Kohortenstudien mit einem sehr niedrigen Risiko für Beeinflussung oder Bias und einer hohen Wahrscheinlichkeit, dass die Zusammenhänge kausal sind. |
| 2+ | Gut durchgeführte systematische Literaturübersichten über Fall-Kontroll-/Kohortenstudien bzw. Fall-Kontroll-Studien oder Kohortenstudien mit einem niedrigen Risiko für Beeinflussung oder Bias und einer moderaten Wahrscheinlichkeit, dass die Zusammenhänge kausal sind. |
| 2- | systematische Literaturübersichten über Fall-Kontroll-/Kohortenstudien oder Artikel über Fall-Kontroll-Studien oder Kohortenstudien mit einem hohen Risiko für Beeinflussung oder Bias und einem signifikanten Risiko, dass die Zusammenhänge nicht kausal sind. |
| 3 | Artikel über nicht analytische Studien, z.B. Falldarstellungen, Fallserien oder Querschnittsstudien. |
| 4 | Expertenmeinung |

Nur Studien, welche nach SIGN, AXIS bzw. AMSTAR II eine hohe oder annehmbare bzw. moderate Qualität (und damit ein akzeptables Risk of Bias) aufwiesen, wurden im Rahmen der Leitlinie berücksichtigt. Ebenso fanden in die Leitlinie nur Studien Eingang, welche ein Evidenzlevel nach SIGN von 1++/1+ oder 2++/2+ aufwiesen. Eine Ausnahme bilden die Kapitel 4 und 5 der Leitlinie. Es werden Assoziationen zwischen kieferorthopädischen Anomalien und klinisch-medizinische Zielgrößen beleuchtet, die sich aufgrund der Thematik auch auf Evidenz aus Querschnittsstudien (SIGN-Evidenzgrad 3) stützen.

Die in den vorhergehenden Tabellen genannte Studienqualität nach SIGN/AXIS/AMSTAR II bzw. das Evidenzlevel nach SIGN werden in der Leitlinie im Rahmen der Hintergrundtexte und Statements/Empfehlungen jeweils in Klammern angegeben.

12.5 Strukturierte Konsensfindung

Im Vorfeld wurden Ziele, Vorgehensweise, Abstimmungsverfahren und Tagungsort festgelegt und hierzu die Mandatsträger eingeladen. Die Konsentierung der Statements und Empfehlungen erfolgte unter neutraler Moderation der Vertreterin der AWMF in Form eines nominalen Gruppenprozesses.

Dabei wurden folgende Punkte berücksichtigt:

- Präsentation der zu konsentierenden Statements/Empfehlungen
- Gelegenheit zu inhaltlichen Rückfragen bzw. zur Klärung der Evidenzgrundlage durch die Teilnehmer
- Vorbringen von Ergänzungs-/Änderungsvorschlägen;
- Registrierung der Stellungnahmen im Umlaufverfahren und Zusammenfassung von Kommentaren durch den Moderator
- Debattieren/Diskussion der Diskussionspunkte
- Abstimmung der Empfehlungen/Statements/Expertenkonsens und aller Alternativvorschläge;
- Schritte werden für jedes Statement/Empfehlung wiederholt
- bei Nichterreichen eines Konsenses: Diskussion und erneute Abstimmung.

12.6 Empfehlungsgraduierung und Feststellung der Konsensstärke

12.6.1 Festlegung des Empfehlungsgrades

In der Leitlinie werden zu allen evidenzbasierten Statements und Empfehlungen das Evidenzlevel der zugrunde liegenden Studien sowie bei Empfehlungen zusätzlich die Stärke der Empfehlung (Empfehlungsgrad) ausgewiesen. Die Formulierung der Empfehlungen erfolgte unter Berücksichtigung der Vorgaben der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) und des Ärztlichen Zentrums für Qualität in der Medizin (ÄZQ). Grundsätzlich orientiert sich der Empfehlungsgrad an der Stärke der verfügbaren Evidenz.

Statements Als Statements werden Darlegungen oder Erläuterungen von spezifischen Sachverhalten oder Fragestellungen ohne unmittelbare Handlungsaufforderung bezeichnet. Sie werden

entsprechend der Vorgehensweise bei den Empfehlungen im Rahmen eines formalen Konsensusverfahrens verabschiedet und können entweder auf Studienergebnissen oder auf Expertenmeinungen beruhen.

Empfehlungen Empfehlungen sind thematisch bezogene handlungsleitende Kernsätze der Leitlinie, die durch die Leitliniengruppe erarbeitet und im Rahmen von formalen Konsensusverfahren abgestimmt werden. Grundsätzlich orientiert sich der Empfehlungsgrad an der Stärke der verfügbaren Evidenz. Hinsichtlich der Stärke der Empfehlung werden in dieser Leitlinie drei Empfehlungsgrade unterschieden (siehe folgende Tabelle), die sich auch in der Formulierung der Empfehlungen jeweils widerspiegeln. Die Empfehlungsgrade berücksichtigen neben der Qualität der Evidenz auch die klinische Relevanz des Ergebnisparameters, die klinische Relevanz der Effektstärke und die Übertragbarkeit der Studienergebnisse auf die Patientenzielgruppe und das deutsche Gesundheitssystem.

| | Evidenzstärke | Empfehlung | Empfehlung gegen eine Intervention | Beschreibung |
|----------|---------------|------------|------------------------------------|-------------------|
| A | hoch | soll | soll nicht | starke Empfehlung |
| B | mäßig | sollte | sollte nicht | Empfehlung |
| O | schwach | kann | kann verzichtet werden | Empfehlung offen |

Expertenkonsens Statements und Empfehlungen, die auf Basis eines Expertenkonsenses und ohne systematische Evidenzaufbereitung beschlossen wurden, sind als Expertenkonsens ausgewiesen. In der Regel adressieren diese Empfehlungen Vorgehensweisen der guten klinischen Praxis, zu denen keine wissenschaftlichen Studien notwendig sind bzw. erwartet werden können. Basierend auf der in der vorhergehenden Tabelle angegebenen Abstufung erfolgt die entsprechende Formulierung (soll/sollte/kann).

12.6.2 Feststellung der Konsensstärke

Um die Konsensstärke festzustellen, wurden der prozentuale Anteil der stimmberechtigten Mandatsträger sowie die absolute Zahl der Zustimmungen ermittelt. Wurde kein Konsens erzielt, sind die Gründe bzw. unterschiedlichen Positionen in den jeweiligen Hintergrundtexten dargelegt.

Die Klassifizierung der Konsensstärke ist in der folgenden Tabelle dargestellt. Sie orientiert sich am Regelwerk der AWMF.

| Klassifikation der Konsensstärke | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| Starker Konsens | Zustimmung von > 95% der Teilnehmer |

| | |
|---------------------------------|--|
| Konsens | Zustimmung von > 75 bis 95% der Teilnehmer |
| Mehrheitliche Zustimmung | Zustimmung von > 50 bis 75% der Teilnehmer |
| Kein Konsens | Zustimmung von < 50% der Teilnehmer |

13 Redaktionelle Unabhängigkeit

13.1 Finanzierung der Leitlinie

Diese Leitlinie wurde von der Deutschen Gesellschaft Kieferorthopädie e.V. (DGKFO), der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- u. Kieferheilkunde e.V. (DGZMK), der Bundeszahnärztekammer (BZÄK) und der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung (KZBV) im Rahmen der Task Force Qualität gefördert durch Bewilligung von insgesamt 10.000€ für die Durchführung der systematischen Literaturrecherche und Evidenzaufarbeitung sowie für die Erstattung von nachgewiesenen Reisekosten für die Mitglieder der Leitliniengruppe und für technisches Equipment für die konstituierende Sitzung bzw. Konsensuskonferenz. Durch die Finanzierer / Unterstützer fand keine Beeinflussung in Bezug auf die Inhalte der Leitlinie statt.

13.2 Darlegung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten

Die Erstellung dieser Leitlinie erfolgte unabhängig und neutral. Alle Autoren und Teilnehmer der Leitlinienkonferenz nutzten das AWMF-Interessenkonflikt-Formular (Stand 23.05.2018) zur Offenlegung etwaiger Konflikte. Die Originale sind in der Geschäftsstelle der DGZMK hinterlegt. Die tabellarische Darstellung der Interessenkonflikt-Erklärungen liegt dem Methodenreport dieser Leitlinie im Anhang bei.

Die Interessenkonflikterklärungen der LL-Koordinatoren werden von den Präsidien der sie entsendenden Fachgesellschaften zur Kenntnis genommen und bezüglich ihrer Befangenheit bewertet. (Statement Prof. Dr. Jörg Lisson, Präsident DGKFO e.V.). Die Erklärungen der Interessenkonflikte aller anderen Mitwirkenden werden von den Leitlinien-Koordinatoren bewertet, ergänzt durch Herrn Bornes als externen, nicht DGKFO-assoziierten Gutachter. Bei Vorliegen von Interessenkonflikten wurde der Betreffende bei der für den Interessenkonflikt relevanten Leitlinienempfehlung von der Stimmabgabe ausgeschlossen. Dies ist an den entsprechenden Stellen in der Leitlinie vermerkt. Die Bewertung der Interessenerklärungen wurde unter dem Gesichtspunkt „direkte finanzielle Interessen“ und dem Gesichtspunkt „indirekte Interessen“ vorgenommen.

Direkte finanzielle Interessen:

- Berater- oder Gutachtertätigkeit in einem wissenschaftlichen Beirat eines Unternehmens der Gesundheitswirtschaft, industriellen Interessenverbänden, kommerziell orientierter Auftragsinstitute oder einer Versicherung

- Vortrags- und Schulungstätigkeiten im Auftrag eines Unternehmens der Gesundheitswirtschaft, industrieller Interessenverbände, kommerziell orientierter Auftragsinstitute oder einer Versicherung
- Finanzielle Zuwendungen für Forschungsvorhaben oder direkte Finanzierung von Mitarbeitern der Einrichtung von Seiten eines Unternehmens der Gesundheitswirtschaft, industriellen Interessenverbänden, kommerziell orientierten Auftragsinstituten oder einer Versicherung
- Eigentümerinteressen an Arzneimitteln/Medizinprodukten (z. B. Patent, Urheberrecht, Verkaufslizenz)
- Besitz von Geschäftsanteilen, Aktien mit Beteiligung von Unternehmen der Gesundheitswirtschaft.

Indirekte Interessen:

- Mitglied von in Zusammenhang mit der Leitlinienentwicklung relevanten Fachgesellschaften/ Berufsverbänden, Mandatsträger im Rahmen der Leitlinienentwicklung
- Akademische (z. B. Zugehörigkeit zu bestimmten „Schulen“), wissenschaftliche oder persönliche Interessen, die mögliche Konflikte begründen konnten
- Persönliche Beziehungen zu einem Vertretungsberechtigten eines Unternehmens der Gesundheitswirtschaft

| Graduierung des Interessenkonflikts (IK) | Kriterium, unter der Voraussetzung der Themenrelevanz |
|---|--|
| kein IK | <ul style="list-style-type: none"> • Mitglied von in Zusammenhang mit der Leitlinienentwicklung relevanten Fachgesellschaften/ Berufsverbänden, Mandatsträger im Rahmen der Leitlinienentwicklung • unbezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit • unbezahlte Autoren-/oder Koautorenschaft • Vortrags-/oder Schulungstätigkeit (für eine wissenschaftliche Fachgesellschaft, KZV/ZÄ-Kammern, Veranstaltungen mit nicht-kommerziellem Hintergrund, gemeinnützige Veranstaltungen etc.) • Berater-/Gutachtertätigkeit (für eine wissenschaftliche Fachgesellschaft, KZV/ZÄ-Kammern, Vergabe öffentlicher Fördergelder) |
| geringer IK Folge: Einschränkung der Leitungsfunktionen | <ul style="list-style-type: none"> • Berater-/Gutachtertätigkeit für ein kommerzielles Journal mit erheblichen Einnahmen • Bezahlte Autoren-/oder Coautorenschaft mit geringen Einnahmen • Vortrags-/oder Schulungstätigkeit (im Auftrag eines Unternehmens der Gesundheitswirtschaft, industrieller |

| | |
|--|--|
| | <p>Interessensverbände, kommerziell orientierter Auftragsinstitute oder einer Versicherung) < 5/Jahr</p> <ul style="list-style-type: none"> • Finanzielle Zuwendungen (Drittmittel) für Forschungsvorhaben oder klinischen Studien oder direkte Finanzierung von Mitarbeitern der Einrichtung aus öffentlichen Mitteln oder unterstützt durch eine wissenschaftliche Fachgesellschaft |
| <p>moderater IK Folge: Stimmenthaltung bei einzelnen Abstimmungen</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Berater-/Gutachtertätigkeit für Unternehmen der Gesundheitswirtschaft, industrielle Interessensverbände, kommerziell orientierte Auftragsinstitute oder einer Versicherung) • Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board) eines Unternehmens der Gesundheitswirtschaft (z.B. Arzneimittelindustrie, Medizinproduktindustrie), eines kommerziell orientierten Auftragsinstituts oder einer Versicherung • Vortrags-/oder Schaltungstätigkeit (im Auftrag eines Unternehmens der Gesundheitswirtschaft, industrieller Interessensverbände, kommerziell orientierter Auftragsinstitute oder einer Versicherung) ≥ 5/Jahr • Bezahlte Autoren-/oder Koautorenschaft mit erheblichen Einnahmen im Auftrag eines Unternehmens der Gesundheitswirtschaft, eines kommerziell orientierten Auftragsinstituts oder einer Versicherung • Finanzielle Zuwendungen (Drittmittel) für Forschungsvorhaben oder klinische Studien oder direkte Finanzierung von Mitarbeitern der Einrichtung von Seiten eines Unternehmens der Gesundheitswirtschaft, eines kommerziell orientierten Auftragsinstituts oder einer Versicherung • Persönliche Beziehungen zu einem Vertretungsberechtigten eines Unternehmens der Gesundheitswirtschaft • Akademische (z. B. Zugehörigkeit zu bestimmten „Schulen“), wissenschaftliche oder persönliche Interessen, die mögliche Konflikte begründen konnten (z.B. „einseitige“ Forschung) |
| <p>hoher IK Folge: keine Beteiligung am Abstimmungsprozess, nur schriftliche Stellungnahmen</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Eigentümerinteressen an Arzneimitteln/Medizinprodukten (z.B. Patent, Urheberrecht, Verkaufslizenz), Besitz von Geschäftsanteilen, Aktien mit Beteiligung von Unternehmen der Gesundheitswirtschaft. |

| | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">• Eigentümerinteressen an kommerziellen Fortbildungsinstituten mit themenrelevantem Fortbildungsangebot |
|--|---|

Der Umgang mit Interessenkonflikten erfolgte nach folgenden Prinzipien:

- Koordinatoren von Leitlinienprojekten sollten keine thematisch relevanten Interessenkonflikte aufweisen. In Fällen, in denen dies unvermeidbar ist (z.B. weil die Expertise und das Engagement der betroffenen Person unverzichtbar sind), sollte ein Ko-Koordinator ohne thematisch relevante Interessenkonflikte (z.B. ein Methodiker oder Fachexperte als Peer) bestellt werden oder die LL Gruppe um Abwägung und Entscheidung gebeten werden.
- Mitwirkende mit geringen Interessenkonflikten sollten keine leitende Funktion innerhalb der Leitliniengruppe ausüben (z.B. als Mitglieder von Lenkungsgruppen/ Steuergruppen, Arbeitsgruppenleiter, Hauptverantwortliche für die Evidenzaufbereitung, Moderatoren). In Fällen, in denen dies unvermeidbar ist, sollen Mitglieder ohne thematisch relevante Interessenkonflikte in Lenkungsgruppen die Mehrheit darstellen und für Einzelfunktionen sichergestellt sein, dass jeweils ein Mitglied ohne thematisch relevante Interessenkonflikte als Peer bestellt wird.
- Mitwirkende mit moderaten Interessenkonflikten sollten nicht an der Bewertung der Evidenzen und der Konsensfindung (→ Enthaltung bei einzelnen, den Interessenkonflikt berührenden Empfehlungen) teilnehmen. Sie haben, sofern auf ihr Wissen nicht verzichtet werden kann, den Status von beratenden, nicht stimmberechtigten Experten. Alternativ: Durchführung von Doppelabstimmungen (Betroffene enthalten sich im ersten Durchgang der Stimme).
- Mitwirkende mit hohen Interessenkonflikten sollten nicht an Beratungen der Leitliniengruppe teilnehmen. Ihr Wissen kann in Form von schriftlichen Stellungnahmen eingeholt werden.

Procedere der Bewertung:

- Sichtung, ob Angaben gemacht wurden
- Einschätzung, ob relevante Interessenkonflikte vorliegen
- Einschätzung des thematischen Bezugs zur Leitlinie insgesamt und/oder in Bezug auf spezifische Fragestellungen, die in der Leitlinie adressiert werden (sollen)
- Einschätzung der Relevanz von Interessenkonflikten (gering/moderat/hoch) unter Berücksichtigung von Kriterien zur Feststellung:
 - Ausprägung der Interessen und des Ausmaßes des daraus eventuell resultierenden Konflikts
 - Art der Zuwendung, Höhe der Zuwendung, Empfänger
 - Zeitraum, Frequenz, Kooperationspartner
 - Intensivität
 - Funktion der betroffenen Person innerhalb der Leitliniengruppe und ihres damit verbundenen Entscheidungs- und Ermessensspielraums
 - protektive Faktoren, die in der Leitlinie zur Anwendung kommen (systematische, unabhängige Evidenzaufarbeitung, strukturierte Konsensfindung unter neutraler Moderation mit einer repräsentativen Leitliniengruppe)

Bei keinem der Mandatsträger oder Leitlinien-Koordinatoren lag ein relevanter Interessenkonflikt vor, so dass alle Mandatsträger bzw. Leitlinien-Koordinatoren stimmberechtigt waren und das Abstimmverhalten sowie Enthaltungen somit nur im Inhalt der jeweiligen Fragestellung begründet waren.

14 Externe Begutachtung und Verabschiedung

Die vorliegende Leitlinie wurde von einem Panel von fachlich und methodisch ausgewiesenen Wissenschaftlern - Prof. Dr. Dr. h.c. Gottfried Schmalz, Universität Regensburg (Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie); Prof. Dr. James Deschner, Universität Mainz (Poliklinik für Parodontologie und Zahnerhaltung); Prof. Dr. Adriano Crismani, Universität Innsbruck, Österreich (Poliklinik für Kieferorthopädie) - begutachtet und anhand der DELBI-Kriterien bewertet. Zudem erfolgt eine externe Begutachtung in Form eines anonymen Peer-Review-Prozesses im Rahmen der Publikation zur Leitlinie, welche im „Journal of Orofacial Orthopedics“ veröffentlicht wird (<https://www.leitlinien.de/mdb/edocs/pdf/literatur/delbi-fassung-2005-2006-domaene-8-2008.pdf>).

15 Implementierung und Disseminierung

Die Empfehlungen und Statements werden nach Veröffentlichung der Leitlinie anhand einer Pilotanwendung in einer repräsentativen Gruppe von Anwendern aus Klinik und Praxis auf Brauchbarkeit, Praktikabilität und Akzeptanz überprüft. Sollten sich bei dieser Überprüfung Problembereiche oder nicht abgedeckte Felder herausstellen, so werden diese Punkte in einer Aktualisierung der Leitlinie eingearbeitet.

Aufgrund der Tatsache, dass mit Ausnahme weniger Empfehlungen überwiegend Statements formuliert werden, welche die derzeit gängige klinische kieferorthopädische Praxis weitgehend reflektieren, bestehen voraussichtlich keine Barrieren in der Implementierung der Leitlinie. Ebenso sind keine finanziellen Auswirkungen auf die bestehende Versorgungsstruktur zu erwarten.

Nach Veröffentlichung der Leitlinie auf der Homepage der AWMF, DGZMK und DGKFO zum freien digitalen Download ist die weitere Disseminierung der Inhalte durch eine wissenschaftlichen Publikation zur Leitlinie in der internationalen wissenschaftlichen Fachzeitschrift „Journal of Orofacial Orthopedics“ vorgesehen, welche von der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. (DGKFO) herausgegeben wird und an alle Mitglieder als Abonnenten automatisch zugestellt wird, sowie eine Publikation in der deutschsprachigen Fachzeitschrift der DGZMK (Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift DZZ). Weitere Publikationen in entsprechenden deutschsprachigen Fachjournalen und Zeitungen im zahnmedizinischen Bereich als auch Querschnittsbereichen sollen die Disseminierung der Inhalte an alle relevanten Zielgruppen weiter vorantreiben. Zudem sollen die Ergebnisse der Leitlinie auf den entsprechenden wissenschaftlichen Fachkongressen der relevanten beteiligten Fachgesellschaften, u.a. der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. und der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde e.V. vorgestellt werden. Weiterhin ist von Seiten der DGKFO e.V. und ihrer Mitglieder vorgesehen, die Leitlinie in der prä- und postgradualen

universitären Lehre sowie kieferorthopädischen Aus-, Weiter- und Fortbildung zu integrieren, indem diese offiziell in den entsprechenden Vorlesungen bzw. Kursen implementiert wird. Ergänzend ist für das Konzept der Implementierung als Rückkoppelungsmechanismus eine von der Leitlinienkoordination initiierte Umfrage an Anwender der Leitlinie sowie eine Durchführung von Evaluationen im Bereich der prä- und postgradualen universitären Lehre sowie kieferorthopädischen Aus-, Weiter- und Fortbildung vorgesehen, mit dessen Hilfe die Implementierung überwacht und Verbesserungspotenziale identifiziert werden können.

16 Gültigkeitsdauer und Aktualisierungsverfahren

Die Leitlinie ist ab dem Publikationsdatum bis zur nächsten Aktualisierung gültig, die Gültigkeitsdauer beträgt 5 Jahre. Die hierzu vorgesehenen Methoden und Maßnahmen decken sich mit der im Leitlinienreport angegebenen Methodik und sehen eine aktualisierte Literaturrecherche und –bewertung vor. Der Beginn der Arbeit an der Aktualisierung erfolgt ein Jahr vor Ablauf des 5-Jahres-Zeitraumes und liegt in Verantwortung der Leitlinienkoordinatoren. Die am Leitlinienprojekt beteiligten Fachgesellschaften/Organisationen haben eine schriftliche Vereinbarung zu den Verwertungsrechten der Leitlinieninhalte getroffen und räumen der AWMF das Nutzungsrecht für die elektronische Publikation im Informationssystem "AWMF online" im World Wide Web (WWW) des Internet ein. Kommentare und Hinweise für den Aktualisierungsprozess sind ausdrücklich erwünscht und können an das Leitliniensekretariat gesendet werden:

Kontaktadresse:

Priv.-Doz. Dr. Dr. Christian Kirschneck
Stellvertretender Direktor und Ltd. Oberarzt der Poliklinik für Kieferorthopädie,
Universitätsklinikum Regensburg | Franz-Josef-Strauß-Allee 11 | 93053 Regensburg
Telefon: 0941 944-6095 (Skr.) oder 944-6093 (direkt)
Telefax: 0941 944-6169
E-Mail: christian.kirschneck@ukr.de

17 Literaturverzeichnis

- Abdalla, Y.; Brown, L.; Sonnesen, L. (2019): Effects of rapid maxillary expansion on upper airway volume: A three-dimensional cone-beam computed tomography study. In: *Angle Orthod.* 019. DOI: 10.2319/101218-738.1.
- Abrahamsson, C. (2013): Masticatory function and temporomandibular disorders in patients with dentofacial deformities. In: *Swed. Dent. J. Suppl.* (231), S. 9–85.
- Abu Alhaja, E.S.J.; Al-Khateeb, S. N. (2011): Skeletal, dental and soft tissue changes in Class III patients treated with fixed appliances and lower premolar extractions. In: *Aust. Orthod. J.* 27 (1), S. 40–45.
- Abu Alhaja, E.S.J.; Richardson, A. (1999): Long-term effect of the chin cap on hard and soft tissues. In: *Eur. J. Orthodont.* 21 (3), S. 291–298.
- Agirnasligil, M. O.; Amuk, N. G.; Kilic, E.; Kutuk, N.; Demirbas, A. E.; Alkan, A. (2019): The changes of self-esteem, sensitivity to criticism, and social appearance anxiety in orthognathic surgery patients: A controlled study. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 155 (4), 482-489. DOI: 10.1016/j.ajodo.2018.05.019.
- Agostino, P.; Ugolini, A.; Signori, A.; Silvestrini-Biavati, A.; Harrison, J. E.; Riley, P. (2014): Orthodontic treatment for posterior crossbites. [Review]. In: *Cochrane Database Syst. Rev.* 014 (8), CD000979. DOI: 10.1002/14651858.CD000979.pub2.
- Agou, S.; Locker, D.; Muirhead, V.; Tompson, B.; Streiner, D. L. (2011): Does psychological well-being influence oral-health-related quality of life reports in children receiving orthodontic treatment? In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 139 (3), S. 369–377. DOI: 10.1016/j.ajodo.2009.05.034.
- Alali, O. H. (2014): A prospective controlled evaluation of Class II division 1 malocclusions treated with fixed lingual mandibular growth modifier. In: *Angle Orthod.* 84 (3), S. 527–533. DOI: 10.2319/070913-500.1.
- Alarcon, J. A.; Bastir, M.; Rosas, A.; Molero, J. (2011): Chin cup treatment modifies the mandibular shape in children with prognathism. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 140 (1), S. 38–43. DOI: 10.1016/j.ajodo.2009.10.046.
- Al-Jewair, T. S.; Preston, C. B.; Moll, E. M.; Dischinger, T. (2012): A comparison of the MARA and the AdvanSync functional appliances in the treatment of Class II malocclusion. In: *Angle Orthod.* 82 (5), S. 907–914. DOI: 10.2319/090411-569.1.
- Al-Khalifa, H. N.; Hashem, M. I.; Alanazi, K. J.; Anil, S. (2017): Orthopedic Effect of Chin Cup during Mixed Dentition Stage. In: *J. Contemp. Dent. Pract.* 18 (5), S. 410–414.
- Allen, P. F.; McMillan, A. S.; Locker, D. (2001): An assessment of sensitivity to change of the Oral Health Impact Profile in a clinical trial. In: *Community Dentist. Oral Epidemiol.* 29 (3), S. 175–182. DOI: 10.1034/j.1600-0528.2001.290303.x.
- Allen, R. A.; Connolly, I. H.; Richardson, A. (1993): Early treatment of Class III incisor relationship using the chin cap appliance. In: *Eur. J. Orthodont.* 15 (5), S. 371–376.
- Almeida, M. R. de; Flores-Mir, C.; Brandao, A. G.; Almeida, R. R. de; Almeida-Pedrin, R. R. de (2008): Soft tissue changes produced by a banded-type Herbst appliance in late mixed dentition patients. In: *World J. Orthod.* 9 (2), S. 121–131.

- Almeida, M. R. de; Henriques, J. F.; Almeida, R. R. de; Weber, U.; McNamara, J. A., JR. (2005): Short-term treatment effects produced by the Herbst appliance in the mixed dentition. In: *Angle Orthod.* 75 (4), S. 540–547. DOI: 10.1043/0003-3219(2005)75[540:STEPBT]2.0.CO.
- Almeida-Pedrin, R. R.; Almeida, M. R.; Almeida, R. R.; Pinzan, A.; Ferreira, F. P. (2007): Treatment effects of headgear biteplane and bionator appliances. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 132 (2), S. 191–198.
- Alrashed, M.; Alqerban, A. (2021): The relationship between malocclusion and oral health-related quality of life among adolescents: a systematic literature review and meta-analysis. In: *Eur. J. Orthodont.* 43 (2), S. 173–183. DOI: 10.1093/ejo/cjaa051.
- Altug-Atac, A. T.; Erdem, D. (2007): Effects of three-dimensional bimetric maxillary distalizing arches and cervical headgear on dentofacial structures. In: *Eur. J. Orthodont.* 29 (1), S. 52–59.
- Andersson, Lars (2013): Epidemiology of traumatic dental injuries. In: *Pediatr. Dent.* 35 (2), S. 102–105.
- Andiappan, M.; Gao, W.; Bernabe, E.; Kandala, N. B.; Donaldson, A. N. (2015): Malocclusion, orthodontic treatment, and the Oral Health Impact Profile (OHIP-14): Systematic review and meta-analysis. [Review]. In: *Angle Orthod.* 85 (3), S. 493–500. DOI: 10.2319/051414-348.1.
- Angelieri, F.; Franchi, L.; Cevidanes, L. H.; Scanavini, M. A.; McNamara, J. A., JR. (2014): Long-term treatment effects of the FR-2 appliance: a prospective evaluation 7 years post-treatment. In: *Eur. J. Orthodont.* 36 (2), S. 192–199. DOI: 10.1093/ejo/cjt026.
- Angermeyer, C. (2000): WHOQoL-100 und WHOQoL-bref. In: *Handbuch für die deutschsprachige Version der WHO Instrumente zur Erfassung der Lebensqualität.*
- Anthony, S. N.; Zimba, K.; Subramanian, B. (2018): Impact of Malocclusions on the Oral Health-Related Quality of Life of Early Adolescents in Ndola, Zambia. In: *Int. J. Dent.* 2018, S. 7920973. DOI: 10.1155/2018/7920973.
- Arraj, G. P.; Rossi-Fedele, G.; Doğramacı, E. J. (2019): The association of overjet size and traumatic dental injuries-A systematic review and meta-analysis. In: *Dent. Traumatol.* 35 (4-5), S. 217–232. DOI: 10.1111/edt.12481.
- Atik, E.; Gorucu-Coskuner, H.; Kocadereli, I. (2017): Dentoskeletal and airway effects of the X-Bow appliance versus removable functional appliances (Fränkel-2 and Trainer) in prepubertal Class II division 1 malocclusion patients. In: *Aust. Orthod. J.* 33 (1), S. 3–13.
- Baccetti, T.; DeClerck, H. J.; Cevidanes, L. H.; Franchi, L. (2011): Morphometric analysis of treatment effects of bone-anchored maxillary protraction in growing Class III patients. In: *Eur. J. Orthodont.* 33 (2), S. 121–125. DOI: 10.1093/ejo/cjq170.
- Baccetti, T.; Franchi, L.; Cameron, C. G.; McNamara, J. A., JR. (2001): Treatment timing for rapid maxillary expansion. In: *Angle Orthod.* 71 (5), S. 343–350.
- Baccetti, T.; Franchi, L.; McNamara, J. A., JR. (1999): Thin-plate spline analysis of treatment effects of rapid maxillary expansion and face mask therapy in early Class III malocclusions. In: *Eur. J. Orthodont.* 21 (3), S. 275–281.
- Baccetti, T.; Franchi, L.; McNamara, J. A., JR. (2000a): Treatment and posttreatment craniofacial changes after rapid maxillary expansion and facemask therapy. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 118 (4), S. 404–413.

- Baccetti, T.; Franchi, L.; Toth, L. R.; McNamara, J. A., JR. (2000b): Treatment timing for Twinblock therapy. In: *Am. J. Orthod. Dentofakl Orthop.* 118 (2), S. 159–170.
- Baccetti, T.; McGill, J. S.; Franchi, L.; McNamara, J. A., JR.; Tollaro, I. (1998): Skeletal effects of early treatment of Class III malocclusion with maxillary expansion and face-mask therapy. In: *Am. J. Orthod. Dentofakl Orthop.* 113 (3), S. 333–343.
- Baccetti, T.; Rey, D.; Oberti, G.; Stahl, F.; McNamara, J. A., JR. (2009): Long-term outcomes of Class III treatment with mandibular cervical headgear followed by fixed appliances. In: *Angle Orthod.* 79 (5), S. 828–834. DOI: 10.2319/111408-580.1.
- Baccetti, T.; Tollaro, I. (1998): A retrospective comparison of functional appliance treatment of Class III malocclusions in the dekliduous and mixed dentitions. In: *Eur. J. Orthodont.* 20 (3), S. 309–317.
- Baik, H. S.; Jee, S. H.; Lee, K. J.; Oh, T. K. (2004): Treatment effects of Fränkel functional regulator III in children with class III malocclusions. In: *Am. J. Orthod. Dentofakl Orthop.* 125 (3), S. 294–301.
- Bailey, L. J.; Phillips, C.; Proffit, W. R. (2008): Long-term outcome of surgical Class III correction as a function of age at surgery. In: *Am. J. Orthod. Dentofakl Orthop.* 133 (3), S. 365–370. DOI: 10.1016/j.ajodo.2006.04.039.
- Baram, D.; Yang, Y.; Ren, C.; Wang, Z.; Wong, R.; Hägg, U. et al. (2019): Orthodontic Treatment Need and the Psychosoklal Impact of Malocclusion in 12-Year-Old Hong Kong Children. In: *SKI. World J.* 2019, S. 2685437. DOI: 10.1155/2019/2685437.
- Barrett, A.; Baccetti, T.; McNamara, J. A., JR. (2010): Treatment effects of the light-force chin cup. In: *Am. J. Orthod. Dentofakl Orthop.* 138 (4), S. 468–476. DOI: 10.1016/j.ajodo.2008.12.024.
- BasKlftkl, F. A.; Uysal, T.; Buyukerkmen, A.; Sari, Z. (2003): The effects of activator treatment on the craniofaKlal structures of Class II division 1 patients. In: *Eur. J. Orthodont.* 25 (1), S. 87–93.
- Bassarelli, T.; Franchi, L.; Defraia, E.; Melsen, B. (2016): Dentoskeletal effects produced by a Jasper Jumper with an anterior bite plane. In: *Angle Orthod.* 86 (5), S. 775–781. DOI: 10.2319/110115-737.1.
- Bates, C. J.; McDonald, J. P. (2005): The relationship between severity of obstructive sleep apnoea/hypopnoea syndrome (OSAHS) and lateral cephalometric radiograph values: a clinical diagnostic tool. In: *Surg. J. R. Coll. Surg. Edinb. Irel.* 3 (5), S. 338–346. DOI: 10.1016/s1479-666x(05)80113-1.
- Batista, K. B.; Thiruvengkatachari, B.; Harrison, J. E.; O'Brien, K. D. (2018): Orthodontic treatment for prominent upper front teeth (Class II malocclusion) in children and adolescents. [Review]. In: *Cochrane Database Syst. Rev.* 3, CD003452. DOI: 10.1002/14651858.CD003452.pub4.
- Battagel, J. M.; Orton, H. S. (1991): Class III malocclusion: a comparison of extraction and non-extraction techniques. In: *Eur. J. Orthodont.* 13 (3), S. 212–222.
- Battagel, J. M.; Orton, H. S. (1995): A comparative study of the effects of customized facemask therapy or headgear to the lower arch on the developing Class III face. In: *Eur. J. Orthodont.* 17 (6), S. 467–482.
- Bauss, O.; Freitag, S.; Röhling, J.; Rahman, A. (2008): Influence of overjet and lip coverage on the prevalence and severity of inKlsor trauma. In: *J. Orofac. Orthop.* 69 (6), S. 402–410. DOI: 10.1007/s00056-008-8805-1.
- Bauss, O.; Röhling, J.; Schwestka-Polly, R. (2004): Prevalence of traumatic injuries to the permanent inKlsors in candidates for orthodontic treatment. In: *Dent. Traumatol.* 20 (2), S. 61–66.

- Bavbek, N. C.; Tuncer, B. B.; Turkoz, C.; Ulusoy, C.; Tuncer, C. (2016): Changes in airway dimensions and hyoid bone position following class II correction with forsus fatigue resistant device. In: *Clin. Oral Investig.* 20 (7), S. 1747–1755. DOI: 10.1007/s00784-015-1659-1.
- Baysal, A.; Ozturk, M. A.; Sahan, A. O.; Uysal, T. (2016): FaKlal soft-tissue changes after rapid maxillary expansion analyzed with 3-dimensional stereophotogrammetry: A randomized, controlled clinical trial. In: *Angle Orthod.* 86 (6), S. 934–942.
- Bernabe, E.; Sheiham, A.; Tsakos, G.; Messias de Oliveira, C. (2008): The impact of orthodontic treatment on the quality of life in adolescents: a case-control study. In: *Eur. J. Orthodont.* 30 (5), S. 515–520. DOI: 10.1093/ejo/cjn026.
- Bicakci, A. A.; Agar, U.; Sokucu, O.; Babacan, H.; Doruk, C. (2005): Nasal airway changes due to rapid maxillary expansion timing. In: *Angle Orthod.* 75 (1), S. 1–6.
- Bilbo, E. E.; Marshall, S. D.; Southard, K. A.; Allareddy, V.; Holton, N.; Thames, A. M. et al. (2018): Long-term skeletal effects of high-pull headgear followed by fixed appliances for the treatment of Class II malocclusions. In: *Angle Orthod.* 88 (5), S. 530–537. DOI: 10.2319/091517-620.1.
- Bimler, H. P. (1979): Progeniebehandlung mit GebiKformen. In: *Fortschr. Kieferorthop.* 40 (6), S. 485–493. DOI: 10.1007/BF01996508.
- Bodman, A.; Buchenau, W.; Bacher, M.; Arand, J.; Urschitz, M. S.; Poets, C. F. (2003): Die Tübinger Gaumenplatte — Ein innovatives Therapiekonzept bei Pierre-Robin-Sequenz. In: *Wiener Klinische Wochenschrift* 115 (24), S. 871–873. DOI: 10.1007/BF03040408.
- Bonomi, A. E.; Patrick, D. L.; Bushnell, D. M.; Martin, M. (2000): Validation of the United States' version of the World Health Organization Quality of Life (WHOQOL) instrument. In: *J. Clin. Epidemiol.* 53 (1), S. 1–12. DOI: 10.1016/s0895-4356(99)00123-7.
- Borzabadi-Farahani, A. (2011): The assoKlation between orthodontic treatment need and maxillary inKisor trauma, a retrospective clinical study. In: *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 112 (6), e75-80. DOI: 10.1016/j.tripleo.2011.05.024.
- Borzabadi-Farahani, A.; Lane, C. J.; Yen, S. L. (2014): Late maxillary protraction in patients with unilateral cleft lip and palate: a retrospective study. In: *Cleft Palate Craniofac. J.* 51 (1), e1-e10. DOI: 10.1597/12-099.
- Bourdiol, P.; Soulier-Peigue, D.; Lachaze, P.; Nicolas, E.; Woda, A.; Hennequin, M. (2017): Only severe malocclusion correlates with mastication defiKlency. In: *Arch. Oral Biol.* 75, S. 14–20. DOI: 10.1016/j.archoralbio.2016.12.002.
- Broder, H. L. (2007): Children's oral health-related quality of life. In: *Community Dentist. Oral Epidemiol.* 35 Suppl 1, S. 5–7. DOI: 10.1111/j.1600-0528.2007.00400.x.
- Broder, H. L.; McGrath, C.; Klsneros, G. J. (2007): Questionnaire development: face validity and item impact testing of the Child Oral Health Impact Profile. In: *Community Dentist. Oral Epidemiol.* 35 Suppl 1, S. 8–19. DOI: 10.1111/j.1600-0528.2007.00401.x.
- Bucci, R.; Montanaro, D.; Rongo, R.; Valletta, R.; Michelotti, A.; D'Anto, V. (2019): Effects of maxillary expansion on the upper airways: Evidence from systematic reviews and meta-analyses. [Review]. In: *J. Oral Rehabil.* 46 (4), S. 377–387. DOI: 10.1111/joor.12766.

- Burden, D. J. (1995): An investigation of the association between overjet size, lip coverage, and traumatic injury to maxillary incisors. In: *Eur. J. Orthodont.* 17 (6), S. 513–517. DOI: 10.1093/ejo/17.6.513.
- Buyuknacar, G. B.; Gulec, A. (2020): Correlation between the cephalometric measurements and acoustic properties of /s/ sound in Turkish. In: *J. Appl. Oral Sci.* 28, e20190399. DOI: 10.1590/1678-7757-2019-0399.
- Cacklatore, G.; Ghislanzoni, L. T.; Alvetto, L.; Giuntini, V.; Franchi, L. (2014): Treatment and posttreatment effects induced by the Forsus appliance: A controlled clinical study. In: *Angle Orthod.* 84 (6), S. 1010–1017. DOI: 10.2319/112613-867.1.
- Chadwick, S. M.; Aird, J. C.; Taylor, P. J.S.; Bearn (2001): Functional regulator treatment of Class II division 1 malocclusions. In: *Eur. J. Orthodont.* 23 (5), S. 495–505. DOI: 10.1093/ejo/23.5.495.
- Chatzoudi, M. I.; Ioannidou-Marathiotou, I.; Papadopoulos, M. A. (2014): Clinical effectiveness of chin cup treatment for the management of Class III malocclusion in pre-pubertal patients: a systematic review and meta-analysis. [Review]. In: *Prog. Orthod.* 15, S. 62. DOI: 10.1186/s40510-014-0062-9.
- Chen, D. R.; McGorray, S. P.; Dolce, C.; Wheeler, T. T. (2011): Effect of early Class II treatment on the incidence of incisor trauma. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 140 (4), e155-60. DOI: 10.1016/j.ajodo.2011.02.023.
- Chen, X.; Liu, D.; Liu, J.; Wu, Z.; Xie, Y.; Li, L. et al. (2015): Three-Dimensional Evaluation of the Upper Airway Morphological Changes in Growing Patients with Skeletal Class III Malocclusion Treated by Protraction Headgear and Rapid Palatal Expansion: A Comparative Research. In: *PLoS One* 10 (8), e0135273. DOI: 10.1371/journal.pone.0135273.
- Chiqueto, K.; Henriques, J. F.; Barros, S. E.; Janson, G. (2013): Angle Class II correction with MARA appliance. In: *Dental Press J. Orthod.* 18 (1), S. 35–44.
- Choi, S. H.; Cha, J. Y.; Lee, K. J.; Yu, H. S.; Hwang, C. J. (2017): Changes in psychological health, subjective food intake ability and oral health-related quality of life during orthodontic treatment. In: *J. Oral Rehabil.* 44 (11), S. 860–869. DOI: 10.1111/joor.12556.
- Choi, T. H.; Kim, B. I.; Chung, C. J.; Kim, H. J.; Baik, H. S.; Park, Y. C.; Lee, K. J. (2015): Assessment of masticatory function in patients with non-sagittal occlusal discrepancies. In: *J. Oral Rehabil.* 42 (1), S. 2–9. DOI: 10.1111/joor.12227.
- Conference, International Health (2002): Constitution of the World Health Organization. 1946. In: *B. World Health Organ.* 80 (12), S. 983.
- Cordasco, G.; Matarese, G.; Rustico, L.; Fastuca, S.; Caprioglio, A.; Lindauer, S. J.; Nucera, R. (2014): Efficacy of orthopedic treatment with protraction facemask on skeletal Class III malocclusion: a systematic review and meta-analysis. [Review]. In: *Orthod. Craniofac. Res.* 17 (3), S. 133–143. DOI: 10.1111/ocr.12040.
- Corrêa-Faria, P.; Martins, C. C.; Bönecker, M.; Paiva, S. M.; Ramos-Jorge, M. L.; Pordeus, I. A. (2016): Clinical factors and socio-demographic characteristics associated with dental trauma in children: a systematic review and meta-analysis. In: *Dent. Traumatol.* 32 (5), S. 367–378. DOI: 10.1111/edt.12268.
- Costa, A. A.; Serra-Negra, J. M.; Bendo, C. B.; Pordeus, I. A.; Paiva, S. M. (2016): Impact of wearing fixed orthodontic appliances on quality of life among adolescents: Case-control study. In: *Angle Orthod.* 86 (1), S. 121–126. DOI: 10.2319/100514716.1.

- Cozza, P.; Baccetti, T.; Mucedero, M.; Pavoni, C.; Franchi, L. (2010): Treatment and posttreatment effects of a faKlal mask combined with a bite-block appliance in Class III malocclusion. In: *Am. J. Orthod. DentofaKlal Orthop.* 138 (3), S. 300–310. DOI: 10.1016/j.ajodo.2010.05.001.
- Cozza, P.; Toffol, L. de; Colagrossi, S. (2004): Dentoskeletal effects and faKlal profile changes during activator therapy. In: *Eur. J. Orthodont.* 26 (3), S. 293–302.
- Croft, R. S.; Buschang, P. H.; English, J. D.; Meyer, R. (1999): A cephalometric and tomographic evaluation of Herbst treatment in the mixed dentition. In: *Am. J. Orthod. DentofaKlal Orthop.* 116 (4), S. 435–443.
- Cunningham, S. J.; Hunt, N. P. (2001): Quality of life and its importance in orthodontics. In: *J. Orthod.* 28 (2), S. 152–158. DOI: 10.1093/ortho/28.2.152.
- Danaei, S. M.; Ajami, S.; Etemadi, H.; Azadeh, N. (2018): Assessment of the effect of maxillary protraction appliance on pharyngeal airway dimensions in relation to changes in tongue posture. In: *Dent. Res. J. (Isfahan)* 15 (3), S. 208–214.
- DeClerck, H.; Cevidanes, L.; Baccetti, T. (2010): DentofaKlal effects of bone-anchored maxillary protraction: a controlled study of consecutively treated Class III patients. In: *Am. J. Orthod. DentofaKlal Orthop.* 138 (5), S. 577–581. DOI: 10.1016/j.ajodo.2009.10.037.
- 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. In: *Eur. J. Orthodont.* 30 (1), S. 57–60.
- Deguchi, T.; McNamara, J. A., JR. (1999): CraniofaKlal adaptations induced by chincup therapy in Class III patients. In: *Am. J. Orthod. DentofaKlal Orthop.* 115 (2), S. 175–182.
- Diedrich, Peter; Berg, Rolf (2000): *Kieferorthopädie*. 4. Aufl. München: Urban & Schwarzenberg.
- Dimberg, L.; Arnrup, K.; Bondemark, L. (2015): The impact of malocclusion on the quality of life among children and adolescents: a systematic review of quantitative studies. [Review]. In: *Eur. J. Orthodont.* 37 (3), S. 238–247. DOI: 10.1093/ejo/cju046.
- Dogan, S. (2012): The effects of face mask therapy in cleft lip and palate patients. In: *Ann. Maxillofac. Surg.* 2 (2), S. 116–120. DOI: 10.4103/2231-0746.101332.
- Dorri, M. (2015): In children with prominent lower front teeth (class III malocclusion), how does orthodontic treatment affect outcomes? In: *Cochrane Clinical Answers*. DOI: 10.1002/cca.996.
- Doshi, U. H.; Bhad-Patil, W. A. (2011): Speech defect and orthodontics: a contemporary review. In: *Orthodontics (Chic.)* 12 (4), S. 340–353.
- Duarte-Rodrigues, L.; Ramos-Jorge, M. L.; Alves-Duarte, A. C.; Fonseca-Silva, T.; Flores-Mir, C.; Marques, L. S. (2020): Oral disorders assoKlated with the experience of verbal bullying among Brazilian school-aged children: A case-control study. In: *J. Am. Dent. Assoc.* 151 (6), S. 399–406. DOI: 10.1016/j.adaj.2020.02.001.
- Ehmer, U.; Tulloch, C. J.; Proffit, W. R.; Phillips, C. (1999): An international comparison of early treatment of angle Class-II/1 cases. Skeletal effects of the first phase of a prospective clinical trial. In: *J. Orofac. Orthop.* 60 (6), S. 392–408.

- Eissa, O.; El-Shennawy, M.; Gaballah, S.; El-Meehy, G.; El-Bialy, T. (2017): Treatment outcomes of Class II malocclusion cases treated with miniscrew-anchored Forsus Fatigue Resistant Device: A randomized controlled trial. In: *Angle Orthod.* 87 (6), S. 824–833. DOI: 10.2319/032717-214.1.
- Eissa, O.; El-Shennawy, M.; Gaballah, S.; El-Mehy, G.; El-Bialy, T. (2018): Treatment of Class III malocclusion using miniscrew-anchored inverted Forsus FRD: Controlled clinical trial. In: *Angle Orthod.* 88 (6), S. 692–701. DOI: 10.2319/110717-760.1.
- Elfeky, H. Y.; Fayed, M.S; Alhammadi, M. S.; Soliman, S.A.Z.; El Boghdadi, D. M. (2018): Three-dimensional skeletal, dentoalveolar and temporomandibular joint changes produced by Twin Block functional appliance. In: *J. Orofac. Orthop.* 79 (4), S. 245–258. DOI: 10.1007/s00056-018-0137-1.
- ElKordy, S. A.; Abouelezz, A. M.; Fayed, M. M.; Attia, K. H.; Ishaq, R. A.; Mostafa, Y. A. (2016): Three-dimensional effects of the mini-implant-anchored Forsus Fatigue Resistant Device: A randomized controlled trial. In: *Angle Orthod.* 86 (2), S. 292–305. DOI: 10.2319/012515-55.1.
- ElKordy, S. A.; Abouelezz, A. M.; Fayed, M. M.S.; AboulFotouh, M. H.; Mostafa, Y. A. (2019): Evaluation of the miniplate-anchored Forsus Fatigue Resistant Device in skeletal Class II growing subjects: A randomized controlled trial. In: *Angle Orthod.* 89 (3), S. 391–403. DOI: 10.2319/062018-468.1.
- English, J. D.; Buschang, P. H.; Throckmorton, G. S. (2002): Does malocclusion affect masticatory performance? In: *Angle Orthod.* 72 (1), S. 21–27. DOI: 10.1043/0003-3219(2002)072<0021:DMAMP>2.0.CO;2.
- Entrenas, I.; Gonzalez-Chamorro, E.; Alvarez-Abad, C.; Muriel, J.; Menendez-Diaz, I.; Cobo, T. (2019): Evaluation of changes in the upper airway after Twin Block treatment in patients with Class II malocclusion. In: *Clin. Exp. Dent. Res.* 5 (3), S. 259–268. DOI: 10.1002/cre2.180.
- Erdinc, A. E.; Ugur, T.; Erbay, E. (1999): A comparison of different treatment techniques for posterior crossbite in the mixed dentition. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 116 (3), S. 287–300. DOI: 10.1016/S0889-5406(99)70240-4.
- Erler, Thomas; Paditz, Ekkehart (2004): Obstructive sleep apnea syndrome in children: a state-of-the-art review. In: *Treat. Respir. Med.* 3 (2), S. 107–122. DOI: 10.2165/00151829-200403020-00005.
- Faco, R.; Yatabe, M.; Cevidanes, L.H.S.; Timmerman, H.; DeClerck, H. J.; Garib, D. (2019): Bone-anchored maxillary protraction in unilateral cleft lip and palate: a cephalometric appraisal. In: *Eur. J. Orthodont.* 41 (5), S. 537–543. DOI: 10.1093/ejo/cjz005.
- Falck, F.; Zimmermann-Menzel, K. (2008): Cephalometric changes in the treatment of Class III using the Fränkel appliance. In: *J. Orofac. Orthop.* 69 (2), S. 99–109. DOI: 10.1007/s00056-008-0716-7.
- Faltin, K. J.; Faltin, R. M.; Baccetti, T.; Franchi, L.; Ghiozzi, B.; McNamara, J. A., JR. (2003): Long-term effectiveness and treatment timing for Bionator therapy. In: *Angle Orthod.* 73 (3), S. 221–230.
- Farronato, G.; Giannini, L.; Riva, R.; Galbiati, G.; Maspero, C. (2012): Correlations between malocclusions and dyslalias. In: *Eur. J. Paediatr. Dent.* 13 (1), S. 13–18.
- Feldens, C. A.; Borges, T. S.; Vargas-Ferreira, F.; Kramer, P. F. (2016): Risk factors for traumatic dental injuries in the primary dentition: concepts, interpretation, and evidence. In: *Dent. Traumatol.* 32 (6), S. 429–437. DOI: 10.1111/edt.12281.

- Feng, X.; Li, J.; Li, Y.; Zhao, Z.; Zhao, S.; Wang, J. (2012): Effectiveness of TAD-anchored maxillary protraction in late mixed dentition A systematic review. In: *Angle Orthod.* 82 (6), S. 1107–1114. DOI: 10.2319/111411-705.1.
- Ferrando-Magraner, E.; GarKla-Sanz, V.; Bellot-ArKls, C.; Montiel-Company, J. M.; Almerich-Silla, J. M.; Paredes-Gallardo, V. (2019): Oral health-related quality of life of adolescents after orthodontic treatment. A systematic review. [Review]. In: *J. Clin. Exp. Dent.* 11 (2), e194-e202. DOI: 10.4317/jced.55527.
- Firouz, M.; Zernik, J.; Nanda, R. (1992): Dental and orthopedic effects of high-pull headgear in treatment of Class II, division 1 malocclusion. In: *Am. J. Orthod. DentofaKlal Orthop.* 102 (3), S. 197–205.
- Flores-Mir, C.; Ayeh, A.; Goswami, A.; Charkhandeh, S. (2007): Skeletal and dental changes in Class II division 1 malocclusions treated with splint-type Herbst appliances. A systematic review. [Review] [36 refs]. In: *Angle Orthod.* 77 (2), S. 376–381.
- Flores-Mir, C.; Barnett, G.; Higgins, D. W.; Heo, G.; Major, P. W. (2009): Short-term skeletal and dental effects of the Xbow appliance as measured on lateral cephalograms. In: *Am. J. Orthod. DentofaKlal Orthop.* 136 (6), S. 822–832. DOI: 10.1016/j.ajodo.2008.01.021.
- Flores-Mir, C.; Major, M. P.; Major, P. W. (2006): Soft tissue changes with fixed functional appliances in Class II division 1. [Review] [46 refs]. In: *Angle Orthod.* 76 (4), S. 712–720.
- Flores-Mir, C.; Major, P. W. (2006): Cephalometric faKlal soft tissue changes with the twin block appliance in Class II division 1 malocclusion patients. A systematic review. [Review] [39 refs]. In: *Angle Orthod.* 76 (5), S. 876–881.
- Foster Page, L. A.; Gilchrist, F.; Broder, H. L.; Clark, E.; Thomson, W. M. (2019): A Comparison of Three Child OHRQoL Measures. In: *Dent. J. (Basel)* 7 (1). DOI: 10.3390/dj7010019.
- Foster Page, L. A.; Thomson, W. M.; Jokovic, A.; Locker, D. (2005): Validation of the Child Perceptions Questionnaire (CPQ 11-14). In: *J. Dent. Res.* 84 (7), S. 649–652. DOI: 10.1177/154405910508400713.
- Franchi, L.; Alvetro, L.; Giuntini, V.; Masucci, C.; Defraia, E.; Baccetti, T. (2011): Effectiveness of comprehensive fixed appliance treatment used with the Forsus Fatigue Resistant Device in Class II patients. In: *Angle Orthod.* 81 (4), S. 678–683. DOI: 10.2319/102710-629.1.
- Franchi, L.; Baccetti, T.; Cameron, C. G.; KutKlpal, E. A.; McNamara, J. A., JR. (2002): Thin-plate spline analysis of the short- and long-term effects of rapid maxillary expansion. In: *Eur. J. Orthodont.* 24 (2), S. 143–150. DOI: 10.1093/ejo/24.2.143.
- Franchi, L.; Baccetti, T.; McNamara, J. A., JR. (1998): Shape-coordinate analysis of skeletal changes induced by rapid maxillary expansion and faKlal mask therapy. In: *Am. J. Orthod. DentofaKlal Orthop.* 114 (4), S. 418–426.
- Franchi, L.; Baccetti, T.; McNamara, J. A., JR. (2004): Postpubertal assessment of treatment timing for maxillary expansion and protraction therapy followed by fixed appliances. In: *Am. J. Orthod. DentofaKlal Orthop.* 126 (5), S. 555–568.
- Franchi, L.; Pavoni, C.; Faltin, K, Jr; McNamara, J. A., JR.; Cozza, P. (2013): Long-term skeletal and dental effects and treatment timing for functional appliances in Class II malocclusion. In: *Angle Orthod.* 83 (2), S. 334–340. DOI: 10.2319/052912-450.1.

- Freeman, D. C.; McNamara, J. A., JR.; Baccetti, T.; Franchi, L.; Fränkel, C. (2009): Long-term treatment effects of the FR-2 appliance of Fränkel. In: *Am. J. Orthod. Dentofakl Orthop.* 135 (5), 570.e1-6; discussion 570-1. DOI: 10.1016/j.ajodo.2007.11.029.
- Gameiro, G. H.; Magalhaes, I. B.; Szymanski, M. M.; Andrade, A. S. (2017): Is the main goal of mastication achieved after orthodontic treatment? A prospective longitudinal study. In: *Dental Press J. Orthod.* 22 (3), S. 72–78. DOI: 10.1590/2177-6709.22.3.072-078.oar.
- Garattini, G.; Levrini, L.; Crozzoli, P.; Levrini, A. (1998): Skeletal and dental modifications produced by the Bionator III appliance. In: *Am. J. Orthod. Dentofakl Orthop.* 114 (1), S. 40–44. DOI: 10.1016/S0889-5406(98)70235-5.
- Gencer, D.; Kaygisiz, E.; Yuksel, S.; Tortop, T. (2015): Comparison of double-plate appliance/facemask combination and facemask therapy in treating class III malocclusions. In: *Angle Orthod.* 85 (2), S. 278–283. DOI: 10.2319/013114-83.1.
- Genderson, M. W.; Sischo, L.; Markowitz, K.; Fine, D.; Broder, H. L. (2013): An overview of children's oral health-related quality of life assessment: from scale development to measuring outcomes. In: *Caries Res.* 47 Suppl 1, S. 13–21. DOI: 10.1159/000351693.
- Geran, R. G.; McNamara, J. A., JR.; Baccetti, T.; Franchi, L.; Shapiro, L. M. (2006): A prospective long-term study on the effects of rapid maxillary expansion in the early mixed dentition. In: *Am. J. Orthod. Dentofakl Orthop.* 129 (5), S. 631–640.
- Ghislanzoni, L. T.; Baccetti, T.; Toll, D.; Defraia, E.; McNamara, J. A., JR.; Franchi, L. (2013): Treatment timing of MARA and fixed appliance therapy of Class II malocclusion. In: *Eur. J. Orthodont.* 35 (3), S. 394–400. DOI: 10.1093/ejo/cjs023.
- Ghislanzoni, L. T.; Toll, D. E.; Defraia, E.; Baccetti, T.; Franchi, L. (2011): Treatment and posttreatment outcomes induced by the Mandibular Advancement Repositioning Appliance; a controlled clinical study. In: *Angle Orthod.* 81 (4), S. 684–691. DOI: 10.2319/111010-656.1.
- Gift, H. C.; Atchison, K. A. (1995): Oral health, health, and health-related quality of life. In: *Med. Care* 33 (11 Suppl), NS57-77. DOI: 10.1097/00005650-199511001-00008.
- Gilchrist, F.; Rodd, H.; Deery, C.; Marshman, Z. (2014): Assessment of the quality of measures of child oral health-related quality of life. In: *BMC Oral Health* 14, S. 40. DOI: 10.1186/1472-6831-14-40.
- Giudice, A.; Barone, S.; Belhous, K.; Morice, A.; Soupre, V.; Bennardo, F. et al. (2018): Pierre Robin sequence: A comprehensive narrative review of the literature over time. In: *J. Stomatol. Oral Maxillofac. Surg.* 119 (5), S. 419–428. DOI: 10.1016/j.jormas.2018.05.002.
- Giuntini, V.; Vangelisti, A.; Masucci, C.; Defraia, E.; McNamara, J. A., JR.; Franchi, L. (2015): Treatment effects produced by the Twinblock appliance vs the Forsus Fatigue Resistant Device in growing Class II patients. In: *Angle Orthod.* 85 (5), S. 784–789. DOI: 10.2319/090514-624.1.
- Glasl, B.; Ludwig, B.; Schopf, P. (2006): Prevalence and development of KIG-relevant symptoms in primary school students from Frankfurt am Main. In: *J. Orofac. Orthop.* 67 (6), S. 414–423.
- Glendor, U. (2008): Epidemiology of traumatic dental injuries--a 12 year review of the literature. In: *Dent. Traumatol.* 24 (6), S. 603–611. DOI: 10.1111/j.1600-9657.2008.00696.x.

- Godoy, F.; Godoy-Bezerra, J.; Rosenblatt, A. (2011): Treatment of posterior crossbite comparing 2 appliances: a community-based trial. In: *Am. J. Orthod. Dentofaklial Orthop.* 139 (1), e45-52. DOI: 10.1016/j.ajodo.2010.06.017.
- Goyenc, Y.; Ersoy, S. (2004): The effect of a modified reverse headgear force applied with a facebow on the dentofaklial structures. In: *Eur. J. Orthodont.* 26 (1), S. 51–57.
- Guest, S. S.; McNamara, J. A., JR.; Baccetti, T.; Franchi, L. (2010): Improving Class II malocclusion as a side-effect of rapid maxillary expansion: a prospective clinical study. In: *Am. J. Orthod. Dentofaklial Orthop.* 138 (5), S. 582–591. DOI: 10.1016/j.ajodo.2008.12.026.
- Guillemin, F.; Bombardier, C.; Beaton, D. (1993): Cross-cultural adaptation of health-related quality of life measures: literature review and proposed guidelines. In: *J. Clin. Epidemiol.* 46 (12), S. 1417–1432. DOI: 10.1016/0895-4356(93)90142-n.
- Guimaraes, C. H.; Henriques, J. F.; Janson, G.; Almeida, M. R. de; Araki, J.; Cancado, R. H. et al. (2013): Prospective study of dentoskeletal changes in Class II division malocclusion treatment with twin force bite corrector. In: *Angle Orthod.* 83 (2), S. 319–326. DOI: 10.2319/042312-339.1.
- Hanoun, A.; Al-Jewair, T. S.; Tabbaa, S.; Allaymouni, M. A.; Preston, C. B. (2014): A comparison of the treatment effects of the Forsus Fatigue Resistance Device and the Twin Block appliance in patients with class II malocclusions. In: *Clin. Cosmet. Investig. Dent.* 6, S. 57–63. DOI: 10.2147/CKIDE.S64119.
- Hansson, C.; Skold, B.; Linder-Aronson, S. (1997): Treatment of adolescents with Hansaplate/headgear. Influence on face in profile and on dentition. In: *J. Orofac. Orthop.* 58 (1), S. 16–29.
- Harrison, J. E.; Ashby, D. (2001): Orthodontic treatment for posterior crossbites. [Review] [43 refs]. In: *Cochrane Database Syst. Rev.* (1), CD000979.
- Harzer, W. (2021): Kieferorthopädie. Checklisten der Zahnmedizin. 2., unveränderte Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG (Checklisten der Zahnmedizin).
- Hassan, A. H.; Amin, Hel-S (2010): AssoKlation of orthodontic treatment needs and oral health-related quality of life in young adults. In: *Am. J. Orthod. Dentofaklial Orthop.* 137 (1), S. 42–47. DOI: 10.1016/j.ajodo.2008.02.024.
- Heinrichs, D. A.; Shammaa, I.; Martin, C.; Razmus, T.; Gunel, E.; Ngan, P. (2014): Treatment effects of a fixed intermaxillary device to correct class II malocclusions in growing patients. In: *Prog. Orthod.* 15, S. 45. DOI: 10.1186/s40510-014-0045-x.
- Helm, S.; Kreiborg, S.; Solow, B. (1985): PsychosoKlial implications of malocclusion: a 15-year follow-up study in 30-year-old Danes. In: *Am. J. Orthod. Dentofaklial Orthop.* 87 (2), S. 110–118. DOI: 10.1016/0002-9416(85)90020-x.
- Huynh, Nelly T.; Morton, Paul D.; Rompré, Pierre H.; Papadakis, Athena; Remise, Claude (2011): AssoKlations between sleep-disordered breathing symptoms and faklial and dental morphometry, assessed with screening examinations. In: *Am. J. Orthod. Dentofaklial Orthop.* 140 (6), S. 762–770. DOI: 10.1016/j.ajodo.2011.03.023.
- Ihlow, D.; Rudzki, I. (Hg.) (2018): Kieferorthopädische Retention. Kriterien, Regeln und Maßnahmen der Rezidivprophylaxe. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag.
- Iwasaki, T.; Takemoto, Y.; Inada, E.; Sato, H.; Saitoh, I.; Kakuno, E. et al. (2014): Three-dimensional cone-beam computed tomography analysis of enlargement of the pharyngeal airway by the Herbst

appliance. In: *Am. J. Orthod. Dentofakl Orthop.* 146 (6), S. 776–785. DOI: 10.1016/j.ajodo.2014.08.017.

Jakobsone, G.; Latkauskiene, D.; McNamara, J. A., JR. (2013): Mechanisms of Class II correction induced by the crown Herbst appliance as a single-phase Class II therapy: 1 year follow-up. In: *Prog. Orthod.* 14 (1). DOI: 10.1186/2196-1042-14-27.

Jamilian, A.; Kiaee, B.; Sanayei, S.; Khosravi, S.; Perillo, L. (2016): Orthodontic Treatment of Malocclusion and its Impact on Oral Health-Related Quality of Life. In: *Open Dent. J.* 10, S. 236–241. DOI: 10.2174/1874210601610010236.

Janson, G. R.; Da Silva, C. C.; Bergersen, E. O.; Henriques, J. F.; Pinzan, A. (2000): Eruption Guidance Appliance effects in the treatment of Class II, Division 1 malocclusions. In: *Am. J. Orthod. Dentofakl Orthop.* 117 (2), S. 119–129.

Janson, G. R.; Toruno, J. L.; Martins, D. R.; Henriques, J. F.; Freitas, M. R. de (2003): Class II treatment effects of the Fränkel appliance. In: *Eur. J. Orthodont.* 25 (3), S. 301–309.

Järvinen, S. (1978): InKlusal overjet and traumatic injuries to upper permanent inKlsors. A retrospective study. In: *Acta Odontol. Scand.* 36 (6), S. 359–362. DOI: 10.3109/00016357809029088.

Järvinen, S. (1979): Traumatic injuries to upper permanent inKlsors related to age and inKlusal overjet. A retrospective study. In: *Acta Odontol. Scand.* 37 (6), S. 335–338. DOI: 10.3109/00016357909004705.

Javidi, H.; Vettore, M.; Benson, P. E. (2017): Does orthodontic treatment before the age of 18 years improve oral health-related quality of life? A systematic review and meta-analysis. In: *Am. J. Orthod. Dentofakl Orthop.* 151 (4), S. 644–655. DOI: 10.1016/j.ajodo.2016.12.011.

Jena, A. K.; Duggal, R. (2010): Treatment Effects of Twinblock and Mandibular Protraction Appliance-IV in the Correction of Class II Malocclusion. In: *Angle Orthod.* 80 (3), S. 485–491. DOI: 10.2319/062709-359.1.

Jena, A. K.; Duggal, R.; Parkash, H. (2006): Skeletal and dentoalveolar effects of Twinblock and bionator appliances in the treatment of Class II malocclusion: a comparative study. In: *Am. J. Orthod. Dentofakl Orthop.* 130 (5), S. 594–602.

Johnson, N. C.; Sandy, J. R. (1999): Tooth position and speech--is there a relationship? In: *Angle Orthod.* 69 (4), S. 306–310. DOI: 10.1043/0003-3219(1999)069<0306:TPASIT>2.3.CO;2.

Julku, J.; Pirila-Parkkinen, K.; Pirttiniemi, P. (2018): Airway and hard tissue dimensions in children treated with early and later timed cervical headgear-a randomized controlled trial. In: *Eur. J. Orthodont.* 40 (3), S. 285–295. DOI: 10.1093/ejo/cjx088.

Jung, M. (2010): Evaluation of the effects of malocclusion and orthodontic treatment on self-esteem in an adolescent population. In: *Am. J. Orthod. Dentofakl Orthop.* 138 (2), S. 160–166. DOI: 10.1016/j.ajodo.2008.08.040.

Kajiyama, K.; Murakami, T.; Suzuki, A. (2000): Evaluation of the modified maxillary protractor applied to Class III malocclusion with retruded maxilla in early mixed dentition. In: *Am. J. Orthod. Dentofakl Orthop.* 118 (5), S. 549–559.

Kajiyama, K.; Murakami, T.; Suzuki, A. (2004): Comparison of orthodontic and orthopedic effects of a modified maxillary protractor between deKlduous and early mixed dentitions. In: *Am. J. Orthod. Dentofakl Orthop.* 126 (1), S. 23–32.

- Kama, J. D.; Ozer, T.; Baran, S. (2006): Orthodontic and orthopaedic changes associated with treatment in subjects with Class III malocclusions. In: *Eur. J. Orthodont.* 28 (5), S. 496–502.
- Kamal, A. T.; Fida, M. (2019): Evaluation of cervical spine posture after functional therapy with Twinblock appliances: A retrospective cohort study. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 155 (5), S. 656–661. DOI: 10.1016/j.ajodo.2018.06.012.
- Kang, Y.; Franchi, L.; Manton, D. J.; Schneider, P. M. (2018): A cephalometric study of the skeletal and dento-alveolar effects of the modified Louisiana State University activator in Class II malocclusion. In: *Eur. J. Orthodont.* 40 (2), S. 164–175. DOI: 10.1093/ejo/cjx044.
- Kania, M. J.; Keeling, S. D.; McGorray, S. P.; Wheeler, T. T.; King, G. J. (1996): Risk factors associated with incisor injury in elementary school children. In: *Angle Orthod.* 66 (6), S. 423–432. DOI: 10.1043/0003-3219(1996)066<0423:RFAWII>2.3.CO;2.
- Khosravanifard, B.; Ghanbari-Azarnir, S.; Rakhshan, H.; Sajjadi, S. H.; Ehsan, A. M.; Rakhshan, V. (2012): Association between orthodontic treatment need and masticatory performance. In: *Orthodontics (Chic.)* 13 (1), e20-8.
- Kilinc, A. S.; Arslan, S. G.; Kama, J. D.; Ozer, T.; Dari, O. (2008): Effects on the sagittal pharyngeal dimensions of protraction and rapid palatal expansion in Class III malocclusion subjects. In: *Eur. J. Orthodont.* 30 (1), S. 61–66.
- Kim, Y.; Hong, J.; Hwang, Y.; Park, Y. (2010): Three-dimensional analysis of pharyngeal airway in preadolescent children with different anteroposterior skeletal patterns. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 137 (3), 306.e1-11; discussion 306-7. DOI: 10.1016/j.ajodo.2009.10.025.
- Kim-Berman, H.; McNamara, J. A., JR.; Lints, J. P.; McMullen, C.; Franchi, L. (2019): Treatment effects of the Carriere Motion 3DTM appliance for the correction of Class II malocclusion in adolescents. In: *Angle Orthod.* 019. DOI: 10.2319/121418-872.1.
- Kirschneck, C.; Proff, P. (2018): Age assessment in orthodontics and general dentistry. In: *Quintessence Int.* 49 (4), S. 313–323. DOI: 10.3290/j.qi.a39960.
- Klink-Heckmann, U.; Bredy, E. (1990): Kieferorthopädie. 3., überarb. u. erw. Aufl. Leipzig [u.a.]: Barth (Studienbücher Zahnheilkunde).
- Kobayashi, T.; Honma, K.; Nakajima, T.; Hanada, K. (1993): Masticatory function in patients with mandibular prognathism before and after orthognathic surgery. In: *J. Oral Maxillofac. Surg.* 51 (9), 997-1001; discussion 1002-3. DOI: 10.1016/s0278-2391(10)80043-6.
- Kobayashi, T.; Honma, K.; Shingaki, S.; Nakajima, T. (2001): Changes in masticatory function after orthognathic treatment in patients with mandibular prognathism. In: *Br. J. Oral Maxillofac. Surg.* 39 (4), S. 260–265. DOI: 10.1054/bjom.2000.0576.
- Koike, S.; Sujino, T.; Ohmori, H.; Shimazaki, K.; Fukuyama, E.; Kanai, T. et al. (2013): Gastric emptying rate in subjects with malocclusion examined by (13) C breath test. In: *J. Oral Rehabil.* 40 (8), S. 574–581. DOI: 10.1111/joor.12073.
- Kragt, L.; Dharmo, B.; Wolvius, E. B.; Ongkosuwito, E. M. (2016): The impact of malocclusions on oral health-related quality of life in children—a systematic review and meta-analysis. In: *Clin. Oral Investig.* 20 (8), S. 1881–1894. DOI: 10.1007/s00784-015-1681-3.

Kragt, L.; Jaddoe, V.; Wolvius, E.; Ongkosuwito, E. (2017): The association of subjective orthodontic treatment need with oral health-related quality of life. In: *Community Dentist. Oral Epidemiol.* 45 (4), S. 365–371. DOI: 10.1111/cdoe.12299.

Kucukkeles, N.; Ilhan, I.; Orgun, I. A. (2007): Treatment efficiency in skeletal Class II patients treated with the jasper jumper. In: *Angle Orthod.* 77 (3), S. 449–456.

Kumar, S.; Goyal, A.; Tadakamadla, J.; Tibdewal, H.; Duraiswamy, P.; Kulkarni, S. (2011): Oral health related quality of life among children with parents and those with no parents. In: *Community Dent. Health* 28 (3), S. 227–231.

Kunz, F.; Platte, P.; Keß, S.; Geim, L.; Zeman, F.; Proff, P. et al. (2018): Correlation between oral health-related quality of life and orthodontic treatment need in children and adolescents—a prospective interdisciplinary multicentre cohort study. In: *J. Orofac. Orthop.* 79 (5), S. 297–308. DOI: 10.1007/s00056-018-0142-4.

Kunz, F.; Platte, P.; Keß, S.; Geim, L.; Zeman, F.; Proff, P. et al. (2019): Auswirkungen spezifischer kieferorthopädischer Parameter auf die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität von Kindern und Jugendlichen : Eine prospektive, interdisziplinäre und multizentrische Kohortenstudie. In: *J. Orofac. Orthop.* 80 (4), S. 174–183. DOI: 10.1007/s00056-019-00181-x.

LaHaye, M. B.; Buschang, P. H.; Alexander, R. G.; Boley, J. C. (2006): Orthodontic treatment changes of chin position in Class II Division 1 patients. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 130 (6), S. 732–741.

Lange, D. W.; Kalra, V.; Broadbent, B. H., JR.; Powers, M.; Nelson, S. (1995): Changes in soft tissue profile following treatment with the bionator. In: *Angle Orthod.* 65 (6), S. 423–430.

Laranjo, F.; Pinho, T. (2014): Cephalometric study of the upper airways and dentoalveolar height in open bite patients. In: *Int. Orthod.* 12 (4), S. 467–482. DOI: 10.1016/j.ortho.2014.10.005.

Latkauskiene, D.; Jakobson, G. (2012): Immediate post-treatment crowned Herbst effects in growing patients. In: *Stomatologija* 14 (3), S. 89–92.

Lee, D.; Yu, H. (2012): Masseter muscle changes following orthognathic surgery A long-term three-dimensional computed tomography follow-up. In: *Angle Orthod.* 82 (5), S. 792–798. DOI: 10.2319/111911-717.1.

Lee, W.-C.; Tu, Y.-K.; Huang, C.-S.; Chen, R.; Fu, M.-W.; Fu, E. (2018): Pharyngeal airway changes following maxillary expansion or protraction: A meta-analysis. In: *Orthod. Craniofac. Res.* 21 (1), S. 4–11. DOI: 10.1111/ocr.12208.

Levin, A. S.; McNamara, J. A., JR.; Franchi, L.; Baccetti, T.; Fränkel, C. (2008): Short-term and long-term treatment outcomes with the FR-3 appliance of Fränkel. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 134 (4), S. 513–524. DOI: 10.1016/j.ajodo.2006.10.036.

Lévy, P.; Kohler, M.; McNicholas, W. T.; Barbé, F.; McEvoy, R. D.; Somers, V. K. et al. (2015): Obstructive sleep apnoea syndrome. In: *Nat. Rev. Dis. Primers* 1 (1), S. 15015. DOI: 10.1038/nrdp.2015.15.

Li, L.; Liu, H.; Cheng, H.; Han, Y.; Wang, C.; Chen, Y. et al. (2014): CBCT evaluation of the upper airway morphological changes in growing patients of class II division 1 malocclusion with mandibular retrusion using twin block appliance: a comparative research. In: *PLoS One* 9 (4), e94378. DOI: 10.1371/journal.pone.0094378.

- Lin, H. C.; Chang, H. P.; Chang, H. F. (2007): Treatment effects of occlusal pitomental anchorage appliance of maxillary protraction combined with chin cup traction in children with Class III malocclusion. In: *J. Formos. Med. Assoc.* 106 (5), S. 380–391.
- Lippold, C.; Stamm, T.; Meyer, U.; Vegh, A.; Moiseenko, T.; Danesh, G. (2013): Early treatment of posterior crossbite—a randomised clinical trial. In: *Trials* 14, S. 20. DOI: 10.1186/1745-6215-14-20.
- Lisson, J. A.; Mokrys, K.; Kinzinger, G. S.; Glasl, B.; Ludwig, B. (2013): Changes in soft-tissue profiles after treatment of class II/1 patients with bite-jumping appliances. In: *J. Orofac. Orthop.* 74 (2), S. 113–123. DOI: 10.1007/s00056-012-0128-6.
- Liu, Z.; McGrath, C.; Hägg, U. (2009): The impact of malocclusion/orthodontic treatment need on the quality of life. A systematic review. In: *Angle Orthod.* 79 (3), S. 585–591. DOI: 10.2319/042108-224.1.
- Liu, Z. P.; Li, C. J.; Hu, H. K.; Chen, J. W.; Li, F.; Zou, S. J. (2011): Efficacy of short-term chin cup therapy for mandibular growth retardation in Class III malocclusion. [Review]. In: *Angle Orthod.* 81 (1), S. 162–168. DOI: 10.2319/050510-244.1.
- Locker, D.; Allen, F. (2007): What do measures of 'oral health-related quality of life' measure? In: *Community Dentist. Oral Epidemiol.* 35 (6), S. 401–411. DOI: 10.1111/j.1600-0528.2007.00418.x.
- Lombardo, G.; Vena, F.; Negri, P.; Pagano, S.; Barilotti, C.; Paglia, L. et al. (2020): Worldwide prevalence of malocclusion in the different stages of dentition: A systematic review and meta-analysis. In: *Eur. J. Paediatr. Dent.* 21 (2), S. 115–122. DOI: 10.23804/ejpd.2020.21.02.05.
- Lucchese, A.; Carin, F.; Brunelli, G. (2012): Skeletal effects induced by Twin Block in therapy of class II malocclusion. In: *Eur. J. Inflamm.* 10 (1), S. 83–87.
- Lund, D. I.; Sandler, P. J. (1998): The effects of Twin Blocks: a prospective controlled study. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 113 (1), S. 104–110.
- Lux, C. J.; Ducker, B.; Pritsch, M.; Komposch, G.; Niekusch, U. (2009): Occlusal status and prevalence of occlusal malocclusion traits among 9-year-old schoolchildren. In: *Eur. J. Orthodont.* 31 (3), S. 294–299. DOI: 10.1093/ejo/cjn116.
- Lux, C. J.; Rubel, J.; Starke, J.; Conradt, C.; Stellzig, P. A.; Komposch, P. G. (2001): Effects of early activator treatment in patients with class II malocclusion evaluated by thin-plate spline analysis. In: *Angle Orthod.* 71 (2), S. 120–126.
- Macdonald, K. E.; Kapust, A. J.; Turley, P. K. (1999): Cephalometric changes after the correction of Class III malocclusion with maxillary expansion facemask therapy. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 116 (1), S. 13–24. DOI: 10.1016/S0889-5406(99)70298-2.
- Magalhães, I. B.; Pereira, L. J.; Marques, L. S.; Gameiro, G. H. (2010): The influence of malocclusion on masticatory performance. A systematic review. In: *Angle Orthod.* 80 (5), S. 981–987. DOI: 10.2319/011910-33.1.
- Magno, M. B.; Nadelman, P.; Leite, K. L.; Ferreira, D. M.; Pithon, M. M.; Maia, L. C. (2020): Associations and risk factors for dental trauma: A systematic review of systematic reviews. In: *Community Dentist. Oral Epidemiol.* DOI: 10.1111/cdoe.12574.
- Malta, L. A.; Baccetti, T.; Franchi, L.; Faltin, K., JR.; McNamara, J. A., JR. (2010): Long-term dentoskeletal effects and facial profile changes induced by bionator therapy. In: *Angle Orthod.* 80 (1), S. 10–17. DOI: 10.2319/031609-156.1.

Malter, S.; Hirsch, C.; Reissmann, D. R.; Schierz, O.; Bekes, K. (2015): Effects of method of administration on oral health-related quality of life assessment using the Child Perceptions Questionnaire (CPQ-G11-14). In: *Clin. Oral Investig.* 19 (8), S. 1939–1945. DOI: 10.1007/s00784-015-1434-3.

Mandall, N. A.; 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. In: *J. Orthod.* 39 (3), S. 176–185. DOI: 10.1179/1465312512Z.00000000028.

Mandall, N. A.; Cousley, R.; DiBiase, A.; Dyer, F.; Littlewood, S.; Mattick, R. et al. (2016): Early class III protraction facemask treatment reduces the need for orthognathic surgery: a multi-centre, two-arm parallel randomized, controlled trial. In: *J. Orthod.* 43 (3), S. 164–175. DOI: 10.1080/14653125.2016.1201302.

Mandall, N. A.; DiBiase, A.; Littlewood, S.; Nute, S.; Stivaros, N.; McDowall, R. et al. (2010): Is early Class III protraction facemask treatment effective? A multicentre, randomized, controlled trial: 15-month follow-up. In: *J. Orthod.* 37 (3), S. 149–161. DOI: 10.1179/14653121043056.

Mandall, N. A.; McCord, J. F.; Blinkhorn, A. S.; Worthington, H. V.; O'Brien, K. D. (2000): Perceived aesthetic impact of malocclusion and oral self-perceptions in 14-15-year-old Asian and Caucasian children in greater Manchester. In: *Eur. J. Orthodont.* 22 (2), S. 175–183.

Mantysaari, R.; Kantomaa, T.; Pirttiniemi, P.; Pykalainen, A. (2004): The effects of early headgear treatment on dental arches and craniofacial morphology: a report of a 2 year randomized study. In: *Eur. J. Orthodont.* 26 (1), S. 59–64.

Marquezin, M.C.S.; Kobayashi, F. Y.; Montes, A.B.M.; Gavião, M.B.D.; Castelo, P. M. (2013): Assessment of masticatory performance, bite force, orthodontic treatment need and orofacial dysfunction in children and adolescents. In: *Arch. Oral Biol.* 58 (3), S. 286–292. DOI: 10.1016/j.archoralbio.2012.06.018.

Marsico, E.; Gatto, E.; Burrascano, M.; Matarese, G.; Cordasco, G. (2011): Effectiveness of orthodontic treatment with functional appliances on mandibular growth in the short term. [Review]. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 139 (1), S. 24–36. DOI: 10.1016/j.ajodo.2010.04.028.

Martina, R.; Kloffi, I.; Galeotti, A.; Tagliaferri, R.; Klmino, R.; Michelotti, A. et al. (2013): Efficacy of the Sander bite-jumping appliance in growing patients with mandibular retrusion: a randomized controlled trial. In: *Orthod. Craniofac. Res.* 16 (2), S. 116–126. DOI: 10.1111/ocr.12013.

Martina, R.; D'Anto, V.; DeSimone, V.; Galeotti, A.; Rongo, R.; Franchi, L. (2019): Cephalometric outcomes of a new orthopaedic appliance for Class III malocclusion treatment. In: *Eur. J. Orthodont.* 019. DOI: 10.1093/ejo/cjz037.

Masood, M.; Masood, Y.; Newton, T. (2014): Cross-bite and oral health related quality of life in young people. In: *J. Dent.* 42 (3), S. 249–255. DOI: 10.1016/j.jdent.2013.12.004.

Maspero, C.; Giannini, L.; Galbiati, G.; Kairyte, L.; Farronato, G. (2015): Upper airway obstruction in class II patients. Effects of Andresen activator on the anatomy of pharyngeal airway passage. Cone beam evaluation. In: *Stomatologija* 17 (4), S. 124–130.

Maspero, C.; Prevedello, C.; Giannini, L.; Galbiati, G.; Farronato, G. (2014): Atypical swallowing: a review. In: *Minerva Stomatol.* 63 (6), S. 217–227.

- Masucci, C.; Franchi, L.; Giuntini, V.; Defraia, E. (2014): Short-term effects of a modified Alt-RAMEC protocol for early treatment of Class III malocclusion: a controlled study. In: *Orthod. Craniofac. Res.* 17 (4), S. 259–269. DOI: 10.1111/ocr.12051.
- McNamara, J. A., JR.; Sigler, L. M.; Franchi, L.; Guest, S. S.; Baccetti, T. (2010): Changes in occlusal relationships in mixed dentition patients treated with rapid maxillary expansion. A prospective clinical study. In: *Angle Orthod.* 80 (2), S. 230–238. DOI: 10.2319/040309-192.1.
- Merwin, D.; Ngan, P.; Hagg, U.; Yiu, C.; Wei, S. H. (1997): Timing for effective application of anteriorly directed orthopedic force to the maxilla. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 112 (3), S. 292–299.
- Miles, T. S.; Flavel, S. C.; Nordstrom, M. A. (2004): Stretch reflexes in the human masticatory muscles: a brief review and a new functional role. In: *Hum. Mov. Sci.* 23 (3-4), S. 337–349. DOI: 10.1016/j.humov.2004.08.010.
- Mills, C. M.; McCulloch, K. J. (1998): Treatment effects of the twin block appliance: A cephalometric study. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 114 (1), S. 15–24. DOI: 10.1016/S0889-5406(98)70232-X.
- Mills, C. M.; McCulloch, K. J. (2000): Posttreatment changes after successful correction of Class II malocclusions with the twin block appliance. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 118 (1), S. 24–33.
- Minami-Sugaya, H.; Lentini-Oliveira, D. A.; Carvalho, F. R.; Machado, M. A.; Marzola, C.; Saconato, H.; Prado, G. F. (2012): Treatments for adults with prominent lower front teeth. [Review]. In: *Cochrane Database Syst. Rev.* 012 (5), CD006963. DOI: 10.1002/14651858.CD006963.pub2.
- Minase, R. A.; Bhad, W. A.; Doshi, U. H. (2019): Effectiveness of reverse twin block with lip pads-RME and face mask with RME in the early treatment of class III malocclusion. In: *Prog. Orthod.* 20 (1), S. 14. DOI: 10.1186/s40510-019-0266-0.
- Ming, Y.; Hu, Y.; Li, Y.; Yu, J.; He, H.; Zheng, L. (2018): Effects of maxillary protraction appliances on airway dimensions in growing class III maxillary retrognathic patients: A systematic review and meta-analysis. [Review]. In: *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 105, S. 138–145. DOI: 10.1016/j.ijporl.2017.12.013.
- Moss, M. L. (1997): The functional matrix hypothesis revisited. 1. The role of mechanotransduction. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 112 (1), S. 8–11. DOI: 10.1016/S0889-5406(97)70267-1.
- Mutinelli, S.; Cozzani, M. (2015): Rapid maxillary expansion in early-mixed dentition: effectiveness of increasing arch dimension with anchorage on deciduous teeth. In: *Eur. J. Paediatr. Dent.* 16 (2), S. 115–122.
- 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. In: *Prog. Orthod.* 16, S. 22. DOI: 10.1186/s40510-015-0093-x.
- Muto, T.; Yamazaki, A.; Takeda, S. (2008): A cephalometric evaluation of the pharyngeal airway space in patients with mandibular retrognathia and prognathia, and normal subjects. In: *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 37 (3), S. 228–231. DOI: 10.1016/j.ijom.2007.06.020.
- Nalbantgil, D.; Arun, T.; Sayinsu, K.; Fulya, I. (2005): Skeletal, dental and soft-tissue changes induced by the Jasper Jumper appliance in late adolescence. In: *Angle Orthod.* 75 (3), S. 426–436.
- Ngan, P.; Yiu, C.; Hu, A.; Hagg, U.; Wei, S. H.; Gunel, E. (1998): Cephalometric and occlusal changes following maxillary expansion and protraction. In: *Eur. J. Orthodont.* 20 (3), S. 237–254.

- Nguyen, Q. V.; Bezemer, P. D.; Habets, L.; Prah-Andersen, B. (1999): A systematic review of the relationship between overjet size and traumatic dental injuries. In: *Eur. J. Orthodont.* 21 (5), S. 503–515. DOI: 10.1093/ejo/21.5.503.
- Nienkemper, M.; Wilmes, B.; Franchi, L.; Drescher, D. (2015): Effectiveness of maxillary protraction using a hybrid hyrax-facemask combination: a controlled clinical study. In: *Angle Orthod.* 85 (5), S. 764–770. DOI: 10.2319/071614-497.1.
- Nucera, R.; Lo Giudice, A.; Rustico, L.; Matarese, G.; Papadopoulos, M. A.; Cordasco, G. (2016): Effectiveness of orthodontic treatment with functional appliances on maxillary growth in the short term: A systematic review and meta-analysis. [Review]. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 149 (5), 600-611.e3. DOI: 10.1016/j.ajodo.2015.09.030.
- O'Brien, K.; Macfarlane, T.; Wright, J.; Conboy, F.; Appelbe, P.; Birnie, D. et al. (2009): Early treatment for Class II malocclusion and perceived improvements in facial profile. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 135 (5), S. 580–585. DOI: 10.1016/j.ajodo.2008.02.020.
- O'Brien, K.; Wright, J.; Conboy, F.; Chadwick, S.; Connolly, I.; Cook, P. et al. (2003a): Effectiveness of early orthodontic treatment with the Twinblock appliance: a multicenter, randomized, controlled trial. Part 2: Psychosocial effects. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 124 (5), 488-94; discussion 494-5.
- O'Brien, K.; Wright, J.; Conboy, F.; Sanjie, Y.; Mandall, N.; Chadwick, S. et al. (2003b): Effectiveness of early orthodontic treatment with the Twinblock appliance: a multicenter, randomized, controlled trial. Part 1: Dental and skeletal effects. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 124 (3), 234-43; quiz 339.
- Oh, H.; Baumrind, S.; Korn, E. L.; Dugoni, S.; Boero, R.; Aubert, M.; Boyd, R. (2017): A retrospective study of Class II mixed-dentition treatment. In: *Angle Orthod.* 87 (1), S. 56–67. DOI: 10.2319/012616-72.1.
- Oliveira, C. M. de; Sheiham, A. (2004): Orthodontic treatment and its impact on oral health-related quality of life in Brazilian adolescents. In: *J. Orthod.* 31 (1), 20-7; discussion 15.
- Oz, U.; Orhan, K.; Rubenduz, M. (2013): Two-dimensional lateral cephalometric evaluation of varying types of Class II subgroups on posterior airway space in postadolescent girls: a pilot study. In: *J. Orofac. Orthop.* 74 (1), S. 18–27. DOI: 10.1007/s00056-012-0121-0.
- Oztoprak, M. O.; Nalbantgil, D.; Uyanlar, A.; Arun, T. (2012): A cephalometric comparative study of class II correction with Sabbagh Universal Spring (SUS(2)) and Forsus FRD appliances. In: *Eur. J. Dent.* 6 (3), S. 302–310.
- Palomares, N. B.; Celeste, R. K.; Oliveira, B. H.; Miguel, J. A. (2012): How does orthodontic treatment affect young adults' oral health-related quality of life? In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 141 (6), S. 751–758. DOI: 10.1016/j.ajodo.2012.01.015.
- Pancherz, H. (1979): Treatment of class II malocclusions by jumping the bite with the Herbst appliance. A cephalometric investigation. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 76 (4), S. 423–442.
- Pancherz, H. (1982): The mechanism of Class II correction in Herbst appliance treatment. A cephalometric investigation. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 82 (2), S. 104–113.
- Pangrazio, M.N.K.; Pangrazio-Kulbersh, V.; Berger, J. L.; Bayirli, B.; Movahhedian, A. (2012): Treatment effects of the mandibular anterior repositioning appliance in patients with Class II skeletal malocclusions. In: *Angle Orthod.* 82 (6), S. 971–977. DOI: 10.2319/120511-748.1.

Papadopoulos, M. A.; Melkos, A. B.; Athanasiou, A. E. (2010): Noncompliance maxillary molar distalization with the first class appliance: a randomized controlled trial. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 137 (5), 586.e1-586.e13; discussion 586-7. DOI: 10.1016/j.ajodo.2009.10.033.

Papageorgiou, S. N.; Kutschera, E.; Memmert, S.; Golz, L.; Jager, A.; Bourauel, C.; Eliades, T. (2017): Effectiveness of early orthopaedic treatment with headgear: a systematic review and meta-analysis. [Review]. In: *Eur. J. Orthodont.* 39 (2), S. 176–187. DOI: 10.1093/ejo/cjw041.

Patrick, D. L.; Erickson, P. (1993): Health status and health policy: quality of life in health care evaluation and resource allocation. Oxford: Oxford University Press Inc.

Pavoni, C.; Cretella Lombardo, E.; Lione, R.; Bollero, P.; Ottaviani, F.; Cozza, P. (2017a): Orthopaedic treatment effects of functional therapy on the sagittal pharyngeal dimensions in subjects with sleep-disordered breathing and Class II malocclusion. In: *Acta Otorhinolaryngol. Ital.* 37 (6), S. 479–485. DOI: 10.14639/0392-100X-1420.

Pavoni, C.; Gazzani, F.; Franchi, L.; Loberto, S.; Lione, R.; Cozza, P. (2019): Soft tissue facial profile in Class III malocclusion: long-term post-pubertal effects produced by the Face Mask Protocol. In: *Eur. J. Orthodont.* 019. DOI: 10.1093/ejo/cjz003.

Pavoni, C.; Lombardo, E. C.; Franchi, L.; Lione, R.; Cozza, P. (2017b): Treatment and post-treatment effects of functional therapy on the sagittal pharyngeal dimensions in Class II subjects. In: *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 101, S. 47–50. DOI: 10.1016/j.ijporl.2017.07.032.

Pavoni, C.; Lombardo, E. C.; Lione, R.; Faltin, K., JR.; McNamara, J. A., JR.; Cozza, P.; Franchi, L. (2018): Treatment timing for functional jaw orthopaedics followed by fixed appliances: a controlled long-term study. In: *Eur. J. Orthodont.* 40 (4), S. 430–436. DOI: 10.1093/ejo/cjx078.

Peres, K. G.; Barros, A. J. D.; Anselmi, L.; Peres, M. A.; Barros, F. C. (2008): Does malocclusion influence the adolescent's satisfaction with appearance? A cross-sectional study nested in a Brazilian birth cohort. In: *Community Dentist. Oral Epidemiol.* 36 (2), S. 137–143. DOI: 10.1111/j.1600-0528.2007.00382.x.

Perillo, L.; Castaldo, M. I.; Cannavale, R.; Longobardi, A.; Grassia, V.; Rullo, R.; Chiodini, P. (2011): Evaluation of long-term effects in patients treated with Fränkel-2 appliance. In: *Eur. J. Paediatr. Dent.* 12 (4), S. 261–266.

Perillo, L.; Johnston, LE, Jr; Ferro, A. (1996): Permanence of skeletal changes after function regulator (FR-2) treatment of patients with retrusive Class II malocclusions. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 109 (2), S. 132–139.

Perillo, L.; Vitale, M.; Masucci, C.; D'Apuzzo, F.; Cozza, P.; Franchi, L. (2016): Comparisons of two protocols for the early treatment of Class III dentoskeletal disharmony. In: *Eur. J. Orthodont.* 38 (1), S. 51–56.

Perinetti, G.; Primozic, J.; Franchi, L.; Contardo, L. (2015): Treatment Effects of Removable Functional Appliances in Pre-Pubertal and Pubertal Class II Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Studies. [Review]. In: *PLoS One* 10 (10), e0141198. DOI: 10.1371/journal.pone.0141198.

Petren, S.; Bondemark, L. (2008): Correction of unilateral posterior crossbite in the mixed dentition: a randomized controlled trial. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 133 (6), 790.e7-13. DOI: 10.1016/j.ajodo.2007.11.021.

- Petti, S. (2015): Over two hundred million injuries to anterior teeth attributable to large overjet: a meta-analysis. In: *Dent. Traumatol.* 31 (1), S. 1–8. DOI: 10.1111/edt.12126.
- Petti, S.; Tarsitani, G. (1996): Traumatic injuries to anterior teeth in Italian schoolchildren: prevalence and risk factors. In: *Endod. Dent. Traumatol.* 12 (6), S. 294–297. DOI: 10.1111/j.1600-9657.1996.tb00530.x.
- Piassi, E.; Antunes, L. S.; Antunes, L. A. (2016): Orthodontic treatment reduces the impact on children and adolescents' oral health-related quality of life. [Review]. In: *Indian J. Dent. Res.* 27 (2), S. 213–219. DOI: 10.4103/0970-9290.183122.
- Piassi, E.; Antunes, L. S.; Graça, T.C.A.; Antunes, L.A.A. (2019): The Impact of Mixed Dentition Malocclusion on the Oral Health-Related Quality of Life for Children and Their Families: A Case-Control Study. In: *J. Clin. Pediatr. Dent.* 43 (3), S. 211–217. DOI: 10.17796/1053-4625-43.3.12.
- Pirilä-Parkkinen, K.; Pirttiniemi, P.; Nieminen, P.; Tolonen, U.; Pelttari, U.; Löppönen, H. (2009): Dental arch morphology in children with sleep-disordered breathing. In: *Eur. J. Orthodont.* 31 (2), S. 160–167. DOI: 10.1093/ejo/cjn061.
- Pithon, M. M.; Santos, N. L.; Santos, C. R.; Baiao, F. C.; Pinheiro, M. C.; Matos, M. N. et al. (2016): Is alternate rapid maxillary expansion and constriction an effective protocol in the treatment of Class III malocclusion? A systematic review. In: *Dental Press J. Orthod.* 21 (6), S. 34–42. DOI: 10.1590/2177-6709.21.6.034-042.oar.
- Pontes, L. F.; Maia, F. A.; Almeida, M. R.; Flores-Mir, C.; Normando, D. (2017): Mandibular Protraction Appliance Effects in Class II Malocclusion in Children, Adolescents and Young Adults. In: *Braz. Dent. J.* 28 (2), S. 225–233. DOI: 10.1590/0103-6440201701032.
- Prado, R. F.; Ramos-Jorge, J.; Marques, L. S.; de Paiva, S.M.; Melgaco, C. A.; Pazzini, C. A. (2016): Prospective evaluation of the psychosocial impact of the first 6 months of orthodontic treatment with fixed appliance among young adults. In: *Angle Orthod.* 86 (4), S. 644–648. DOI: 10.2319/063015-434.1.
- Primo-Miranda, E. F.; Ramos-Jorge, M. L.; Homem, M. A.; Souza, D. S. de; Stetler, A. D.; Ramos-Jorge, J.; Marques, L. S. (2019): Association between occlusal characteristics and the occurrence of dental trauma in preschool children: a case-control study. In: *Dent. Traumatol.* 35 (2), S. 95–100. DOI: 10.1111/edt.12457.
- Quintao, C.; Helena, I.; Brunharo, V. P.; Menezes, R. C.; Almeida, M. A. (2006): Soft tissue facial profile changes following functional appliance therapy. In: *Eur. J. Orthodont.* 28 (1), S. 35–41.
- Rakosi, T.; Jonas, I. (1989): *Farbatlanten der Zahnmedizin - Kieferorthopädische Diagnostik*. Stuttgart: Thieme.
- Raveli, T. B.; Raveli, D. B.; Gandini, L. G.; Santos-Pinto, A. (2017): Dental skeletal effects of the metallic splinted Herbst appliance after growth spurt: a lateral oblique cephalometric assessment. In: *Acta Odontol. Latinoam.* 30 (2), S. 76–82.
- Ren, Y.; Steegman, R.; Dieters, A.; Jansma, J.; Stamatakis, H. (2019): Bone-anchored maxillary protraction in patients with unilateral complete cleft lip and palate and Class III malocclusion. In: *Clin. Oral Investig.* 23 (5), S. 2429–2441. DOI: 10.1007/s00784-018-2627-3.
- Rey, D.; Angel, D.; Oberti, G.; Baccetti, T. (2008): Treatment and posttreatment effects of mandibular cervical headgear followed by fixed appliances in Class III malocclusion. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 133 (3), 371-8; quiz 476.e1. DOI: 10.1016/j.ajodo.2006.04.043.

- Rizk, S.; Kulbersh, V. P.; Al-Qawasmi, R. (2016): Changes in the oropharyngeal airway of Class II patients treated with the mandibular anterior repositioning appliance. In: *Angle Orthod.* 86 (6), S. 955–961.
- Rodrigues de Almeida, M.; Castanha Henriques, J. F.; Rodrigues de Almeida, R.; Ursi, W. (2002): Treatment effects produced by Fränkel appliance in patients with class II, division 1 malocclusion. In: *Angle Orthod.* 72 (5), S. 418–425.
- Rodríguez de Guzmán-Barrera, J.; Sáez Martínez, C.; Boronat-Catalá, M.; Montiel-Company, J. M.; Paredes-Gallardo, V.; Gandía-Franco, J. L. et al. (2017): Effectiveness of interceptive treatment of class III malocclusions with skeletal anchorage: A systematic review and meta-analysis. In: *PLoS One* 12 (3), e0173875. DOI: 10.1371/journal.pone.0173875.
- Rongo, R.; D'Anto, V.; Bucci, R.; Polito, I.; Martina, R.; Michelotti, A. (2017): Skeletal and dental effects of Class III orthopaedic treatment: a systematic review and meta-analysis. [Review]. In: *J. Oral Rehabil.* 44 (7), S. 545–562. DOI: 10.1111/joor.12495.
- Ruf, S.; Pancherz, H. (1999): Dentoskeletal effects and facial profile changes in young adults treated with the Herbst appliance. In: *Angle Orthod.* 69 (3), S. 239–246.
- Ryan, V. L.; Chris, A. M.; Dischinger, T.; Rasmus, T.; Ngan, P. (2006): Treatment effects of the edgewise Herbst appliance: A cephalometric and tomographic investigation. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 130 (5), S. 582–593. DOI: 10.1016/j.ajodo.2005.01.030.
- Saikoski, L. Z.; Cancado, R. H.; Valarelli, F. P.; Freitas, K. M. de (2014): Dentoskeletal effects of Class II malocclusion treatment with the Twin Block appliance in a Brazilian sample: a prospective study. In: *Dental Press J. Orthod.* 19 (1), S. 36–45.
- Sambataro, S.; Fastuca, R.; Oppermann, N. J.; Lorusso, P.; Baccetti, T.; Franchi, L.; Caprioglio, A. (2017): Cephalometric changes in growing patients with increased vertical dimension treated with cervical headgear. In: *J. Orofac. Orthop.* 78 (4), S. 312–320. DOI: 10.1007/s00056-017-0087-z.
- Santamaria-Villegas, A.; Manrique-Hernandez, R.; Alvarez-Varela, E.; Restrepo-Serna, C. (2017): Effect of removable functional appliances on mandibular length in patients with class II with retrognathism: systematic review and meta-analysis. [Review]. In: *BMC Oral Health* 17 (1), S. 52. DOI: 10.1186/s12903-017-0339-8.
- Sauer, C.; Schlüter, B.; Hinz, R.; Gesch, D. (2012): Childhood obstructive sleep apnea syndrome: an interdisciplinary approach: a prospective epidemiological study of 4,318 five-and-a-half-year-old children. In: *J. Orofac. Orthop.* 73 (5), S. 342–358. DOI: 10.1007/s00056-012-0096-x.
- Schatz, J.-P.; Hakeberg, M.; Ostini, E.; Kiliaridis, S. (2013): Prevalence of traumatic injuries to permanent dentition and its association with overjet in a Swiss child population. In: *Dent. Traumatol.* 29 (2), S. 110–114. DOI: 10.1111/j.1600-9657.2012.01150.x.
- Schiavon Gandini, M. R.; Gandini, L. G.; Da Rosa Martins, J. C.; Del Santo, M. (2001): Effects of cervical headgear and edgewise appliances on growing patients. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 119 (5), 531-8; discussion 538-9.
- Schopf, P. (2008): Curriculum Kieferorthopädie. 4., überarb. und erw. Aufl. Berlin: Quintessenz Verlag (Curriculum).
- Schulz, S.; Koos, B.; Duske, K.; Stahl, F. (2016): Skeletal effects in Angle Class II/1 patients treated with the functional regulator type II : Cephalometric and tensor analysis. In: *J. Orofac. Orthop.* 77 (6), S. 420–431.

- Schulze, C. (1993): Lehrbuch der Kieferorthopädie. 3., überarb. Aufl. Berlin: Quintessenz-Verlag.
- Seehra, J.; Fleming, P. S.; Mandall, N.; DiBiase, A. T. (2012): A comparison of two different techniques for early correction of Class III malocclusion. In: *Angle Orthod.* 82 (1), S. 96–101. DOI: 10.2319/032011-197.1.
- Seehra, J.; Fleming, P. S.; Newton, T.; DiBiase, A. T. (2011): Bullying in orthodontic patients and its relationship to malocclusion, self-esteem and oral health-related quality of life. In: *J. Orthod.* 38 (4), 247-56; quiz 294. DOI: 10.1179/14653121141641.
- Seehra, J.; Newton, J. T.; DiBiase, A. T. (2013): Interceptive orthodontic treatment in bullied adolescents and its impact on self-esteem and oral-health-related quality of life. In: *Eur. J. Orthodont.* 35 (5), S. 615–621. DOI: 10.1093/ejo/cjs051.
- Sepanian, V. F.; Sonnesen, L. (2018): InKisor root resorption in class II division 2 patients in relation to orthodontic treatment. In: *Eur. J. Orthodont.* 40 (3), S. 337–342. DOI: 10.1093/ejo/cjx086.
- Servello, D. F.; Fallis, D. W.; Alvetro, L. (2015): Analysis of Class II patients, successfully treated with the straight-wire and Forsus appliances, based on cervical vertebral maturation status. In: *Angle Orthod.* 85 (1), S. 80–86. DOI: 10.2319/102513-780.1.
- Sierwald, I.; John, M. T.; Sagheri, D.; Neuschulz, J.; Schüler, E.; Splieth, C. et al. (2016): The German 19-item version of the Child Oral Health Impact Profile: translation and psychometric properties. In: *Clin. Oral Investig.* 20 (2), S. 301–313. DOI: 10.1007/s00784-015-1503-7.
- Sierwald, I.; John, M. T.; Schierz, O.; Jost-Brinkmann, P.-G.; Reissmann, D. R. (2015): AssoKlation of overjet and overbite with esthetic impairments of oral health-related quality of life. In: *J. Orofac. Orthop.* 76 (5), S. 405–420. DOI: 10.1007/s00056-015-0300-x.
- Siluvai, S.; Kshetrimayum, N.; Reddy, C. V. K.; Siddanna, S.; Manjunath, M.; Rudraswamy, S. (2015): Malocclusion and related quality of life among 13- to 19-year-old students in Mysore Kity - a cross-sectional study. In: *Oral Health Prev. Dent.* 13 (2), S. 135–141. DOI: 10.3290/j.ohpd.a32339.
- Silvestrini-Biavati, A.; Alberti, G.; Silvestrini, Biavati, F.; Signori, A.; Castaldo, A.; Migliorati, M. (2012): Early functional treatment in Class II division 1 subjects with mandibular retrognathia using Fränkel II appliance. A prospective controlled study. In: *Eur. J. Paediatr. Dent.* 13 (4), S. 301–306.
- Silvola, A.-S.; Närhi, L.; Tolvanen, M.; Pirttiniemi, P. (2020): Gender-speKifc assoKlations of malocclusion traits with oral health-related quality of life in a Finnish adult population. In: *Eur. J. Orthodont.* 42 (3), S. 242–249. DOI: 10.1093/ejo/cjz026.
- Slade, G. D.; Spencer, A. J. (1994): Development and evaluation of the Oral Health Impact Profile. In: *Community Dent. Health* 11 (1), S. 3–11.
- So, L. L. (1996): Effects of reverse headgear treatment on sagittal correction in girls born with unilateral complete cleft lip and cleft palate--skeletal and dental changes. In: *Am. J. Orthod. Dentofakial Orthop.* 109 (2), S. 140–147.
- Soares, T.R.C.; Magno, M. B.; Jural, L. A.; Loureiro, J. M.; Chianca, T. K.; Andrade Risso, P. de; Maia, L. C. (2018): Risk factors for traumatic dental injuries in the Brazilian population: A critical review. In: *Dent. Traumatol.* 34 (6), S. 445–454. DOI: 10.1111/edt.12439.

- Sollenius, O.; Golez, A.; Primožic, J.; Ovsenik, M.; Bondemark, L.; Petren, S. (2019): Three-dimensional evaluation of forced unilateral posterior crossbite correction in the mixed dentition: a randomized controlled trial. In: *Eur. J. Orthodont.* 019. DOI: 10.1093/ejo/cjz054.
- Sonnese, L.; Svensson, P. (2008): Temporomandibular disorders and psychological status in adult patients with a deep bite. In: *Eur. J. Orthodont.* 30 (6), S. 621–629. DOI: 10.1093/ejo/cjn044.
- Spalj, S.; Tranesen, K. M.; Birkeland, K.; Katic, V.; Pavlic, A.; Vandevska-Radunovic, V. (2017): Comparison of Activator-Headgear and Twin Block Treatment Approaches in Class II Division 1 Malocclusion. In: *Biomed Res. Int.* DOI: 10.1155/2017/4861924.
- Suzuki, J.; Shimazaki, K.; Koike, S.; Ono, T. (2018): Gastric emptying rate before and after orthodontic treatment examined with the [¹³C] breath test: A pilot study. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 153 (3), S. 347–354. DOI: 10.1016/j.ajodo.2017.06.025.
- Tai, K.; Park, J. H.; Mishima, K.; Shin, J. W. (2011): 3-Dimensional cone-beam computed tomography analysis of transverse changes with Schwarz appliances on both jaws. In: *Angle Orthod.* 81 (4), S. 670–677. DOI: 10.2319/110910-655.1.
- Takemoto, Y.; Saitoh, I.; Iwasaki, T.; Inada, E.; Yamada, C.; Iwase, Y. et al. (2011): Pharyngeal airway in children with prognathism and normal occlusion. In: *Angle Orthod.* 81 (1), S. 75–80. DOI: 10.2319/013010-65.1.
- Tepedino, M.; Della Noce, M. V.; Klavarella, D.; Gallenzi, P.; Cordaro, M.; Chimenti, C. (2019): Soft-tissue changes after Class II malocclusion treatment using the Sander bite-jumping appliance: a retrospective study. In: *Minerva Stomatol.* 68 (3), S. 118–125. DOI: 10.23736/S0026-4970.19.04197-9.
- Thiruvengkatahari, B.; Harrison, J.; Worthington, H.; O'Brien, K. (2015): Early orthodontic treatment for Class II malocclusion reduces the chance of incisal trauma: Results of a Cochrane systematic review. [Review]. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 148 (1), S. 47–59. DOI: 10.1016/j.ajodo.2015.01.030.
- Thiruvengkatahari, B.; Harrison, J. E.; Worthington, H. V.; O'Brien, K. D. (2013): Orthodontic treatment for prominent upper front teeth (Class II malocclusion) in children. [Review]. In: *Cochrane Database Syst. Rev.* 013 (11), CD003452. DOI: 10.1002/14651858.CD003452.pub3.
- Tindlund, R. S.; Rygh, P. (1993): Maxillary protrusion: different effects on facial morphology in unilateral and bilateral cleft lip and palate patients. In: *Cleft Palate Craniofac. J.* 30 (2), S. 208–221.
- Toffol, L. D.; Pavoni, C.; Baccetti, T.; Franchi, L.; Cozza, P. (2008): Orthopedic treatment outcomes in Class III malocclusion. A systematic review. [Review] [40 refs]. In: *Angle Orthod.* 78 (3), S. 561–573. DOI: 10.2319/030207-108.1.
- Tollaro, I.; Baccetti, T.; Franchi, L. (1996): Craniofacial changes induced by early functional treatment of Class III malocclusion. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 109 (3), S. 310–318.
- Toro, A.; Buschang, P. H.; Throckmorton, G.; Roldán, S. (2006): Masticatory performance in children and adolescents with Class I and II malocclusions. In: *Eur. J. Orthodont.* 28 (2), S. 112–119. DOI: 10.1093/ejo/cji080.
- Torre, H.; Alarcon, J.-A. (2012): Changes in nasal air flow and school grades after rapid maxillary expansion in oral breathing children. In: *Med. Oral Patol. Oral Klir. Bucal* 17 (5), E865-E870. DOI: 10.4317/medoral.17810.

- Tortop, T.; Kaygisiz, E.; Gencer, D.; Yuksel, S.; Atalay, Z. (2014): Modified tandem traction bow appliance compared with facemask therapy in treating Class III malocclusions. In: *Angle Orthod.* 84 (4), S. 642–648. DOI: 10.2319/080513-584.1.
- Toth, L. R.; McNamara, J. A., JR. (1999): Treatment effects produced by the Twinblock appliance and the FR-2 appliance of Fränkel compared with an untreated Class II sample. In: *Am. J. Orthod. Dentofakl Orthop.* 116 (6), S. 597–609.
- Tränkmann, J.; Lisson, J. A.; Treutlein, C. (2001): Different orthodontic treatment effects in Angle Class III patients. In: *J. Orofac. Orthop.* 62 (5), S. 327–336.
- Trawitzki, L. V.; Dantas, R. O.; Mello-Filho, F. V.; Marques, W., JR. (2010): Masticatory muscle function three years after surgical correction of class III dentofakl deformity. In: *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 39 (9), S. 853–856. DOI: 10.1016/j.ijom.2009.03.006.
- Trenouth, M. J. (2000): Cephalometric evaluation of the Twinblock appliance in the treatment of Class II Division 1 malocclusion with matched normative growth data. In: *Am. J. Orthod. Dentofakl Orthop.* 117 (1), S. 54–59.
- Trenouth, M. J. (2002): Proportional changes in cephalometric distances during Twin Block appliance therapy. In: *Eur. J. Orthodont.* 24 (5), S. 485–491.
- Trenouth, M. J. (2006): Centroid analysis of Twinblock appliance treatment for Class II Division 1 malocclusion. In: *World J. Orthod.* 7 (2), S. 159–164.
- Trenouth, M. J.; Mew, J. R.; Gibbs, W. W. (2001): A cephalometric evaluation of the Biobloc technique using matched normative data. In: *J. Orofac. Orthop.* 62 (6), S. 466–475.
- Tristão, S. K.; Magno, M. B.; Pintor, A. V. B.; Ferreira, D. M.; Maia, L. C.; Souza, I. P. R. de (2020): Is there a relationship between malocclusion and bullying? A systematic review. In: *Prog. Orthod.* 21 (1), S. 26. DOI: 10.1186/s40510-020-00323-7.
- Tsiouli, K.; Topouzelis, N.; Papadopoulos, M. A.; Gkantidis, N. (2017): Perceived fakl changes of Class II Division 1 patients with convex profiles after functional orthopedic treatment followed by fixed orthodontic appliances. In: *Am. J. Orthod. Dentofakl Orthop.* 152 (1), S. 80–91. DOI: 10.1016/j.ajodo.2016.12.017.
- Tulloch, J. F.; Phillips, C.; Koch, G.; Proffit, W. R. (1997): The effect of early intervention on skeletal pattern in Class II malocclusion: a randomized clinical trial. In: *Am. J. Orthod. Dentofakl Orthop.* 111 (4), S. 391–400.
- Tulloch, J. F.; Proffit, W. R.; Phillips, C. (2004): Outcomes in a 2-phase randomized clinical trial of early Class II treatment. In: *Am. J. Orthod. Dentofakl Orthop.* 125 (6), S. 657–667.
- Tumer, N.; Gultan, A. S. (1999): Comparison of the effects of monoblock and Twinblock appliances on the skeletal and dentoalveolar structures. In: *Am. J. Orthod. Dentofakl Orthop.* 116 (4), S. 460–468.
- Tuncer, B. Balos; Kaygisiz, E.; Tuncer, C.; Yueksel, S. (2009): Pharyngeal airway dimensions after chin cup treatment in Class III malocclusion subjects. In: *J. Oral Rehabil.* 36 (2), S. 110–117. DOI: 10.1111/j.1365-2842.2008.01910.x.
- Turkkahraman, H.; Sayin, M. O. (2006): Effects of activator and activator headgear treatment: comparison with untreated Class II subjects. In: *Eur. J. Orthodont.* 28 (1), S. 27–34. DOI: 10.1093/ejo/cji062.

- Ucem, T. T.; Ucuncu, N.; Yuksel, S. (2004): Comparison of double-plate appliance and facemask therapy in treating Class III malocclusions. In: *Am. J. Orthod. Dentofaklial Orthop.* 126 (6), S. 672–679. DOI: 10.1016/j.ajodo.2003.09.035.
- Ulger, G.; Arun, T.; Sayinsu, K.; Isik, F. (2006): The role of cervical headgear and lower utility arch in the control of the vertical dimension. In: *Am. J. Orthod. Dentofaklial Orthop.* 130 (4), S. 492–501.
- Ulusoy, C.; Canigur Bavbek, N.; Tuncer, B. B.; Tuncer, C.; Turkoz, C.; Gencturk, Z. (2014): Evaluation of airway dimensions and changes in hyoid bone position following class II functional therapy with activator. In: *Acta Odontol. Scand.* 72 (8), S. 917–925. DOI: 10.3109/00016357.2014.923109.
- Usumez, S.; Uysal, T.; Sari, Z.; BaskiftKI, F. A.; Karaman, A. I.; Guray, E. (2004): The effects of early preorthodontic trainer treatment on Class II, division 1 patients. In: *Angle Orthod.* 74 (5), S. 605–609.
- van Lierde, K. M.; Luyten, A.; D'haeseleer, E.; van Maele, G.; Becue, L.; Fonteyne, E. et al. (2015): Articulation and oromyofunctional behavior in children seeking orthodontic treatment. In: *Oral Dis.* 21 (4), S. 483–492. DOI: 10.1111/odi.12307.
- van Waes, H.; Stöckli, P. W. (2001): *Kinderzahnmedizin. 1. Auflage.* Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag (Farbatlant der Zahnmedizin, Band 17).
- Vanlaecken, R.; Martin, C. A.; Dischinger, T.; Razmus, T.; Ngan, P. (2006): Treatment effects of the edgewise Herbst appliance: a cephalometric and tomographic investigation. In: *Am. J. Orthod. Dentofaklial Orthop.* 130 (5), S. 582–593.
- Varlik, S. K.; Iscan, H. N. (2008): The effects of cervical headgear with an expanded inner bow in the permanent dentition. In: *Eur. J. Orthodont.* 30 (4), S. 425–430. DOI: 10.1093/ejo/cjn016.
- Vázquez-Casas, I.; Sans-Capdevila, O.; Moncunill-Mira, J.; Rivera-Baró, A. (2020): Prevalence of sleep-related breathing disorders in children with malocclusion. In: *J. Clin. Exp. Dent.* 12 (6), e555–e560. DOI: 10.4317/jced.56855.
- Vilanova, L.; Henriques, J. F.C.; Janson, G.; Patel, M. P.; Reis, R. S.; Aliaga-Del Castillo, A. (2018): Class II malocclusion treatment effects with Jones Jig and Distal Jet followed by fixed appliances. In: *Angle Orthod.* 88 (1), S. 10–19.
- Watkinson, S.; Harrison, J. E.; Furness, S.; Worthington, H. V. (2013): Orthodontic treatment for prominent lower front teeth (Class III malocclusion) in children. [Review]. In: *Cochrane Database Syst. Rev.* 013 (9), CD003451. DOI: 10.1002/14651858.CD003451.pub2.
- Wendl, B.; Muchitsch, A. P.; Winsauer, H.; Walter, A.; Droschl, H.; Jakse, N. et al. (2017): Retrospective 25-year follow-up of treatment outcomes in angle Class III patients : Early versus late treatment. In: *J. Orofac. Orthop.* 78 (3), S. 201–210. DOI: 10.1007/s00056-016-0076-7.
- Westwood, P. V.; McNamara, J. A., JR.; Baccetti, T.; Franchi, L.; Sarver, D. M. (2003): Long-term effects of Class III treatment with rapid maxillary expansion and facemask therapy followed by fixed appliances. In: *Am. J. Orthod. Dentofaklial Orthop.* 123 (3), S. 306–320. DOI: 10.1067/mod.2003.44.
- Wieslander, L. (1975): Early or late cervical traction therapy of Class II malocclusion in the mixed dentition. In: *Am. J. Orthod. Dentofaklial Orthop.* 67 (4), S. 432–439.
- Woon, S. C.; Thiruvengkatahari, B. (2017): Early orthodontic treatment for Class III malocclusion: A systematic review and meta-analysis. [Review]. In: *Am. J. Orthod. Dentofaklial Orthop.* 151 (1), S. 28–52. DOI: 10.1016/j.ajodo.2016.07.017.

- 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. [Review]. In: *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 97, S. 170–180. DOI: 10.1016/j.ijporl.2017.04.009.
- Yagci, A.; Uysal, T. (2010): Effects of conventional and modified facemask therapies on dentofacial structures. In: *Korean J. Orthod.* 40 (6), S. 432–443. DOI: 10.4041/kjod.2010.40.6.432.
- Yang, X.; Li, C.; Bai, D.; Su, N.; Chen, T.; Xu, Y.; Han, X. (2014): Treatment effectiveness of Fränkel function regulator on the Class III malocclusion: a systematic review and meta-analysis. [Review]. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 146 (2), S. 143–154. DOI: 10.1016/j.ajodo.2014.04.017.
- Yavuz, I.; HaliKloglu, K.; Ceylan, I. (2009): Face mask therapy effects in two skeletal maturation groups of female subjects with skeletal Class III malocclusions. In: *Angle Orthod.* 79 (5), S. 842–848. DOI: 10.2319/090308-462.1.
- Zhang, Y.; Jia, H.; Fu, Z.; Huang, Y.; Wang, Z.; Guo, R. et al. (2018): Dentoskeletal effects of facemask therapy in skeletal Class III cleft patients with or without bone graft. In: *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 153 (4), S. 542–549.
- Zhao, N.; Feng, J.; Hu, Z.; Chen, R.; Shen, G. (2015): Effects of a novel magnetic orthopedic appliance (MOA-III) on the dentofacial complex in mild to moderate skeletal class III children. In: *Head Face Med.* 11, S. 34. DOI: 10.1186/s13005-015-0092-7.
- Zheng, D.-H.; Wang, X.-X.; Su, Y.-R.; Zhao, S.-Y.; Xu, C.; Kong, C.; Zhang, J. (2015): Assessing changes in quality of life using the Oral Health Impact Profile (OHIP) in patients with different classifications of malocclusion during comprehensive orthodontic treatment. In: *BMC Oral Health* 15, S. 148. DOI: 10.1186/s12903-015-0130-7.
- Zhou, Y.; Long, H.; Ye, N.; Xue, J.; Yang, X.; Liao, L.; Lai, W. (2014a): The effectiveness of non-surgical maxillary expansion: a meta-analysis. In: *Eur. J. Orthodont.* 36 (2), S. 233–242. DOI: 10.1093/ejo/cjt044.
- Zhou, Y.; Wang, Y.; Wang, X.; Volière, G.; Hu, R. (2014b): The impact of orthodontic treatment on the quality of life a systematic review. In: *BMC Oral Health* 14, S. 66. DOI: 10.1186/1472-6831-14-66.
- Zou, B.; Zhou, Y.; Lowe, A. A.; Li, H.; Pliska, B. (2015): Changes in anteroposterior position and inclination of the maxillary incisors after surgical-orthodontic treatment of skeletal class III malocclusions. In: *J. Cranio-MaxilloFac. Surg.* 43 (10), S. 1986–1993. DOI: 10.1016/j.jcms.2014.12.013.
- Zymperdikas, V. F.; Koretsi, V.; Papageorgiou, S. N.; Papadopoulos, M. A. (2016): Treatment effects of fixed functional appliances in patients with Class II malocclusion: a systematic review and meta-analysis. [Review]. In: *Eur. J. Orthodont.* 38 (2), S. 113–126. DOI: 10.1093/ejo/cjv034.

18 Glossar

| | |
|---|--|
| Abrasion | Überbegriff für Zahnhartsubstanzverlust durch Reibung als physiologische Alterserscheinung oder im Kontext parafunktionaler, pathologisch erhöhter mechanischer Belastung der Zähne |
| Acrylschienen-Gaumennahterweiterungsapparatur | im Milch- und frühen Wechselgebiss eingesetzte Gaumennahterweiterungsapparatur, welche auf den Okklusalfächen der Milchseitenzähne zementiert wird |
| Akromegalie | ausgeprägte selektive Vergrößerung der Akren nach dem Wachstumsalter aufgrund einer Überproduktion von STH im Hypophysenvorderlappen (HVL). |
| Alt-RAMEC-Protokoll | Aktivierungsprotokoll der forcierten Gaumennahterweiterung, bei dem der Oberkiefer in der ersten Woche expandiert, in der zweiten wieder komprimiert wird, in der dritten Woche dann wieder expandiert usw. Dieses wechselnde Expandieren-Komprimieren wird über sieben oder acht Wochen fortgeführt, je nachdem, welche Breite des Oberkiefers final angestrebt wird. |
| ANB-Winkel (nach Riedel) | kephalometrisch im Fernröntgenseitenbild gemessener Winkel, welcher die relative sagittale Lagebeziehung der knöchernen Ober- zur Unterkieferbasis angibt (Neutralbisslage, Distalbisslage, Mesialbisslage) |
| Andresen-Aktivator | funktionskieferorthopädische, herausnehmbare, bimaxilläre Apparatur |
| Anteponition | zu ventrale, körperliche Versetzung von Zähnen |
| ATP | Adenosintriphosphat |
| Basis, apikale | Knochenabschnitt des Unter- oder Oberkiefers, in den die Wurzelspitzen der Zähne eingebettet sind |
| Bionator | herausnehmbare, v. a. bei Kindern und Jugendlichen angewendete funktionskieferorthopädische Apparatur aus einer bimaxillären Kunststoffbasis und Drahtelementen (Gaumenbogen, intermaxillärer Labialbogen) |
| Bisslage | anterio-posteriore Lagebeziehung der knöchernen Ober- zur Unterkieferbasis |
| Camouflage der Klasse II | Therapieform, bei der die einer Klasse-II-Anomalie zugrunde liegende Distalbisslage nicht ursächlich, sondern der assoziierte vergrößerte Overjet über eine Extraktion von Prämolaren im Oberkiefer mit Retraktion der Frontzähne korrigiert wird |
| Carriere-Distalizer | festsetzende, dental abgestützte, intraorale Apparatur, mit der Seitenzähne distalisiert werden können |
| Deckbiss | Sonderform des Distalbisses, bei dem die Frontzähne des Oberkiefers stark zurückgekippt stehen und die Frontzähne des Unterkiefers evtl. vollständig verdeckt werden können |
| dentoalveolär | Stellung, Position bzw. Angulation der Zähne im Alveolarfortsatz eines Kiefers |

| | |
|---------------------------------------|--|
| dentoalveoläre Kompensation | Therapieform, bei der die einer Anomalie zugrunde liegende skelettale Abweichung nicht ursächlich durch Wachstumsbeeinflussung oder orthognathe Chirurgie, sondern rein durch Veränderung der Stellung, Position bzw. Angulation der Zähne im Alveolarfortsatz eines Kiefers korrigiert wird |
| Diastema(ta) | Zahnlücke(n) zwischen Zähnen |
| digitale Volumentomografie (DVT) | dreidimensionale radiologische Bildgebung, welche in der Zahnmedizin als Alternative zur Computertomografie eingesetzt wird |
| Distalbisslage | relative Rücklage der knöchernen Unterkieferbasis in Relation zur Oberkieferbasis |
| Distalisation | Bewegung von Zähnen nach posterior im Zahnbogen |
| Distal-Jet | feststehende, dental abgestützte, intraorale Apparatur, mit der Seitenzähne distalisiert werden können |
| Distalokklusion | relative Rücklage des Unterkieferzahnbogens in Relation zum Zahnbogen des Oberkiefers |
| Doppelvorschubplatte | funktionskieferorthopädische, herausnehmbare, bimaxilläre Apparatur |
| Dyslalie | kombinierte Sprach- und Sprechstörung mit Störung des Lauterwerbs und/oder der Lautbildung, siehe auch Aussprachestörung |
| Eruption-Guidance-Apparatur | funktionskieferorthopädische Apparatur |
| Esthetic Line (nach Ricketts) | kephalometrisch im Fernröntgenseitenbild eingezeichnete Linie zwischen Nasenspitze und Weichteilpogonion, welche zur ästhetischen Beurteilung der Prominenz der Lippen herangezogen wird |
| Fernröntgenseitenbild (FRS) | in der Kieferorthopädie routinemäßig eingesetzte zweidimensionale radiologische Bildgebung für kephalometrische Vermessungen zur Bestimmung skelettaler, dentaler und Weichteilparameter im Rahmen der Differentialdiagnostik und -therapie |
| feststehende Apparaturen | intraorale kieferorthopädische Apparaturen, welche nicht vom Patienten selbst, sondern nur durch den kieferorthopädischen Behandler ein- und ausgegliedert werden können |
| First-Class-Apparatur (FCA) | feststehende, dental abgestützte, intraorale Apparatur, mit der Seitenzähne distalisiert werden können |
| Forsus-Apparatur | siehe Klasse-II-Mechaniken, feststehend |
| Fränkel-Funktionsregler | funktionskieferorthopädische, herausnehmbare, bimaxilläre Apparatur |
| Frontzahnüberbiss, umgekehrt | anteriorer Kreuzbiss; negativer Overjet; die Unterkieferschneidezähne übergreifen die Oberkieferschneidezähne nach ventral |
| Funktionskieferorthopädie | Therapieprinzip, bei dem über eine Änderung der Funktionsmuster der Kaumuskelatur und daher mittels körpereigener Kräfte funktionell eine Positionsveränderung von Zähnen und Kiefer bewirkt wird |
| Gaumenebene (SN-NL- und FH-NL-Winkel) | kephalometrisch im Fernröntgenseitenbild gemessene Winkel, welche die relative vertikale Lagebeziehung der |

| | |
|--|---|
| | knöchernen Oberkieferbasis (Gaumen) zur vorderen Schädelbasis angeben |
| Gaumennahterweiterung(sapparatur), forciert | feststehendes Gerät zur skelettalen Verbreiterung eines zu schmalen Oberkiefers durch Erweiterung der Sutura palatina mediana |
| Gesichtsmaske (nach Delaire) | extraoral verankertes kieferorthopädisches Gerät, das über Gummizüge mit einer intraoralen kieferorthopädischen Apparatur im Oberkiefer verbunden ist und während der Wachstumsphase des Patienten der Lageveränderung des Oberkiefers v. a. nach ventral (eingeschränkt auch nach kranial oder kaudal) dient |
| Glossoptose | Zurücksinken der Zunge und dadurch ausgelöste Atemwegverlegung, hervorgerufen durch muskuläre Hypotonie bei tiefer Bewusstlosigkeit (z. B. Narkose), Mundbodenabszess oder angeboren beim Robin-Syndrom u. a. fazialen Fehlbildungen |
| Gonionwinkel | Kieferwinkel, kephalometrisch im Fernröntgenseitenbild gemessener Winkel zwischen Hinterkante des aufsteigenden Unterkieferastes und Unterkante der knöchernen Unterkieferbasis |
| Headgear | abnehmbares kieferorthopädisches Behandlungsmittel zur Ausübung einer distalisierenden, d.h. nach dorsal gerichteten Kraft auf die Molaren insbesondere des Oberkiefers |
| herausnehmbare Apparatur | intraorale kieferorthopädische Apparaturen, welche vom Patienten selbst ein- und ausgegliedert werden können |
| herausnehmbarer mandibulärer Retraktor (RMR) | herausnehmbare funktionskieferorthopädische Apparatur zur Korrektur von Klasse-III-Anomalien |
| Herbst-Scharnier | siehe Klasse-II-Mechaniken, feststehend |
| Holdaway-Winkel | kephalometrisch im Fernröntgenseitenbild gemessener Winkel zur ästhetischen Beurteilung des Lippenprofils |
| I ² | statistisches Maß für die Heterogenität von Studien in einer Meta-Analyse |
| Jasper-Jumper | siehe Klasse-II-Mechaniken, feststehend |
| Jones-Jig | feststehende, dental abgestützte, intraorale Apparatur, mit der Seitenzähne distalisiert werden können |
| KI (Konfidenzintervall) | statistischer Begriff; Intervall, das die Präzision der Lageschätzung eines Parameters (z. B. eines Mittelwerts) angeben soll |
| Kieferbasenrelation, sagittal | antero-posteriore Lagebeziehung der knöchernen Ober- zur Unterkieferbasis |
| kieferorthopädische Indikationsgruppen (KIG) | in Deutschland geltendes Einteilungssystem für Art und Schweregrad kieferorthopädischer Anomalien, nach dem geregelt ist, ob sich die gesetzliche Krankenkasse an den Grundleistungen einer kieferorthopädischen Behandlung beteiligt oder nicht |
| Klasse I mit Anomalie | korrekte Lage des Unterkieferzahnbogens in Relation zum Zahnbogen des Oberkiefers mit zusätzlichen Anomalien (meist Zahnengstand oder Zahnlückenstand) |

| | |
|-------------------------------------|---|
| Klasse-II/1-Anomalie | relative Rücklage des Unterkieferzahnbogens in Relation zum Zahnbogen des Oberkiefers mit Proklination der Frontzähne im Oberkiefer |
| Klasse-II/2-Anomalie | relative Rücklage des Unterkieferzahnbogens in Relation zum Zahnbogen des Oberkiefers mit Steilstand der Frontzähne im Oberkiefer |
| Klasse-II-Anomalie | relative Rücklage des Unterkieferzahnbogens in Relation zum Zahnbogen des Oberkiefers |
| Klasse-III-Anomalie | relative Rücklage des Oberkieferzahnbogens in Relation zum Zahnbogen des Unterkiefers |
| Klasse-III-Okklusion | siehe Klasse-III-Anomalie |
| Klasse-II-Mechaniken, festsitzend | Apparaturen, die in Kombination mit einer Multibracketapparatur zum Einsatz kommen, um unabhängig von der Patientenmitarbeit die Lagebeziehung zwischen Ober- und Unterkiefer positiv zu beeinflussen |
| Klasse-II-Okklusion | siehe Klasse-II-Anomalie |
| Klasse-I-Okklusion | korrekte Lage des Unterkieferzahnbogens in Relation zum Zahnbogen des Oberkiefers |
| Komposit-Onlay | außerhalb des Mundes gefertigte Füllung aus Komposit-Kunststoff, die in der konservierenden Zahnheilkunde verwendet wird und definitionsgemäß die komplette Kaufläche eines Zahns überkuppelt |
| Kopfbiss | Bezeichnung für das Aufeinandertreffen der Kanten der Schneidezähne (syn. Zangenbiss) im Frontzahnbereich bzw. für das Aufeinandertreffen der Höcker der Ober- und Unterkiefermolaren (syn. doppelter Höckerbiss) im Molarenbereich |
| Kopf-Kinn-Kappe | Apparatur zur Behandlung des Vorbisses des Unterkiefers (Mesialokklusion) durch Wachstumshemmung des Unterkiefers aus einer gepolsterten Pelotte am Kinn, einer Kopfkappe am Hinterkopf und kräftigen Elastikzügen, die diese Teile verbinden |
| Kreuzbiss, anterior | umgekehrter Frontzahnüberbiss; negativer Overjet; die Unterkieferschneidezähne übergreifen die Oberkieferschneidezähne nach ventral |
| Kreuzbiss, frontal | umgekehrter Frontzahnüberbiss; negativer Overjet; die Unterkieferschneidezähne übergreifen die Oberkieferschneidezähne nach ventral |
| Kreuzbiss, posterior | ein- oder beidseitige transversale Bissanomalie dentaler oder skelettaler Ätiologie, bei der sich einzelne Zähne oder Zahngruppen der oberen und unteren Zahnreihe kreuzen |
| Likhert-Skala | graduelle, ordinal skalierte Antwortskala |
| Luxation | traumatisch bedingtes vollständiges Fehlen eines Zahnes in der Alveole |
| magnetische orthopädische Apparatur | funktionskieferorthopädische Apparatur |
| Makroglossie | abnorme Vergrößerung der Zunge |
| MARA-Apparatur | siehe Klasse-II-Mechaniken, festsitzend |
| maxillärer Protraktionsbogen | Apparatur zur Protraktion des Oberkiefers zur Therapie einer Klasse-III-Anomalie |

| | |
|--|---|
| MD (Median) | statistische Größe; Messwert, der genau „in der Mitte“ steht, wenn man die Messwerte der Größe nach sortiert |
| Mentolabialwinkel | kephalometrisch im Fernröntgenseitenbild gemessener Winkel zur ästhetischen Beurteilung des Lippenprofils |
| Mesialbisslage | relative Rücklage der knöchernen Oberkieferbasis in Relation zur Unterkieferbasis |
| Mesialisation | Bewegung von Zähnen nach anterior im Zahnbogen |
| Mesialokklusion | relative Rücklage des Oberkieferzahnbogens in Relation zum Zahnbogen des Unterkiefers |
| Mikrognathie | Unterentwicklung eines Kiefers einschließlich der Alveolarfortsätze |
| Mittellinienverschiebung (MLV), alveolär | transversales Abweichen der Mitte des Ober- oder Unterkieferzahnbogens von der Gesichtsmitte |
| Mittellinienverschiebung (MLV), mandibulär | transversales Abweichen der Mitte des Unterkiefers bzw. der Kinnspitze von der Gesichtsmitte |
| Monobloc mit Tucat-Perle | funktionskieferorthopädische Apparatur |
| Multibrackettherapie | festsetzende kieferorthopädische Apparatur, bestehend aus auf den Bukkal- oder Lingualflächen der Zähne geklebten Brackets und darin verlaufenden kieferorthopädischen Bögen, zur Korrektur von Zahnfehlstellungen |
| Neutralbisslage | korrekte Lage der knöchernen Oberkieferbasis in Relation zur Unterkieferbasis |
| Neutralokklusion | korrekte Lage des Oberkieferzahnbogens in Relation zum Zahnbogen des Unterkiefers |
| Nonokklusion, lingual | ein oder mehrere Seitenzähne des Oberkiefers beißen an ihrem jeweiligen Antagonisten im Unterkiefer nach lingual vorbei |
| Nonokklusion, bukkal | ein oder mehrere Seitenzähne des Oberkiefers beißen an ihrem jeweiligen Antagonisten im Unterkiefer nach bukkal vorbei |
| N'SnPg'-Winkel (Gesichtskonvexität) | kephalometrisch im Fernröntgenseitenbild gemessener Winkel zur ästhetischen Beurteilung des Gesichts |
| Oberkiefer-Dehnplatte | herausnehmbare kieferorthopädische Plattenapparatur aus Acrylkunststoff mit zentraler Dehnschraube zur dentoalveolären transversalen Dehnung des Oberkieferzahnbogens |
| offener Biss | negativer Overbite; Lücke zwischen den Zähnen des Ober- und Unterkiefers, v.a. den Frontzähnen |
| okklusale Aufbissplatte | herausnehmbare kieferorthopädische Plattenapparatur aus Acrylkunststoff mit seitlichen Aufbissen zur Aufhebung der Okklusion |
| Okklusion | Zahnkontakt zwischen den Zähnen des Oberkiefer- und Unterkieferzahnbogens bzw. deren Stellung zueinander |
| OR (Odds-Ratio) | Quotenverhältnis; Messzahl aus der Statistik, die etwas über die Stärke eines Zusammenhangs von zwei Merkmalen aussagt |
| orthognathe Chirurgie | Dysgnathie-Chirurgie; therapiert Kieferfehlstellungen, die mit Zahnspangen nicht korrigiert werden können. Meist kommt eine kieferorthopädisch-kieferchirurgische Kombinationstherapie mit flankierenden Operationen zum Einsatz. |

| | |
|----------------------------------|--|
| Overbite | vertikaler (superior-inferiorer) Überbiss – die Lagebeziehung der Frontzähne in der Vertikalen. Gemessen wird der Abstand von Schneidekante zu Schneidekante. Beißen die Schneidekanten aufeinander, ist der Wert Null. Bekommen die Schneidekanten bei maximaler Okklusion keinen Kontakt, spricht man von einem frontal offenen Biss. Überdecken die Oberkieferfrontzähne die Unterkieferfrontzähne, spricht man von einem tiefen Biss. |
| Overjet | horizontaler (anterior-posteriorer) Überbiss – die Lagebeziehung der Frontzähne in der Horizontalen. Gemessen wird der größte Abstand zwischen den Schneidekanten der mittleren Schneidezähne oben und unten. Die Angabe erfolgt in Millimetern. Beißen die Schneidekanten aufeinander, ist der Wert Null. Liegen die Oberkieferfrontzähne vor den Unterkieferfrontzähnen, wird der Überbiss mit einer positiven, liegt die Unterkieferfront vorn, mit einer negativen Millimeterzahl angegeben. |
| Overjet, negativer | umgekehrter Frontzahnüberbiss; anteriorer Kreuzbiss; die Unterkieferschneidezähne übergreifen die Oberkieferschneidezähne nach ventral |
| palatinal | zum Gaumen hin |
| Pierre-Robin-Sequenz | Fehlbildungskomplex mit Mikrogenie, Glossoptose, evtl. Mikroglossie und Gaumenspalte, auch in Kombination mit angeborenen Herzfehlern, Extremitätenfehlbildungen und Choanalatresie |
| Plattenapparaturen, intraoral | herausnehmbare kieferorthopädische Apparatur aus Acrylkunststoff mit passiven Halteelementen (Haltedrahtklammern) und aktiven Bewegungselementen (Federn, Schrauben) |
| Prämolarenbreite | ca. 8mm, dient der Angabe des Ausmaßes einer Distalokklusion bzw. Mesialokklusion in Abweichung von der Neutralokklusion |
| Preorthodontic-Trainer-Apparatur | funktionskieferorthopädische Apparatur |
| Prognathie | in Bezug zur Schädelbasis zu weit anterior liegender Kiefer |
| Proklination | Zahnachsstellung der Frontzähne, bei der diese zu weit nach anterior gekippt stehen |
| Protraktion | Zug nach vorne, meist des Oberkiefers nach anterior durch eine Gesichtsmaske |
| Protrusion | Kippung von Frontzähnen nach ventral |
| Pushing-Splints-3-Apparatur | siehe Klasse-II-Mechaniken, festsitzend |
| P-Wert | Signifikanzwert, Evidenzmaß für die Glaubwürdigkeit der Nullhypothese, die oft besagt, dass ein bestimmter Zusammenhang nicht besteht |
| Quadhelix-Apparatur | festsitzende kieferorthopädische Apparatur für den Oberkiefer bestehend aus vier Schlaufen zur dentoalveolären Verbreiterung der oberen Zahnbogens, beispielsweise bei der Korrektur eines Kreuzbisses |
| RCT | randomisiert-kontrollierte klinische Studie |

| | |
|-------------------------------|---|
| Retainer, festsitzend | festsitzendes Behandlungsmittel, um ein kieferorthopädisches Therapieergebnis zu stabilisieren, z.B. oral geklebter Drahtretainer |
| Retainer, herausnehmbar | herausnehmbares Behandlungsmittel, um ein kieferorthopädisches Therapieergebnis zu stabilisieren, z.B. passive Retentionsplatte |
| Retrognathie | in Bezug zur Schädelbasis zu weit posterior liegender Kiefer |
| Retroinklination | Zahnachsstellung der Frontzähne, bei der diese zu weit nach posterior gekippt stehen |
| Retroposition | zu dorsale, körperliche Versetzung von Zähnen |
| Retrusion | Kippung von Frontzähnen nach dorsal |
| Reverse(-Pull-)Headgear | siehe Gesichtsmaske |
| Reverse-Twinblock | funktionskieferorthopädische Apparatur |
| RR (relatives Risiko) | Erkrankungsrisiko von exponierten zu nichtexponierten Personen an und beschreibt die Wahrscheinlichkeit, eher mit einem bestimmten Risikofaktor zu erkranken, als ohne |
| Sabbagh Universal Spring | siehe Klasse-II-Mechaniken, festsitzend |
| sagittale Anomalien | siehe Distalokklusion, Distalbisslage, Mesialokklusion, Mesialbisslage |
| sagittale Frontzahnstufe | siehe Overjet |
| sagittale Molarenrelation | siehe Okklusion |
| Sander-Bite-Jumping-Apparatur | funktionskieferorthopädische Apparatur |
| Schlafapnoe, obstruktiv | Form der Schlafstörung mit schlafbezogener Atmungsstörung |
| Schluckmuster, somatisch | physiologisches Schluckmuster; die Zunge liegt ohne Kontakt zu den Frontzähnen dem harten Gaumen an. Während des Schluckvorgangs besteht Kontakt zwischen den Zahnreihen, und die Zunge liegt im Mundinnenraum. Die Lippen- und Mentalismuskulatur ist am Schluckakt nicht beteiligt. |
| Schluckmuster, viszeral | kindliches Schluckmuster; die Zunge steht in Kontakt mit den Frontzähnen, presst gegen diese und ein deutlicher Einsatz der Lippen- und Mentalismuskulatur besteht. Die Zunge lagert sich zwischen die Zahnreihen. |
| skelettal | die Kieferbasen betreffend, knöcherne Korrekturen im Wachstum |
| skelettale Verankerung | Miniimplantate, Miniplatten und Gaumenimplantate, welche in einen Kiefer/Alveolarfortsatz inseriert werden, um reaktive Kräfte im Rahmen einer kieferorthopädischen Therapie auf diesen abzuleiten und somit Nebenwirkungen auf die Stellung nicht zu bewogender Zähne zu vermeiden |
| SNA-Winkel | kephalometrisch im Fernröntgenseitenbild gemessener Winkel, welcher die relative sagittale Lagebeziehung der knöchernen Oberkieferbasis zur vorderen Schädelbasis bzw. den Prognathiegrad des Oberkiefers angibt |
| SNB-Winkel | kephalometrisch im Fernröntgenseitenbild gemessener Winkel, welcher die relative sagittale Lagebeziehung der knöchernen Unterkieferbasis zur vorderen Schädelbasis bzw. den Prognathiegrad des Unterkiefers angibt |

| | |
|---|--|
| Spee-Kurve | bogenförmige gedachte Linie im eugnathen Gebiss, welche die Schneidekanten und bukkalen Höckerspitzen der Oberkieferzähne verbindet und in ihrer Verlängerung das Caput mandibulae des Kiefer-gelenks anterior tangiert. Sie bietet ein Maß für die Zahnstellung bei einer Totalprothese und für die Herstellung einer harmonischen Okklusion (Neutralbiss). |
| Stützzone, kieferorthopädische | Zahnbogenabschnitt, in den der bleibende Eckzahn und die beiden Prämolaren durchbrechen. In einem harmonischen Zahnbogen eines kompletten Wechselgebisses entspricht die Stützzone der Summe der Milchzahnbreiten 3, 4 und 5. Die Stützzone hat eine Platzhalterfunktion für die bleibenden Eckzähne und Prämolaren (Zähne 3, 4, 5). |
| Subluxation | traumatisch bedingte abnorme Stellungsänderung eines Zahnes |
| Tandem-Traktionsbogengerät | kieferorthopädische Apparatur zur Therapie einer Klasse-III-Anomalie |
| Teuscher-Aktivator tiefer Biss, Tiefbiss | Andresen-Aktivator, kombiniert mit einem Headgear vergrößerter Overbite; die Oberkieferfrontzähne überlappen vertikal die Unterkieferfrontzähne zu stark |
| transversale Anomalien | siehe Kreuzbiss, Kopfbiss, Nonokklusion (lingual/bukkal) |
| Tübinger Gaumenplatte | herausnehmbare Gaumenplatte für Kinder mit einer Kiefer-Fehlbildung namens Pierre-Robin-Sequenz |
| Twinblock | funktionskieferorthopädische Apparatur |
| Twin-Force-Bite-Corrector | siehe Klasse-II-Mechaniken, festsitzend |
| U-Bügel-Aktivator | funktionskieferorthopädische Apparatur |
| Umkehr-Bionator | funktionskieferorthopädische Apparatur zur Therapie einer Klasse-III-Anomalie |
| Unterkieferlänge (Co-Gn bzw. Co-Pog) | kephalometrisch im Fernröntgenseitenbild gemessene Entfernung zwischen dem Kondylenpunkt und dem anteriorsten bzw. anterior-kaudalsten Punkt des knöchernen Kinns als Maß für die antero-posteriore Unterkieferlänge |
| vertikale Anomalien | siehe offener Biss, tiefer Biss, Deckbiss |
| vertikale Frontzahnstufe | siehe Overbite |
| vordere Oberkiefergrenze (Co-A- und Nperp-A-Abstände) | kephalometrisch im Fernröntgenseitenbild gemessene Entfernung zwischen dem Kondylenpunkt und dem anteriorsten Punkt des knöchernen Oberkiefers als Maß für die antero-posteriore Oberkieferlänge |
| Weichteil-A-Punkt | anteriore Weichteilgrenze des Oberkiefers unterhalb des Nasenstegs |
| Weichteilpogonion | anteriore Weichteilgrenze des Kinns |
| Wits-Appraisal | kephalometrisch im Fernröntgenseitenbild gemessene Strecke, welcher die relative sagittale Lagebeziehung der knöchernen Ober- zur Unterkieferbasis angibt (Neutralbisslage, Distalbisslage, Mesialbisslage) |
| XBow-Apparatur | siehe Klasse-II-Mechaniken, festsitzend |
| Zahnengstand | siehe Klasse I mit Anomalie |
| Zwangsbiss | Abweichen der Unterkieferposition von der ersten Kontaktposition mit dem Oberkiefer beim Kieferschluss |

von der finalen Position bei maximalem Zubeißen nach
ventral, dorsal oder lateral

| | |
|-------------------------------------|------------|
| Version: | 1.1 |
| Erstveröffentlichung: | 2021/12/17 |
| Nächste Überprüfung geplant: | 2025/12/17 |

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**