

S3-Leitlinie (Langversion)

Zahnimplantatversorgungen bei multiplen Zahnnichtanlagen und Syndromen

AWMF-Registernummer: 083-024

Stand: Dezember 2016

Gültig bis: Dezember 2021

Federführende Fachgesellschaften:

Deutsche Gesellschaft für Implantologie im Zahn-, Mund- und Kieferbereich (DGI)
Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK)

Beteiligung weiterer AWMF-Fachgesellschaften:

Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie (DGKFO)
Deutsche Gesellschaft für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie e.V. (DGMKG)
Deutsche Gesellschaft für Parodontologie e. V. (DG PARO)
Deutsche Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien e.V. (DGPro)

Beteiligung weiterer Fachgesellschaften/ Organisationen:

Arbeitsgemeinschaft für Kieferchirurgie (AGKi)
Berufsverband Deutscher Oralchirurgen (BDO)
Bundesverband der implantologisch tätigen Zahnärzte in Europa (BDIZ EDI)
Bundeszahnärztekammer (BZÄK)
Deutsche Gesellschaft für Ästhetische Zahnmedizin (DGÄZ)
Deutsche Gesellschaft für Computergestützte Zahnheilkunde (DGCZ)
Deutsche Gesellschaft für Zahnärztliche Implantologie (DGZI)
Freier Verband Deutscher Zahnärzte (FVDZ)
Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung (KZBV)
Verband Deutscher Zahntechniker-Innungen (VDZI)

publiziert
bei:

Autoren:

Prof. Dr. Dr. Hendrik Terheyden (DGI, DGZMK; LL-Koordinator und federführender Autor der LL)
Dr. Jan Tetsch (DGI)

Methodische Begleitung:

Prof. Dr. Ina Kopp (AWMF)
Dr. Silke Auras (DGZMK, Leitlinienbeauftragte)

Jahr der Erstellung: Dezember 2016

vorliegende Aktualisierung/ Stand: Dezember 2016

gültig bis: Dezember 2021

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.

Inhalt

1. Informationen zur Leitlinie	1
1.1 Priorisierungsgründe	1
1.2 Zielsetzung und Gegenstand der Leitlinie	1
1.3 Adressaten der Leitlinie.....	2
1.4 Ausnahmen von der Leitlinie und fachliche Voraussetzungen des Behandlungsteams	2
2. Einführung	2
2.1 Zahnimplantate in der Wachstumsphase: Kinder, Adoleszenten und junge Erwachsene.....	6
2.2 Zahn- und implantatbezogene Ergebnisse nach kaufunktioneller Rehabilitation bei Patienten mit Zahnnichtanlagen.....	7
2.3 Patientenzentrierte Ergebnisse nach kaufunktioneller Rehabilitation bei Zahnnichtanlagen	8
3. Konsentierten und abgestimmte Empfehlungen	9
3.1 Erhaltung des Milchzahns.....	10
3.2 Ersatz durch Zahnauto transplantation.....	11
3.3 Konventioneller prothetischer Zahnersatz.....	12
3.4 Implantatprothetischer Zahnersatz.....	13
3.5 Kieferorthopädischer Lückenschluss.....	16

1. Informationen zur Leitlinie

1.1 Priorisierungsgründe

Entsprechend des „Guidelines International Network“ bestehen derzeit weltweit keine Leitlinien zur Versorgung von Patienten mit Zahnnichtanlagen. Gründe für die vordringliche Erstellung einer Leitlinie zum Thema Zahnimplantate bei Patienten mit Zahnnichtanlagen bestehen,

- weil Zahnnichtanlagen die häufigste angeborene Fehlbildung des Menschen sind.
- aufgrund der Bedeutung des Schweregrads der Erkrankung für betroffene Patienten, insbesondere in bei syndromalen Fällen.
- weil es sich um Kinder und Jugendliche handelt, die besonderer Fürsorge bedürfen.
- weil für schwere Fälle von Zahnnichtanlagen nach deutschem Recht eine Ausnahmeindikation zur Kostenübernahme von Zahnimplantaten durch die Krankenkassen besteht. Den begutachtenden Zahnärzten und kostenerstattenden Stellen soll im Kostenübernahmeprozess eine Hilfestellung durch evidenzbasierte Empfehlungen angeboten werden.
- weil die möglichen Therapien von Hypo- und Oligodontien (Milchzahnerhaltung, Zahnauto transplantation, Zahnersatz, kieferorthopädischer Lückenschluss, Therapieverzicht) häufig kontrovers diskutiert und bewertet werden.
- um ein nachhaltiges kaufunktionelles Versorgungskonzept anzustreben.

1.2 Zielsetzung und Gegenstand der Leitlinie

Diese Leitlinie gibt Empfehlungen zur kaufunktionellen Rehabilitation von Patienten mit Zahnnichtanlagen unter der Verwendung von Implantaten, die auf Basis der bestverfügbaren Evidenz nach einer systematischen Literaturrecherche und einem strukturierten Expertenkonsens getroffen wurden. Diese Empfehlungen sind im Text gekennzeichnet.

Das Ziel der Leitlinie ist es, eine Entscheidungshilfe zur kaufunktionellen Rehabilitation bei Patienten mit Nichtanlagen von bleibenden Zähnen zu bieten. Diese Empfehlungen sollen auch als Hilfe bei der bei der Begutachtung von Ausnahmeregelungen der Kostenübernahme nach §28 SGB V dienen. Den Patienten soll eine nachhaltige und sichere Versorgung empfohlen werden. Der aktuelle Kenntnisstand zum Thema Zahnimplantate bei Zahnnichtanlagen soll den Patienten zugänglich gemacht werden. Als spezifische

Behandlungsziele sollen neben den technischen Überlebens- und Erfolgsparametern einer Behandlung auch patientenzentrierte Parameter wie Lebensqualität, Selbstbewusstsein, Zufriedenheit und Kaufunktion analysiert werden. Diese Ziele flossen in die Evidenzrecherche und die Empfehlungsfindung ein.

1.3 Adressaten der Leitlinie

Die Leitlinie richtet sich an

- Zahnärzte
- Zahnärzte mit Tätigkeitsschwerpunkt Implantologie
- Fachzahnärzte für Oralchirurgie und Kieferorthopädie
- Spezialisierte Zahnärzte in zahnärztlicher Prothetik
- Fachärzte für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie
- betroffene Patienten

1.4 Ausnahmen von der Leitlinie und fachliche Voraussetzungen des Behandlungsteams

Nicht unter diese Leitlinie fallen Empfehlungen zu unterschiedlichen Implantatsystemen (Oberflächenbeschaffenheit, Implantatform, -länge, -durchmesser, Miniimplantate oder Zygomaimplantate). Unterschiedliche prothetische und chirurgische Vorgehensweisen wie Knochenaugmentationen sowie werkstoffkundliche Aspekte werden ebenfalls nicht betrachtet. Ein angepasstes, fachlich korrektes therapeutisches Vorgehen und ein ausreichender Ausbildungsstand des Behandlungsteams werden vorausgesetzt. Ferner wird bei Therapie mit Zahnimplantaten ein ausreichendes natürliches Knochenangebot oder die therapeutische Schaffung von Knochen durch Augmentation vorausgesetzt. Die Verfahren dazu sind nicht Gegenstand dieser Leitlinie.

2. Einführung

Das angeborene Fehlen von bleibenden Zähnen (Zahnnichtanlagen) ist mit einer Häufigkeit von geschätzt 5,5% in der Bevölkerung die häufigste angeborene Fehlbildung des Menschen [1,2]. Frauen sind etwas häufiger als Männer betroffen. Die Zahnnichtanlagen variieren im

Schweregrad von einzelnen fehlenden Zähnen (Zahnaplasie) bis hin zum kompletten Fehlen aller Zähne (Anodontie). Das Fehlen von weniger als sechs bleibenden Zähnen ist als Hypodontie und von sechs und mehr fehlenden bleibenden Zähnen als Oligodontie definiert [3]. Dabei werden die Weisheitszähne nicht mitgerechnet. Die Prävalenz der Oligodontie beträgt etwa 0,14% in der Bevölkerung. Zahnnichtanlagen können isoliert non-syndromal oder im Rahmen von zahlreichen syndromalen Erkrankungen auftreten, von denen die ektodermale Dysplasie am häufigsten mit Zahnnichtanlagen verbunden ist.

Patienten mit Zahnnichtanlagen teilen unabhängig vom Schweregrad einige Gemeinsamkeiten. Im Gegensatz zu Zahnfehlbeständen aus kariösen oder parodontalen Gründen tritt eine Zahnnichtanlage sehr früh im Leben in Erscheinung - meistens in der Wechselgebissphase in der Kindheit. Das Auftreten in der Kindheit hat den therapeutischen Vorteil, dass die Kinder schon früh an das Fehlen der Zähne gewöhnt sind und ihr Kauverhalten entsprechend angepasst haben. Der Leidensdruck ist daher häufig anders gelagert als bei Erwachsenen, denen Kaueinheiten aus dem vorhandenen Bestand verloren gegangen sind. Andererseits ist eine frühe kaufunktionelle und ästhetische Rehabilitation aus funktionellen und entwicklungspsychologischen Gründen anzustreben.

Invasive zahnprothetische Maßnahmen im Kindes- und Jugendalter sind aus verschiedenen Gründen schwieriger als bei Erwachsenen. Beispielsweise können Zähne im Kindes- und Jugendalter wegen der noch ausgedehnten Pulpenhöhlen und der noch weiten Dentintubuli kaum und nur unter Risiko als prothetische Pfeiler zur Aufnahme von Zahnkronen beschliffen werden. Zudem ist es schwierig, mehrere Zähne miteinander in einer prothetischen Konstruktion zu verblocken, wenn der Kiefer noch wächst und sich die Zahnstellung noch verändert. Einflügelige Adhäsivbrücken zum Ersatz von einzelnen nicht angelegten Zähnen können jedoch schon im frühen Kindes- und Jugendalter verwendet werden, da hierbei die Zähne nicht oder nur minimal abgeschliffen werden müssen und aufgrund einer fehlenden Verblockung auch keine Wachstums hemmung verursachen. Die Versorgung von Schneidezahn-Nichtanlagen mit einspannigen adhäsiv befestigten Brücken an kariesfreien Nichtanlagen begrenzenden Zähnen wird nach den Befunden 2.1 und 2.7 von den gesetzlichen Krankenkassen als Regelversorgung (Bema Nr. 93a/b) angesehen. Zusätzlich sind bei gesetzlich Versicherten, die das 14., aber noch nicht das 21. Lebensjahr vollendet haben, zum Ersatz von zwei nebeneinander fehlenden Schneidezähnen (Befund 2.2) eine einspannige Adhäsivbrücke mit Metallgerüst mit zwei Flügeln oder zwei einspannige

Adhäsivbrücken mit Metallgerüst mit je einem Flügel als Regelversorgungen definiert (Bema Nr. 93a/b). Ein weiterer Vorteil von adhäsiv befestigtem Zahnersatz ist die einfache Reversibilität im Gegensatz zu anderen Verfahrensweisen.

Deckprothesen zum Ersatz multipler nicht angelegter Zähne verblocken die Zähne nicht und sind daher eine einfache Alternative zur Versorgung von multiplen Nichtanlagen, bieten aber eine geringere mundbezogene Lebensqualität als festsitzender Zahnersatz.

Nach Abschluss des transversalen Kieferwachstums, etwa ab 14 Jahren, bieten bei multiplen Nichtanlagen geklebte Geschiebe, sog. Adhäsivattachments, eine non- oder minimal invasive Therapieoption abnehmbare Teilprothesen sicher zu verankern, und damit die Lebensqualität zu verbessern.

Im Kindes- und Jugendalter sind Zahnimplantationen in der Regel, je nach Kieferregion, komplizierter und risikobehafteter als bei Erwachsenen. Implantate heilen ankylotisch ein, nehmen daher am Kieferwachstum weniger teil und geraten daher im Laufe der folgenden Jahre gegenüber den Nachbarzähnen in der Regel in Infraokklusion [4].

In Deutschland besteht eine Ausnahmeregelung, dass Zahnimplantate nach §28 SGBV unter bestimmten Bedingungen von der gesetzlichen Krankenkasse übernommen werden können. Nach der Richtlinie gemäß § 92 SGB V des gemeinsamen Bundesausschusses ist dies als seltene Ausnahmeindikation in besonders schweren Fällen vorgesehen, zu denen im Wortlaut die „generalisierte genetische Nichtanlage von Zähnen“ bei Fehlen einer konventionell prothetischen Alternative gehört. Die Interpretation dieser Richtlinien und die Empfehlung zur Genehmigung der Kostenübernahme durch die gesetzlichen Krankenkassen erfolgt stets nach Prüfung des Einzelfalls durch Gutachter der kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung. Es gibt auch zeitliche Beschränkungen, die eine gute Planung und Kompromisse erfordern. Einige Behandlungen, zum Beispiel die konventionelle kieferorthopädische Korrektur, werden meistens aufgrund der Versicherungsbedingungen in Deutschland von den gesetzlichen Kassen nur bis zum 18. Lebensjahr übernommen wogegen bestimmte Implantatbehandlungen erst nach Wachstumsabschluss sinnvoll sind.

Die Besonderheiten des aktiveren Immunsystems junger Patienten sind in der Behandlungsplanung zu beachten. Schließlich sei noch der Einfluss fehlender Zähne und der normalen kaufunktionellen Stimulation auf die Kieferentwicklung als gemeinsames Kennzeichen der Zahnnichtanlagen mit variierendem Schweregrad erwähnt.

Auch lokal an der Stelle der Zahnnichtanlage gibt es Gemeinsamkeiten aller Zahnnichtanlagen unabhängig vom Schweregrad. Der Alveolarfortsatzknochen ist ein Produkt des durchbrechenden Zahns. Sofern nie ein bleibender Zahn durchgebrochen ist, fehlt bei Nichtanlagen meistens das übliche Volumen des Alveolarfortsatzknochens. Der Alveolarfortsatz ist sogar in Einzelzahnücken häufig brettartig dünn ausgebildet. Bei Fehlen mehrerer benachbarter Zähne ist er meistens auch in der Höhe reduziert. Die Struktur des Alveolarfortsatzknochens ist im Regelfall auch nicht wie in Zahnücken ehemals normal bezahnter Patienten spongiös und von einer dünnen Kortikalis bedeckt. An der Stelle einer Zahnnichtanlage ist der Knochen oft sehr hart und spröde, häufig stark kortikalisiert bis hin zur Verschmelzung der bukkalen und oralen Kompakta. Die atypische Knochenstruktur erschwert Implantationen sowie kieferorthopädische Zahnbewegungen. Weil auch die mastikatorische befestigte Gingiva vom durchbrechenden Zahn ausgeht, gilt analog zum Knochen, dass an der Stelle einer Zahnnichtanlage häufig auch ein Mangel an befestigter Gingiva vorliegt.

Ansonsten gelten bei Zahnnichtanlagen hinsichtlich der Zahl der zu ersetzenden Zähne und der Zahl der dafür erforderlichen Pfeiler ähnliche prothetische Grundsätze wie beim Zahnverlust aus anderen Gründen.

Für den Ersatz von fehlenden Zähnen bei Nichtanlagen bleibender Zähne stehen verschiedene Methoden zur Verfügung.

Die erste und naheliegende Option ist die möglichst lange Erhaltung der vorangehenden Milchzähne. Die primäre Dentition ist von Nichtanlagen seltener betroffen als das bleibende Gebiss.

Die zeitlich darauf folgende Entscheidungsoption, die ebenfalls mit dem natürlicherweise noch vorhandenen Zahnmaterial auskommt, ist die chirurgische Zahnfreilegung und Autotransplantation, wenn solche Zähne als Transplantate an anderer Stelle der Kiefer zur Verfügung stehen. In Frage kommen unter anderem Weisheitszähne oder bei asymmetrisch verteilten Nichtanlagen auch Prämolaren, diese gegebenenfalls auch zum Ersatz von Frontzähnen, weil Prämolarenücken kieferorthopädisch in der Regel einfacher geschlossen werden können.

Die zeitlich gesehen dritte Option zum Ersatz bei Nichtanlagen ist die Versorgung mit konventionellem Zahnersatz. Wenn kariesfreie Zähne die Nichtanlagen in der Ausdehnung von maximal zwei fehlenden Zähnen begrenzen, sollten non- oder minimalinvasive

Verfahren (einflügelige Adhäsivbrücken) verwendet werden. Wenn die Nichtanlagen drei und mehr aufeinanderfolgende Zähne umfassen, kann mit herausnehmbaren Deckprothesen gearbeitet werden. Invasive Vorgehensweisen sollten vermieden werden, da eine Präparation der Zähne nur eingeschränkt möglich ist. Verblockende Formen von Zahnersatz sollten im Wachstum vermieden werden beziehungsweise sollte das Kieferwachstum durch Verblockungen nicht behindert werden.

Die zeitlich gesehen vierte Option ist die implantatgetragene prothetische Versorgung. Jede dieser vier Optionen hat ihre Vor- und Nachteile beziehungsweise Indikations- und Altersbeschränkungen.

Als fünfte Option in allen Phasen der Gebissentwicklung kommt ein kieferorthopädischer Lückenschluss in Betracht. Eine besondere Bedeutung liegt in der Kieferorthopädie als Begleittherapie von komplexen Zahnnichtanlagen zur Steuerung des Wachstums und der Bisslage beziehungsweise der Verteilung wichtiger prothetischer Pfeilerzähne im Kiefer.

2.1 Zahnimplantate in der Wachstumsphase: Kinder, Adoleszenten und junge Erwachsene

Generell gilt in der Implantologie die Regel, dass Zahnimplantate erst nach Wachstumsabschluss gesetzt werden sollen. Angeborene Zahnnichtanlagen treten aber in der Wachstumsphase in Erscheinung. Sie werden in der Regel im Wechselgebiss zwischen 6 und 14 Jahren bemerkt. Daraus ergibt sich die Frage, ob in der Wachstumsphase in diesem Alter bereits Zahnimplantate gesetzt werden dürfen oder sollten.

Implantationen im Wachstumsalter erfordern eine interdisziplinäre Zusammenarbeit, bei der die Kieferorthopädie eine besondere Bedeutung hat. Wie schon weiter oben besprochen, geraten in der Wachstumsphase gesetzte Zahnimplantate gegenüber den Nachbarzähnen in unterschiedlichem Ausmaß je nach Zeitpunkt und Implantationsort sekundär wieder in Infraokklusion, weil sie weniger als ortsständigen Nachbarzähne am Alveolarfortsatzwachstum teilnehmen. Dieses Wachstumsdefizit kann nicht nur einen Nachteil für die implantatgetragene Restauration selbst bedeuten, sondern auch die lückenbenachbarten Zähne durch Knochendehiszenz und Weichteilrezession irreversibel schädigen [4]. Zudem gibt es Hinweise für eine schlechtere Implantatprognose im Kindes- und Jugendalter, was mit einer ungünstigeren Knochenqualität und auch mit dem aktiveren Immunsystem von Kindern zusammenhängen kann.

Trotzdem sprechen Gründe für eine frühzeitige kaufunktionelle Rehabilitation, gegebenenfalls auch unter Verwendung von Implantaten bereits im Kindes und Jugendalter:

- wenn Zahnnichtanlagen nachteilige Einflüsse auf die psychosoziale Entwicklung der Patienten, spätestens in der Pubertät, haben können.
- um eine gute Kaueffizienz für eine ausgewogene Ernährung der Patienten und für eine Gesamtentwicklung zu haben.
- wenn keine sinnvollen alternativen Behandlungsmöglichkeiten bestehen.
- Das Wachstumspotential des Alveolarfortsatzes hängt auch von der Kieferregion ab. Allgemeine Definitionen zum Wachstumsabschluss und einen geeigneten Implantationszeitpunkt sind schwer möglich, da das Kieferwachstum individuell unterschiedlich sein kann.

2.2 Zahn- und implantatbezogene Ergebnisse nach kaufunktioneller Rehabilitation bei Patienten mit Zahnnichtanlagen

Bislang wurden zur Indikationsstellung und zu den Behandlungsergebnissen der Versorgung und speziell zum implantatgetragenen Zahnersatz bei Zahnnichtanlagen einige narrative Übersichtsarbeiten [5,6,7,8] und verschiedene Berichte von Konsensuskonferenzen [9,10,11] veröffentlicht. Es existiert nur ein systematischer Review der Literatur, dieser allerdings ohne numerische Metaanalyse [12]. Die Leitliniengruppe hat daher den Bedarf für eine systematische Literaturübersicht zu Versorgungsarten von Zahnnichtanlagen mit einer Metaanalyse gesehen, die im Vorfeld der Leitliniensitzung angefertigt und publiziert wurde [13]. Die in dieser Metaanalyse eingeschlossenen Primärstudien wurden für die vorliegende Leitlinie erneut in Hinblick auf ihre Methodik analysiert.

In der Auswertung aller verfügbaren Studien zur Versorgung von Patienten mit Zahnnichtanlagen wurde die Überlebensrate mit 95,3% für Zahnimplantate, 94,4% für Zahnautoimplantate, 89,6% für erhaltene Milchzähne und 60,2% für konventionellen Zahnersatz berechnet [13]. Im direkten Vergleich der Implantatüberlebensraten zeigte sich bei Kindern (72,4%) eine deutlich schlechtere Implantatüberlebensrate als bei Adoleszenten (93%), die wiederum etwas schlechter als bei jungen Erwachsenen (97,4%) mit Zahnnichtanlagen war. Letztere Gruppe zeigte damit Implantatüberlebenszahlen, die mindestens gleich gut oder besser als bei Erwachsenen ohne Zahnnichtanlagen war [13]. Im direkten Vergleich zeigten Patienten mit syndromalen Oligodontien mit 89,6% ein etwas

schlechteres Implantatüberleben als Patienten mit nicht syndromalen Oligodontien (97,2%). Das Überleben des Zahnersatzes auf natürlichen Zähnen wurde mit 61,4% im Vergleich zum Zahnersatz auf Implantaten (97,8%) niedriger eingeschätzt. Die Größe der Zahnersatzeinheit spielte mit einem Überleben von 98,5% für Einzelkronen auf Implantaten gegenüber festsitzenden Brücken mit 96,3% und implantatgetragenen herausnehmbaren Prothesen mit 90,6% ebenfalls eine Rolle. Zahnimplantate im Oberkiefer von Patienten mit Zahnnichtanlagen waren mit 84,2% Überleben prognostisch etwas schlechter einzuschätzen als Zahnimplantate im Unterkiefer mit 91,9% Überleben. Das Ausmaß einer Nichtanlage zeigte das beste Implantatüberleben für Lücken einzelner fehlender Zähne (99,1%) gegenüber milden Hypodontien von 94,6% und schweren Hypodontien mit 93,1% Implantatüberleben.

Diese Zahlen beziehen sich auf die gesamte verfügbare Literatur über Studienergebnisse mit expliziter Benennung von Patienten mit Zahnnichtanlagen. Die Leitliniengruppe hat festgestellt, dass Adhäsivbrücken in diesen Kollektiven kaum vertreten waren. Im Gegensatz dazu enthielten aber die meisten allgemeinen Studien zu Adhäsivbrücken einen großen Anteil von Patienten mit Zahnnichtanlagen, ohne diese Patienten gesondert auszuweisen. Die Überlebensraten von Adhäsivbrücken betrugen einem systematischen Review mit Metaanalyse zufolge 87,7% als Vergleich zu den oben genannten Zahlen wobei einflügelige Brücken besser abschnitten als Brücken mit mehreren Retainern [14].

Im Vergleich der Behandlungsmethoden am Beispiel der Nichtanlage der oberen seitlichen Schneidezähne war die Zahnauto transplantation die kosteneffektivste Methode [15].

2.3 Patientenzentrierte Ergebnisse nach kaufunktioneller Rehabilitation bei Zahnnichtanlagen

Nach kaufunktioneller Rehabilitation mit Zahnimplantaten stieg die mundbezogene Lebensqualität, messbar anhand der OHIP49 (Oral Health Impact Profile) oder CPQ11-14 (Child Perceptions Questionnaire) Instrumente. Der Grad mundbezogener Einschränkungen der Lebensqualität lag bei Patienten mit Oligodontie bei 27,8 von maximal möglichen 196 Punkten im OHIP System und 26,2 von maximalen 148 Punkten im CPQ System [13]. Diese Werte zeigen eine relativ geringe Beeinträchtigung der jungen Patienten durch die Oligodontie, verglichen etwa mit alten Patienten mit schlecht sitzenden Vollprothesen, die mit 54,2 OHIP Punkten deutlich mehr unter den fehlenden Zähnen litten [16]. Trotz der

relativ geringen Beeinträchtigung zum Studienbeginn wurde in mehreren Untersuchungen aber eine deutliche weitere Verbesserung (Mittelwert 14,9 OHIP Punkte) der mundbezogenen Lebensqualität durch Zahnimplantate und konventionellen Zahnersatz nachgewiesen [13].

Untersuchungen zur Patientenzufriedenheit zeigten den höchsten Zufriedenheitsgrad nach Versorgung mit Zahnimplantaten (93,4%), gefolgt von konventionellem Zahnersatz (76,6%), Zahnauto-transplantaten (75%) und kieferorthopädischem Lückenschluß (66,5%). Im direkten Vergleich innerhalb einer retrospektiven Studie berichteten Patienten mit kieferorthopädischem Lückenschluss gegenüber Patienten mit einer Lückenöffnung und Brückenversorgung ohne Zahnimplantate über etwas höhere Zufriedenheitswerte [17].

Nach kaufunktioneller Versorgung mit Zahnimplantaten stieg die Kaufähigkeit an, messbar anhand des MFIS (masticatory function impairment questionnaire) [18] und anhand objektiver kaufunktioneller Messgrößen wie Kaukraftmessung und Farbumschlag einer Kauprobe [19].

In der Literatur lagen zwei Studien zur numerischen Bewertung des Selbstbewusstseins bei Patienten mit Hypo- und Oligodontien vor. Eine Studie fand bei Kindern und Jugendlichen mit Oligodontie keine wesentliche Beeinträchtigung des Selbstbewusstseins durch die fehlenden Zähne [20], während in einer anderen Studie über eine Verbesserung des Selbstbewusstseins bei 61% der untersuchten Jugendlichen nach kaufunktioneller Rehabilitation berichtet wurde [18].

3. Konsentierete und abgestimmte Empfehlungen

Die wesentlichen Einflussfaktoren auf die Therapieentscheidung sind das Alter des Patienten, die Zahl der fehlenden Zahneinheiten, die Pfeilerverteilung, die Symmetrie der Defekte, das Knochenangebot und die Knochenqualität im Defektgebiet und der Wunsch des Patienten bzw. der Eltern. Zusätzlich können dentoalveoläre und skelettale Abweichungen die Therapie beeinflussen.

Die Therapie ist meistens eine Behandlungssequenz in mehreren Phasen der Entwicklung des Patienten. Wichtig ist eine spezifische Therapieplanung in den verschiedenen Zeitfenstern: Kindheit bis 12 Jahre, Adoleszentenphase von 12-18 Jahren und das junge Erwachsenenalter 18 bis 30 Jahren.

Komplexe Fälle erfordern eine interdisziplinäre Therapieplanung, wobei bei Kindern und Jugendlichen mit der Möglichkeit der Steuerung der Kiefer- und Gebissentwicklung auch die kieferorthopädische relevanten Aspekte berücksichtigt werden sollen.

Ein gemeinsames Kennzeichen schwerer Oligodontien ist die erniedrigte Bisshöhe mit niedrigem Untergesicht und konkavem Gesichtsprofil. Diese Stigmata lassen sich durch eine frühzeitige kaufunktionelle Rehabilitation und gegebenenfalls kieferorthopädisch oder chirurgisch verbessern.

Empfehlung 1	Die frühzeitige kaufunktionelle Rehabilitation - ob mit oder ohne Zahnimplantate - sollte erfolgen, weil sich ein nachweisbarer Gewinn an Lebensqualität, Zufriedenheitsgrad, Selbstbewusstsein und Kaeffizienz ergibt.
Empfehlungsgrad	B
Level of Evidence	2+
Konsens	Konsens (75-95%)

3.1 Erhaltung des Milchzahns

Empfehlung 2	Die Erhaltung des Milchzahnes an der Stelle eines nicht angelegten bleibenden Zahnes kann nach Literaturangaben eine lange Verweildauer ergeben und bewirkt eine Erhaltung des Alveolarfortsatzes im crestalen Anteil, so dass eine temporäre Erhaltung bis zur Implantationsfähigkeit sinnvoll sein kann.
Empfehlungsgrad	0
Level of Evidence	2+
Konsens	Stark

Empfehlung 3	Bei Milchzahnankylosen kann eine rechtzeitige Entfernung des persistierenden Milchzahnes sinnvoll sein, um eine Wachstumshemmung zu verhindern.
Empfehlungsgrad	0
Level of Evidence	2+
Konsens	Stark

Persistierende Milchzähne insbesondere Milchmolaren zeigten nach Literaturangaben hohe Überlebensraten von fast 90% über 10 Jahre.

Viele Milchzähne stehen aber aufgrund der im Vergleich zu bleibenden Zähnen niedrigeren Kronenhöhe von Beginn an und auf Dauer in Infraokklusion. Die Infraokklusion lässt sich zunächst non-invasiv durch das Aufkleben von Kauflächenerhöhungen beseitigen.

Häufig besteht eine mit einer Wurzelresorption verbundene Ankylosierung als Verschmelzung mit dem Knochen, die eine Wachstumshemmung auslöst. Ein allgemeines Entscheidungskriterium zur Extraktion eines ankylosierten Milchzahns kann dann gegeben sein, wenn die Infraokklusion des Milchzahns das approximale Kontaktpunktniveau der Nachbarzähne unterschritten hat beziehungsweise noch erhebliches (Vertikal-)Wachstum im Alveolarfortsatzbereich zu erwarten ist.

3.2 Ersatz durch Zahnautotransplantation

Empfehlung 4	Die Zahnautotransplantation kann schon während des Wachstums und in Wechselgebissen durchgeführt werden. Die Transplantation kann in spezifischen klinischen Situationen erwogen werden, z. B. bei asymmetrisch verteilten Nichtanlagen.
Empfehlungsgrad	0
Level of Evidence	2+
Konsens	Stark

Die Autotransplantation zeigt nach Literaturangaben hohe Erfolgsraten insbesondere bei Transplantation von Prämolaren mit einem Wurzelentwicklungsstadium von zwei Dritteln bis drei Vierteln der zu erwartenden Wurzellänge. Ein Vorteil der Zahntransplantation ist, dass das Transplantat den eigenen Alveolarfortsatzknochen ausbildet und ein Zahntransplantat

wie ortsständige Zähne am Kieferwachstum teilnimmt und kieferorthopädisch bewegt werden kann, sofern es nicht ankylotisch eingeheilt ist, was als unerwünscht und pathologisch zu bezeichnen ist.

3.3 Konventioneller prothetischer Zahnersatz

Empfehlung 5	Non- oder minimalinvasive Verfahren sollen bei der Entscheidung für eine prothetische Versorgung von Zahnnichtanlagen im Kindes- oder Adoleszentenalter bevorzugt werden. Dafür stehen bei bis zu zwei nebeneinander befindlichen Nichtanlagen, die von kariesfreien Zähnen begrenzt werden, an erster Stelle Adhäsivbrücken zur Verfügung. Bei multiplen Nichtanlagen ist bis zum Wachstumsabschluss oft der herausnehmbare Zahnersatz das Mittel der Wahl.
Empfehlungsgrad	A
Level of Evidence	2+
Konsens	Stark

Empfehlung 6	Die definitive prothetische Versorgung unter Nutzung invasiver Verfahren sollte erst nach Abschluss des Wachstums erfolgen.
Empfehlungsgrad	B
Level of Evidence	2+
Konsens	Stark

Adhäsivbrücken zeigen 5- und 10- Jahres Überlebensraten von etwa 90 % und eine gute mundbezogene Lebensqualität. Diese Ergebnisse liegen auf ähnlichem Niveau wie implantatgetragener Einzelzahnersatz [^{21,22,23,24,25}].

3.4 Implantatprothetischer Zahnersatz

Statement 1	Zahnimplantate bei durch Nichtanlagen bedingten Defekten setzen eine suffiziente Behandlung der Knochen und Weichteildefizite voraus.
Level of Evidence	2+
Konsens	Stark

Zahnimplantate zeigen bei Patienten mit Nichtanlagen hohe Verweildauern, die sich in der Erwachsenenengruppe nicht von Zahnimplantaten in Normalkollektiven unterscheiden. Auch bei Patienten mit ektodermaler Dysplasie unterscheiden sich die Erfolgsraten von Zahnimplantaten nicht wesentlich von der Normalbevölkerung.

Empfehlung 7	Nach Wachstumsabschluss kann eine Pfeilerergänzung durch Zahnimplantate zur Verankerung von bevorzugt festsitzendem Zahnersatz erwogen werden.
Empfehlungsgrad	0
Level of Evidence	2+
Konsens	Stark

Nach der Literatur über Patienten mit Zahnnichtanlagen zeigten Behandlungsverfahren unter Verwendung technischer Ersatzteile (konventionelle oder implantatgetragene Kronen- und Brückenprothetik) jährliche Verlustraten im Durchschnitt von 1,8% bis zu über 5%. Im Gegensatz dazu zeigten Methoden ohne prothetischen Ersatz unter Verwendung des natürlichen Zahnmaterials (Autotransplantation, Milchzahnerhaltung, kieferorthopädischer Lückenschluss) geringere jährliche Verlustraten von unter 1% [13].

Empfehlung 8	Die Implantatversorgung im Kindesalter vor dem 12. Lebensjahr sollte nur im Ausnahmefall erfolgen. Vor dem 12. Lebensjahr haben Zahnimplantate eine gegenüber dem Erwachsenenalter deutlich eingeschränkte Prognose. Trotzdem sollte eine Implantation in seltenen Ausnahmefällen auch vor dem 12. Lebensjahr erwogen werden bei Anodontie und schwere Oligodontie, sei es auch nur für eine temporäre Versorgung bis zum Wachstumsabschluss. Diese sehr frühe Versorgung beschränkt sich auf wenige Implantate unter Einbeziehung der physiologischen Kiefer- und Gebissentwicklung.
Empfehlungsgrad	B
Level of Evidence	2+
Konsens	Stark

Der Alveolarfortsatz der Unterkieferfront wächst nach dem Zahnwechsel kaum noch in Höhe und Breite [27], so dass eine Implantation in diesem Bereich zu weniger Infraokklusion führt als in anderen Kieferbereichen, insbesondere der oberen Front. Im Oberkiefer wurde als kindlicher Implantationsort bei ausgeprägten Oligodontien der Knochen des harten Gaumens hinter dem Alveolarbogen zur Verankerung von Deckprothesen beschrieben, weil so eine Implantatplatzierung im stark wachsenden oberen Alveolarfortsatz vermieden werden kann [26].

Empfehlung 9	Die implantatgetragene Versorgung im Adoleszentenalter kann im Einzelfall erwogen werden, wenn non- und minimalinvasive prothetische Versorgung ausscheiden und der Vorteil der frühzeitigen implantatprothetischen Versorgung gegenüber den Nachteilen durch das zu erwartende Restwachstum des Alveolarfortsatzes überwiegt.
Empfehlungsgrad	0
Level of Evidence	2+
Konsens	Stark

Das Risiko einer Implantatversorgung im adoleszenten Alter vom 12. bis 18. Lebensjahr vor Wachstumsabschluss ist eine Wachstumshemmung des Alveolarfortsatzes am Implantatort. Dies führt zu einer Infraokklusion des Implantats und kann zu Knochendehiszenzen an den lückenbegrenzenden Nachbarzähnen mit Taschenbildung führen und die Nachbarzähne gefährden. Die Implantatprognose ist einer Metaanalyse zufolge im Adoleszentenalter gegenüber erwachsenen Patienten leicht eingeschränkt [13].

Empfehlung 10	Auch bei jungen Erwachsenen jenseits des 18. Lebensjahres treten bis zur dritten Lebensdekade regelhaft alveoläre Wachstumsvorgänge auf, insbesondere bei Männern im anterioren Oberkiefer. Daher sollten bei jungen Erwachsenen Implantate in der oberen Front, insbesondere bei asymmetrisch verteilten Nichtanlagen unter Abwägung der Alternativen und der Lebensplanung des Patienten möglichst spät gesetzt werden.
Empfehlungsgrad	B
Level of Evidence	2+
Konsens	Stark

Ab dem 18. Lebensjahr gleicht die Prognose von Zahnimplantaten bei Patienten mit Zahnnichtanlagen der von normal bezahnten Erwachsenen [13]. Das 18. Lebensjahr als gesetzliche Schwelle zum Erwachsenenstatus ist als Zeitpunkt der definitiven Versorgung mit Zahnimplantaten eine willkürliche Grenze und nur ein vager klinischer Anhaltspunkt, von der das individuelle Wachstumsmuster im Einzelfall abweichen kann. Es wurde gezeigt, dass auch jenseits des 18. Lebensjahres regelhaft alveoläre Wachstumsvorgänge auftreten. Einer Studie [27] zufolge nimmt die Tiefe der Gaumenwölbung bedingt durch vertikales Wachstum des oberen Alveolarfortsatz von 12 bis 18 Jahren um 2-4 mm zu, bei Jungen im Schnitt etwa 1 mm stärker als bei Mädchen. Von 18 bis 31 Jahren kann dieser Studie zufolge der obere Alveolarfortsatz im Schnitt um weitere 2 mm in der Vertikalen wachsen.

Die Prognose des individuellen Wachstums ist bei Kindern und Adoleszenten durch Vergleich mit den Perzentilenkurven möglich. Jenseits des pubertären Wachstumsschubs ist diese Prognose aber sehr schwierig, Anhaltspunkte kann die Bestimmung des Wachstumstyps mit der seitlichen Fernröntgenanalyse geben.

Man weiß auf der Grundlage von Studien [28,29] dass non-syndromale oder syndromale Zahnnichtanlagen das Gesichtsschädelwachstum und das Wachstum der skelettalen Kieferbasis gegenüber gesunden Patienten zwar etwas verlangsamen aber im Endbetrag letztlich kaum beeinflussen. Es gibt ebenfalls keinen Hinweis, dass eine prothetische Versorgung auf Zähnen oder Implantaten während der Wachstumsphase das Gesichtsschädelwachstum negativ oder positiv beeinflusst [30].

3.5 Kieferorthopädischer Lückenschluss

Empfehlung 11	Bei Kindern und Jugendlichen, bei denen die Möglichkeit der Steuerung des Zahnwechsels beziehungsweise der Gebissentwicklung besteht, kann der kieferorthopädische Lückenschluss als primäre Therapie erwogen werden.
Empfehlungsgrad	0
Level of Evidence	2+
Konsens	Stark

Empfehlung 12	Bei geplantem kieferorthopädischen Lückenschluss können interzeptive Maßnahmen zur Steuerung der Gebissentwicklung (frühzeitige Milchzahnextraktionen) erwogen werden.
Empfehlungsgrad	0
Level of Evidence	2+
Konsens	Stark

Vorteile eines kieferorthopädischen Lückenschlusses bei jungen Patienten bestehen insbesondere dann, wenn zusätzlich weitere zu therapierende Befunde bestehen, wobei Platz- und Okklusionsanomalien eine hohe Prävalenz aufweisen [31,32,33] und die Symmetrie eine besondere Bedeutung hat. Hierbei erfolgt der Ersatz des fehlenden Zahnes durch einen eigenen Zahn mit der Möglichkeit, die Problematik der Nichtanlage bereits im jugendlichen Alter abschließen zu können und weitere kostenträchtige prothetische Versorgungen mit oder ohne Implantate entbehrlich zu machen [34,35,36]. Obwohl sich eine kieferorthopädische Lückenöffnung grundsätzlich eher positiv auf das Knochenangebot im späteren Implantatbereich auswirkt [37], kann bei kieferorthopädischer Lückenöffnung - insbesondere für die oberen

seitlichen Schneidezähne - nicht in jedem Fall ein adäquates Knochenvolumen für eine spätere ideale Implantatpositionierung erwartet werden [38,39].

Empfehlung 13	Die Entscheidung für oder gegen einen kieferorthopädischen Lückenschluss sollte in der Zusammenschau aller verfügbaren Befunde patientenindividuell getroffen werden. Dabei sind eine Vielzahl unterschiedlicher lokaler und globaler dentaler beziehungsweise dentofazialer sowie skelettaler und funktioneller Faktoren für die Therapieentscheidung relevant. Zudem sollten bei der Entscheidung für oder gegen den kieferorthopädischen Lückenschluss in der Wechselgebissphase die prothetischen Folgekosten einer Lückenöffnung mit prothetischem Ersatz berücksichtigt werden. Werden Frontzahnücken kieferorthopädisch geöffnet, sind Adhäsivbrücken aufgrund der Vorhersagbarkeit des Ergebnisses, der Reversibilität des Eingriffs, der geringen Invasivität und der geringen Kosten die erste prothetische Therapieoption, die eine Implantation im günstigeren späteren Lebensalter offen lässt.
Empfehlungsgrad	B
Level of Evidence	2+
Konsens	Stark

Die Argumente gegen einen kieferorthopädischen Lückenschlusses werden durch die Möglichkeiten der skelettalen Verankerung teilweise relativiert [36,40,41,42,43,44,45]. Eine Übersicht der kieferorthopädischen Einflussparameter für oder wider einen kieferorthopädischen Lückenschluss liefert Tabelle 1.

Tabelle 1

Parameter für die Entscheidung kieferorthopädischer Lückenschluss versus Lückenöffnung bei Nichtanlagen bleibender Zähne	
Lückenöffnung	Lückenschluss
<i>Dentale Parameter</i>	
Ausreichendes Platzangebot / keine KFO-Anomalien / Scharfe Verzahnung / neutrale Okklusion [35,46,47]	Ausgeprägte Engstände im Oberkiefer / Instabile Okklusion [48,49,50]; Extraktionsnotwendigkeit im Gegenkiefer (Engstand, Protrudierte Frontzähne), z.B. im UK bei Nichtanlagen im OK [46,47,50,51]
Knapper Overjet / Klasse III-Anomalien [47,51,52]	Klasse II-Anomalien / vergrößerter Overjet [36,46,49,50,53,54]
Steilstand der Frontzähne [55]	Dentoalveoläre Protrusion, insbesondere Labialkipfung der FZ [36,51]
	Mesial stehende permanente Eckzähne (mesialer Durchbruch bzw. Mesialwanderung, interzeptive Extraktion seitlicher Milchschnidezähne) [56,57]
Starke Formanpassung des Eckzahnes erforderlich; Zahnfarbe und Morphologie des Eckzahnes weniger geeignet [58,59]	Keine oder nur umschriebene Formanpassung des Eckzahnes erforderlich [58,59,60,61]
Hoher Gingivaverlauf des bleibenden Eckzahns [47]	
<i>Alter – Skelettale Parameter - Profil</i>	
Abgeschlossene Gebissentwicklung [55]	Junge Patienten mit noch möglicher Steuerung des Zahndurchbruchs [55,62]
Horizontaler Gesichtsschädelaufbau mit Tiefbiss [55,63]	Vertikaler Gesichtsschädelaufbau / knapper Overbite [49]
Kurzes unteres Gesichtsdrittel [55]	Langes unteres Gesichtsdrittel [55]
	Gummy smile / starke Gingivaexposition [35]
Konkaves Profil / vergrößerter Nasolabialwinkel (Protrusion der oberen Frontzähne zur Unterstützung der Oberlippe notwendig) [51]	Konvexes Profil / volle Lippen / verkleinerter Nasolabialwinkel [51]
Große apikale Basis / kleines Zahnmaterial [63]	Kleine apikale Basis [64], insbes. bei skelettaler Klasse-III-Tendenz [65]

Bei isolierter Nichtanlage eines oder zweier unterer zweiter Prämolaren im Unterkiefer und vollständiger Zahnzahl im Oberkiefer ist bei kieferorthopädischem Lückenschluss auf die Abstützung des zweiten (letzten) Oberkiefer-Molaren zu achten, was gegebenenfalls durch die Einstellung des unteren dritten Molaren realisiert werden kann [66]. Sollten diese

angelegt sein, beginnt deren Mineralisation frühestens mit 8 Jahren ^[67]; Nichtanlagen der dritten Molaren sind aber vor dem 14. teilweise 15. Lebensjahr nicht mit Sicherheit festzustellen ^[68]. Daher erscheint es empfehlenswert, diesen Umstand in die differentialtherapeutischen Überlegungen mit einzubeziehen.

Im Falle der Nichtanlage oberer seitlicher Schneidezähne kann im Rahmen einer kieferorthopädischen Gesamtbehandlung ein einseitiger beziehungsweise beidseitiger Lückenschluss angestrebt werden, wobei sich in der Regel bei einem einseitigen Lückenschluss ausgeprägtere restaurative Maßnahmen zur Umformung, insbesondere des Eckzahnes, anschließen können, zum Beispiel Kompositaufbauten ^[61].

Empfehlung 14	Zur Vermeidung von Komplikationen, die sich aus einer Retrusion oder Relativbewegung der Frontzähne und in schwierigen Verankerungssituationen ergeben, kann eine skelettale Verankerung zur kontrollierten Zahnbewegung indiziert sein.
Empfehlungsgrad	0
Level of Evidence	2+
Konsens	Stark

Durch die Möglichkeiten der skelettalen Verankerung (orthodontische Miniimplantate und Miniplatten, Gaumenimplantate) eröffnet sich mittlerweile auch in schwierigeren Situationen, zum Beispiel bei Klasse-III-Anomalien ^[35], die Möglichkeit eines kieferorthopädischen Lückenschlusses; das heißt die Kontraindikationen des kieferorthopädischen Lückenschlusses werden durch die erweiterten kieferorthopädischen Therapiemöglichkeiten zunehmend relativiert ^[35,40,41,42]. Hinsichtlich der Kriterien bezüglich differenzialtherapeutischer Entscheidungen ist insgesamt nur eine schwache Evidenz verfügbar ^[69]; eine allgemeingültige Standardtherapie kann nicht abgeleitet werden.

Empfehlung 15	Soweit bei Fällen von multiplen Zahnnichtanlagen (Oligodontie) bei Kindern und Jugendlichen erkennbar ist, dass die Anzahl der später prothetisch zu ersetzenden Zähne reduziert werden und die Ausgangssituation und Pfeilerverteilung für die spätere prothetische oder implantologische Therapie durch eine vorgeschaltete kieferorthopädische Behandlung verbessert werden kann, sollte diese zunächst erfolgen. Dabei sollte auf eine ausreichende Aufrichtung der lückenbegrenzenden Zähne als präprothetische Maßnahme geachtet werden. Beim Erwachsenen können kieferorthopädische Maßnahmen insbesondere im Sinne einer präprothetischen Verbesserung der Gebissituation sinnvoll sein.
Empfehlungsgrad	B
Level of Evidence	2+
Konsens	Stark

Literaturverzeichnis

- ¹ Polder BJ, Van't Hof MA, Van der Linden FPGM, Kuijpers-Jagtman AM: A meta-analysis of the prevalence of dental agenesis of permanent teeth. *Comm Dent Oral Epidemiol* 2004; 32: 217-226.
- ² Créton M, Cune M, Verhoeven W, Muradin M, Wismeijer D, Meijer G. Implant treatment in patients with severe hypodontia: a retrospective evaluation. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010;68:530–8.
- ³ Bergendal B. Oligodontia ectodermal dysplasia—on signs, symptoms, genetics, and outcomes of dental treatment. *Swed Dent J Suppl.* 2010;205:13–78. 7–8.
- ⁴ Thilander B, Odman J, Lekholm U. Orthodontic aspects of the use of oral implants in adolescents: a 10-year follow-up study. *Eur J Orthod.* 2001;23:715–31.
- ⁵ Pigno MA, Blackman RB, Cronin Jr RJ, Cavazos E. Prosthodontic management of ectodermal dysplasia: a review of the literature. *J Prosthet Dent.* 1996;76:541–5.
- ⁶ Bergendal B. When should we extract deciduous teeth and place implants in young individuals with tooth agenesis? *J Oral Rehabil.* 2008;35 Suppl 1:55–63.
- ⁷ Kramer FJ, Baethge C, Tschernitschek H. Implants in children with ectodermal dysplasia: a case report and literature review. *Clin Oral Implants Res.* 2007;18:140–6.
- ⁸ Aydinbelge M, Gumus HO, Sekerci AE, Demetoğlu U, Etoz OA. Implants in children with hypohidrotic ectodermal dysplasia: an alternative approach to esthetic management: case report and review of the literature. *Pediatr Dent.* 2013;35:441–6.

-
- ⁹ Hobkirk JA, Nohl F, Bergendal B, Storhaug K, Richter MK. The management of ectodermal dysplasia and severe hypodontia. International conference statements. J Oral Rehabil. 2006;33:634–7.
- ¹⁰ Klineberg I, Cameron A, Hobkirk J, Bergendal B, Maniere MC, King N, et al. Rehabilitation of children with ectodermal dysplasia. Part 2: an international consensus meeting. Int J Oral Maxillofac Implants. 2013;28:1101–9.
- ¹¹ Klineberg I, Cameron A, Whittle T, Hobkirk J, Bergendal B, Maniere MC, et al. Rehabilitation of children with ectodermal dysplasia. Part 1: an international Delphi study. Int J Oral Maxillofac Implants. 2013;28:1090–100.
- ¹² Yap AK, Klineberg I. Dental implants in patients with ectodermal dysplasia and tooth agenesis: a critical review of the literature. Int J Prosthodont. 2009;22:268–76.
- ¹³ Terheyden H, Wüsthoff F. Occlusal rehabilitation in patients with congenitally missing teeth—dental implants, conventional prosthetics, tooth autotransplants, and preservation of deciduous teeth—a systematic review. International Journal of Implant Dentistry 2015; 1:30.
- ¹⁴ Pjetursson BE, Tan WC, Tan K, Brägger U, Zwahlen M, Lang NP. A systematic review of the survival and complication rates of resin-bonded bridges after an observation period of at least 5 years. Clin Oral Implants Res. 2008;19:131–41.
- ¹⁵ Antonarakis GS, Prevezanos P, Gavric J, Christou P. Agenesis of maxillary lateral incisor and tooth replacement: cost-effectiveness of different treatment alternatives. Int J Prosthodont. 2014;27:257–63.
- ¹⁶ Jabbour Z, Emami E, de Grandmont P, Rompré PH, Feine JS. Is oral health-related quality of life stable following rehabilitation with mandibular two-implant overdentures? Clin Oral Implants Res. 2012;23:1205–9.

-
- ¹⁷ Robertsson S, Mohlin B. The congenitally missing upper lateral incisor. A retrospective study of orthodontic space closure versus restorative treatment. *Eur J Orthod.* 2000;22:697–710.
- ¹⁸ Finnema KJ, Raghoobar GM, Meijer HJ, Vissink A. Oral rehabilitation with dental implants in oligodontia patients. *Int J Prosthodont.* 2005;18:203–9.
- ¹⁹ Goshima K, Lexner MO, Thomsen CE, Miura H, Gotfredsen K, Bakke M. Functional aspects of treatment with implant-supported single crowns: a quality control study in subjects with tooth agenesis. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21:108–14.
- ²⁰ Hashem A, Kelly A, O'Connell B, O'Sullivan M. Impact of moderate and severe hypodontia and amelogenesis imperfecta on quality of life and self-esteem of adult patients. *J Dent.* 2013;41:689–94.
- ²¹ Botelho MG, Ma X, Cheung GJ, Law RK, Tai MT, Lam WY. Long-term clinical evaluation of 211 two-unit cantilevered resin-bonded fixed partial dentures. *Journal of dentistry.* 2014;42:778-84.
- ²² Kern M, Sasse M. Ten-year survival of anterior all-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses. *The journal of adhesive dentistry.* 2011;13:407-10.
- ²³ Lam WY, Botelho MG, McGrath CP. Longevity of implant crowns and 2-unit cantilevered resin-bonded bridges. *Clinical oral implants research.* 2013;24:1369-74.
- ²⁴ Lam WY, McGrath CP, Botelho MG. Impact of complications of single tooth restorations on oral health-related quality of life. *Clinical oral implants research.* 2014;25:67-73.
- ²⁵ Sasse M, Kern M. CAD/CAM single retainer zirconia-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses: clinical outcome after 5 years. *International journal of computerized dentistry.* 2013;16:109-18.
-

-
- ²⁶ Heuberer S, Dvorak G, Zauza K, Watzek G. The use of onplants and implants in children with severe oligodontia: a retrospective evaluation. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23:827–31.
- ²⁷ Thilander B. Dentoalveolar development in subjects with normal occlusion. A longitudinal study between the ages of 5 and 31 years. *Eur J Orthod.* 2009; 31(2):109-20.
- ²⁸ Dellavia C, Catti F, Sforza C, Tommasi DG, Ferrario VF. Craniofacial growth in ectodermal dysplasia. *Angle Orthod.* 2010;80:733–9.
- ²⁹ Dellavia C, Catti F, Sforza C, Grandi G, Ferrario VF. Non-invasive longitudinal assessment of facial growth in children and adolescents with hypohidrotic ectodermal dysplasia. *Eur J Oral Sci.* 2008;116:305–11.
- ³⁰ Johnson EL, Roberts MW, Guckes AD, Bailey LJ, Phillips CL, Wright JT. Analysis of craniofacial development in children with hypohidrotic ectodermal dysplasia. *Am J Med Genet.* 2002;112:327–34.
- ³¹ Lux CJ, Ducker B, Pritsch M, Niekusch U, Komposch G. Space conditions and prevalence of anterior spacing and crowding among nine-year-old schoolchildren. *Journal of Orthodontics.* 2008;35:33-42.
- ³² Lux CJ, Ducker B, Pritsch M, Komposch G, Niekusch U. Occlusal status and prevalence of occlusal malocclusion traits among 9-year-old schoolchildren. *European Journal of Orthodontics.* 2009;31:294-9.
- ³³ Glasl B, Ludwig B, Schopf P. Prävalenz und Entwicklung KIG-relevanter Befunde bei Grundschulern aus Frankfurt am Main. *Journal of Orofacial Orthopedics.* 2006;67:414-23.
- ³⁴ Zachrisson BU, Rosa M, Toreskog S. Congenitally missing maxillary lateral incisors: canine substitution. *Point. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2011;139: 434, 436, 438.
-

-
- ³⁵ Rosa M, Zachrisson BU. Integrating space closure and esthetic dentistry in patients with missing maxillary lateral incisors: Further Improvements. *Journal of Clinical Orthodontics*. 2007;41:563-73.
- ³⁶ Rosa M, Zachrisson BU. Integrating esthetic dentistry and space closure in patients with missing maxillary lateral incisors. *Journal of Clinical Orthodontics*. 2001;35:221-34.
- ³⁷ Spear FM, Mathews DM, Kokich VG. Interdisciplinary management of single-tooth implants. *Seminars in Orthodontics*. 1997;3:45-72.
- ³⁸ Uribe F, Chau V, Padala S, Neace WP, Cutrera A, Nanda R. Alveolar ridge width and height changes after orthodontic space opening in patients congenitally missing maxillary lateral incisors. *Eur J Orthod*. 2013;35:87–92.
- ³⁹ Uribe F, Padala S, Allareddy V, Nanda R. Cone-beam computed tomography evaluation of alveolar ridge width and height changes after orthodontic space opening in patients with congenitally missing maxillary lateral incisors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013;144:848–59.
- ⁴⁰ Papadopoulos MA, Tarawneh F. The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: a comprehensive review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2007;103:e6-e15.
- ⁴¹ Wehrbein H, Göllner P. Skeletal Anchorage in Orthodontics – Basics and Clinical Application. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2007;68:443-61.
- ⁴² Leung MT, Lee TC, Rabie AB, Wong RW. Use of miniscrews and miniplates in orthodontics. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2008;66:1461-6.
- ⁴³ Hourfar J, Kanavakis G, Goellner P, Ludwig B. Fully customized placement of orthodontic miniplates: a novel clinical technique. *Head & Face Medicine*. 2014;10:14.
-

-
- ⁴⁴ Ludwig B, Hourfar J, Lux CJ. Kieferorthopädischer Lückenschluss bei nicht angelegten oberen seitlichen Schneidezähnen. Zahnärztliche Mitteilungen. 2013;103:52-8.
- ⁴⁵ Giancotti A, Greco M, Mampieri G, Arcuri C. The use of titanium miniscrews for molar protraction in extraction treatment. Progress in Orthodontics. 2004;5:236-47.
- ⁴⁶ McNeill RW, Joondeph DR. Congenitally Absent Maxillary Lateral Incisors: Treatment Planning Considerations. Angle Orthodontist. 1973;43:24-9.
- ⁴⁷ Millar BJ, Taylor NG. Lateral thinking: the management of missing upper lateral incisors. British Dental Journal. 1995;179:99-106.
- ⁴⁸ Zachrisson BU. Improving orthodontic results in cases with maxillary incisors missing. American Journal of Orthodontics. 1978;73:274-89.
- ⁴⁹ Asher C, Lewis DH. The integration of orthodontic and restorative procedures in cases with missing maxillary incisors. British Dental Journal. 1986;160:241-5.
- ⁵⁰ Park JH, Okadakage S, Sato Y, Akamatsu Y, Tai K. Orthodontic treatment of a congenitally missing maxillary lateral incisor. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. 2010;22:297-312.
- ⁵¹ Sabri R. Management of missing maxillary lateral incisors. Journal of the American Dental Association. 1999;130:80-4.
- ⁵² Woodworth DA, Sinclair PM, Alexander RG. Bilateral congenital absence of maxillary lateral incisors: a craniofacial and dental cast analysis. American Journal of Orthodontics. 1985;87:280-93.

⁵³ Nordquist GG, McNeill RW. Orthodontic vs. restorative treatment of the congenitally absent lateral incisor--long term periodontal and occlusal evaluation. *Journal of Periodontology*. 1975;46:139-43.

⁵⁴ Argyropoulos E, Payne G. Techniques for improving orthodontic results in the treatment of missing maxillary lateral incisors A case report with literature review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1988;94:150-65.

⁵⁵ Keß K, Witt E. Langzeitergebnisse zur Frage des kieferorthopädischen Lückenschlusses in der Front—der funktionelle Status. *Fortschritte der Kieferorthopädie*. 1991;52:93-7.

⁵⁶ Spear FM, Mathews DM, Kokich VG. Interdisciplinary management of single-tooth implants. *Seminars in Orthodontics*. 1997;3:45-72.

⁵⁷ Pinho T, Lemos C. Dental repercussions of maxillary lateral incisor agenesis. *European Journal of Orthodontics*. 2012;34:698-703.

⁵⁸ Brough E, Donaldson AN, Naini FB. Canine substitution for missing maxillary lateral incisors: The influence of canine morphology, size, and shade on perceptions of smile attractiveness. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2010;138:705.e1-.e9.

⁵⁹ Wriedt S, Werner P, Wehrbein H. [Tooth shape and color as criteria for or against orthodontic space closure in case of a missing lateral incisor]. *Journal of Orofacial Orthopedics*. 2007;68:47-55.

⁶⁰ Kokich VO, Jr., Kinzer GA. Managing congenitally missing lateral incisors. Part I: Canine substitution. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2005;17:5-10.

⁶¹ Müssig E, Lux CJ, Staehle HJ, Stellzig-Eisenhauer A, Komposch G. Applications for direct composite restorations in orthodontics. *Journal of Orofacial Orthopedics*. 2004;65:164-79.

-
- ⁶² Harzer W, Reinhardt A. Kieferorthopädischer Lückenschluß im Frontzahnggebiet - Funktionelles Risiko oder optimale Lückenversorgung. Informationen aus Orthodontie & Kieferorthopädie. 1988;20:225-34.
- ⁶³ Ith-Hansen K, Kjær I. Persistence of deciduous molars in subjects with agenesis of the second premolars. European Journal of Orthodontics. 2000;22:239-43.
- ⁶⁴ Sergl HG, Kerr WJ, McColl JH. A method of measuring the apical base. European Journal of Orthodontics. 1996;18:479-83.
- ⁶⁵ Kinzer GA, Kokich VO, Jr. Managing congenitally missing lateral incisors. Part III: single-tooth implants. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. 2005;17:202-10.
- ⁶⁶ Zimmer B. Wisdom tooth eruption secondary to localized lower molar mesialization in patients with aplastic lower second premolars. Journal of Orofacial Orthopedics. 2006;67:37-47.
- ⁶⁷ American Academy of Pediatric Dentistry (AAPD). Dental Growth and Development. Available at http://www.aapd.org/media/policies_guidelines/rs_dentgrowthanddev.pdf. Accessed 30-12-2016.
- ⁶⁸ Richardson M. Late third molar genesis: its significance in orthodontic treatment. Angle Orthodontist. 1980;50:121-8.
- ⁶⁹ Johal A, Katsaros C, Kuijpers-Jagtman AM. State of the science on controversial topics: missing maxillary lateral incisors--a report of the Angle Society of Europe 2012 meeting. Progress in Orthodontics. 2013;14:14-20.