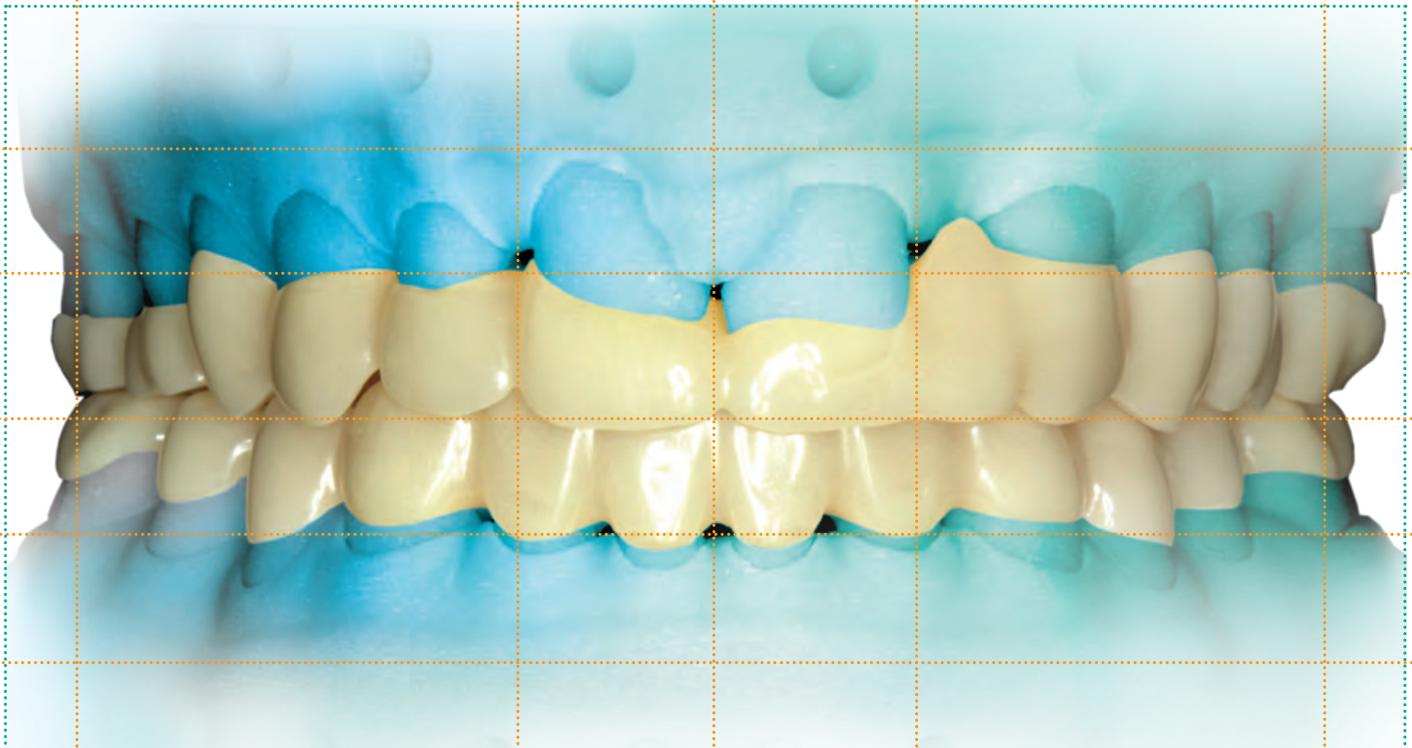


# Vertikalerhöhung mittels CAD-CAM-gefertigten Langzeitprovisorien bei multiplen Aplasien im intraoral gescannten jugendlichen Gebiss

*ZA Martin Brenner, ZÄ Shirley Nelson, ZT Markus Dohrn, Univ.-Prof. Hans-Christoph Lauer*



## **Einleitung**

An der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Frankfurt am Main finden CAD-CAM-gefertigte Provisorien aus Hochleistungspolymeren schon seit einigen Jahren Verwendung. Typischerweise kommen sie in der langzeitprovisorischen Versorgung von Pfeilern im Rahmen der endodontischen oder parodontologischen, präprothetischen Vorbehandlung zum Einsatz. Des Weiteren haben sie sich beispielsweise zur Vertikalerhöhung bewährt. Die Digitalisierung der Herstellungsprozesse und die hohe Stabilität der gefrästen Provisorien aus industriell vorgefertigtem Hochleistungspolymer ermöglichen den Patienten kostengünstigen und langzeitstabilen temporären Zahnersatz.

Anhand des im Folgenden erläuterten Patientenfalls wird verdeutlicht, welche therapeutischen Möglichkeiten die digitale Zahnmedizin dank der stetigen Weiterentwicklung heutzutage bietet.

## **Fallbeschreibung**

Ein 17 Jahre alter männlicher Patient stellte sich erstmals im Juni 2013 nach Abschluss der kieferorthopädischen Therapie zur Befunderhebung und prothetischen Beratung in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde vor. Die allgemeine Anamnese wies keine Besonderheiten auf.



Der intraorale Befund zeigte multiple Aplasien der permanenten Zähne 18, 17, 15-12, 22-25, 27, 28, 38, 37, 34-44, 47 und 48, sodass zwölf Zähne pro Kiefer, also insgesamt vierundzwanzig Zähne nicht angelegt waren (Abb. 1). Die persistierenden Milchzähne 55-52, 63-65 und 74-84 waren teilweise stark abradert und resorbiert (Abb. 2, Abb. 4), wiesen jedoch keinen Lockerungsgrad auf und waren nicht perkussionsempfindlich. Die Vertikaldimension war deutlich erniedrigt (Abb. 3).

Die Ursache der Nichtanlagen ist ungeklärt. Der Patient litt weder unter einer Syndromerkrankung noch waren Erkrankungen oder die Einwirkung von Medikamenten in der embryonalen beziehungsweise frühkindlichen Entwicklungsphase bekannt. Der Befund war in der Familie einzigartig.

Der Patient hatte den Wunsch einer definitiven prothetischen Versorgung, da ihn die Ästhetik störte und die Kaufunktion beeinträchtigt war. Herausnehmbaren Zahnersatz lehnte der Patient kategorisch ab, eine festsitzende Prothese wäre nur mittels einer Pfeilervermehrung via Implantation möglich.

Zur Implantation im jugendlichen Gebiss finden sich in der Literatur nur wenige und teils widersprüchliche Auffassungen. Einige Autoren lehnen eine Implantation im jugendlichen Gebiss ab [4], während andere Autoren durchaus positive Ergebnisse erzielt haben [1,3], allerdings immer mit der Prämisse, dass das Wachstum weitestgehend abgeschlossen ist. Die Problematik liegt in der Wachstumshemmung des Alveolarfortsatzes proximal des Implantats. Kawanami et al. ermittelten in einer Longitudinalstudie die Infraposition von replantierten, ankylosierten Zähnen in Abhängigkeit des Alters und Geschlechts. So ist bei männlichen Patienten im Alter von 16-19 Jahren mit einer durchschnittlichen Infrapositionierung von 0,14mm/Jahr zu rechnen (Abweichung 0,11-0,18mm/Jahr) [2]. Analog verhält sich der Alveolarknochen im Implantationsgebiet. Im Falle einer Einzelzahnrestauration wäre sicherlich eine Kompensation mittels Neuanfertigung der implantatgetragenen Krone nach Abschluss des Wachstums möglich. Da in diesem Fall jedoch zahlreiche Implantate inseriert werden müssten und zudem eine Bisshebung erforderlich war, wurde eine Implantation vor Abschluss des Kieferwachstums als ungeeignet erachtet. Aus diesem Grund strebten wir eine ästhetische und für den Patienten möglichst komfortable provisorische Lösung für die nächsten 3 Jahre an. Außerdem hatten wir den Anspruch, die permanenten Zähne möglichst unversehrt zu lassen.

### **Therapiemöglichkeiten für die provisorische Phase**

Zum Zwecke der provisorischen Versorgung bis zum Abschluss des Kieferwachstums wurden einige Therapiemittel unter Abwägung der Vor- und Nachteile in Betracht gezogen. Das Belassen der aktuellen Situation entsprach nicht dem Patientenwunsch und wurde daher ausgeschlossen.

Als klassischer Lösungsansatz wurde eine Extraktion der persistierenden Milchzähne und Ersatz mittels klammergetragenen Modellguss-Prothesen in Erwägung gezogen. Allerdings wäre diese Versorgung mit einer schlechten Ästhetik, Kariesprädispositionsstellen im Bereich der Klammerarme und einem schlechten Prothesenhalt aufgrund der ungünstigen Pfeilerverteilung und der hohen Konizität der Pfeiler verbunden. Ferner lehnte der Patient herausnehmbaren Zahnersatz ab.

Ein weiterer Therapievorschlag war die Anfertigung einer Kunststoffschiene mit integrierten Kunststoffzähnen. Eine solche hätte jedoch zu wenig Retention auf den stark abraderten, konischen Zähnen.

Mit CAD-CAM-gefertigten Langzeitprovisorien aus präfabrizierten Hochleistungspolymerblöcken wurden in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der Universität Frankfurt in den vergangenen Jahren sehr gute Erfahrungen gemacht. Sie sind gekennzeichnet durch eine hohe Langzeitstabilität in Kombination mit guter Ästhetik, niedrigem Restpolymergehalt, ausbleibender Polymerisationschumpfung und vergleichsweise geringen Kosten.



Abb. 5: Digital getrimmte Modelle des Ober- und Unterkiefers nach Entfernung der Scan-Artefakte.

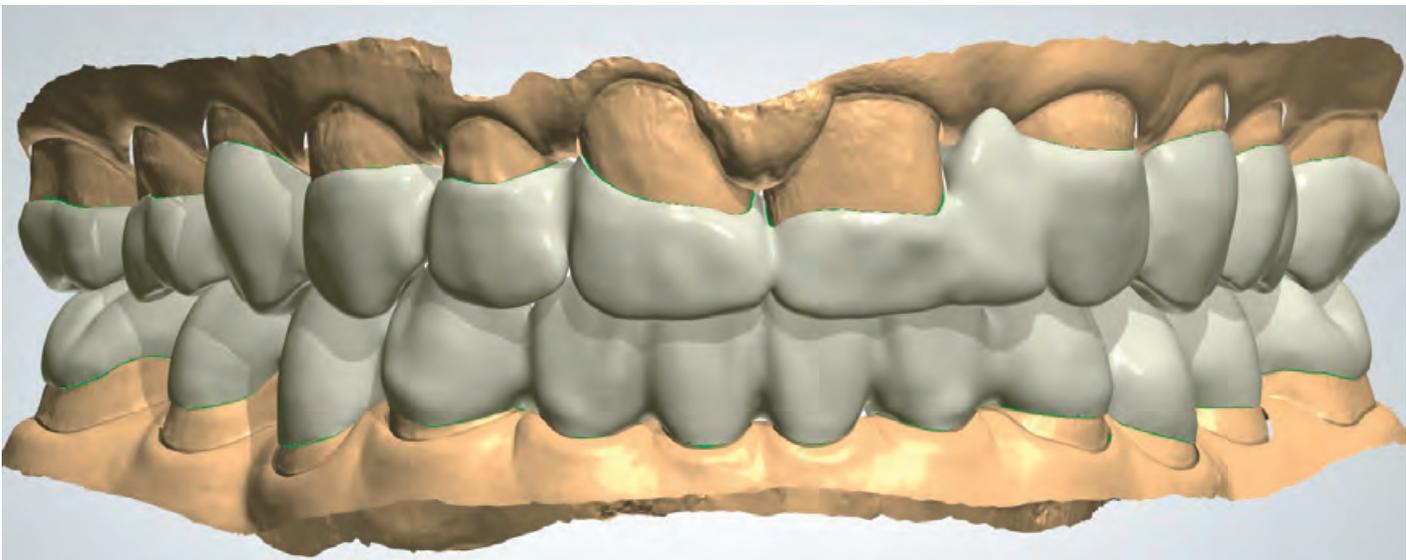


Abb. 6: Digitale Konstruktion (Ansicht von frontal) - Die zervikale Ausdehnung der Konstruktion ist durch den prothetischen Äquator limitiert.

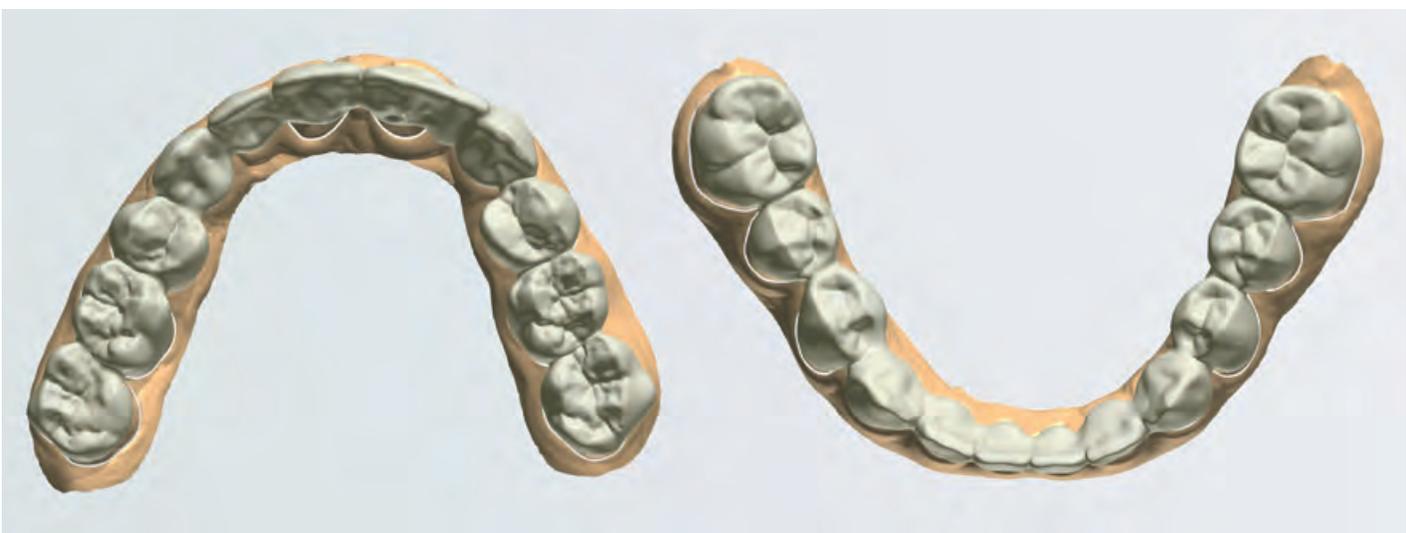


Abb. 7: Digitale Konstruktion (Ansicht von okklusal) - Die Kauflächen sind vollanatomisch gestaltet.



Abb. 8: Einstellung der Front-Eckzahn-Führung im virtuellen Artikulator.



Abb. 9: Oberkiefer- und Unterkieferkonstruktion nach dem Fräsvorgang.

In der Regel wurden die Provisorien nach Hohlkehl-Präparation und digitaler oder konventioneller Abformung mit temporären Zementen befestigt. Aufgrund der geringen Resthöhe der Zähne und zur Bewahrung der Unversehrtheit der Permanentes kam in diesem Fall nur eine adhäsiv befestigte Restauration in Frage. Bekanntermaßen ist der adhäsive Verbund zu Milchzähnen leider deutlich schlechter als zu permanenten Zähnen. Aus diesem Grund wurde entschieden, die Restauration verblockt herzustellen, um eventuell auftretende Abzugskräfte auf mehrere Zähne zu verteilen. Die verminderte Reinigungsfähigkeit musste dabei in Kauf genommen werden.

## Behandlungsablauf

### Digitale Abformung

Die Abformung erfolgte puderfrei mit dem digitalen Intraoralscanner cara TRIOS der Heraeus Kulzer GmbH (Hanau). Die Scanzzeit betrug etwa fünf Minuten pro Kiefer. Zur Kieferrelationsbestimmung wurde die durch den kieferorthopädischen Bionator vorgegebene Unterkieferposition mittels Jigs fixiert. Anschließend wurde der Bionator entfernt, die Jigs reponiert und die Kieferrelation von lateral mittels Intraoralscanner erfasst. Die Zuordnung von Unterkiefer und Oberkiefer erfolgte zur damaligen Zeit noch per unilateralem Scan. In der aktuellen Version werden beide Seiten gescannt.

Der etwa 10 MB große STL-Datensatz wurde via Internet über die digitale Schnittstelle cara Meeting Point an das zahntechnische Partnerlabor (Dental Consulting Dohrn GmbH – Frankfurt am Main) übermittelt, in die CAD-Software ModelBuilder™ (3shape – Kopenhagen, Dänemark) importiert und digital nachbearbeitet (Abb. 5).

### Konstruktion

Nach erfolgter Nachbearbeitung wurde der Datensatz in die Konstruktionssoftware DentalDesigner™ (3shape – Kopenhagen, Dänemark) überführt. Nachdem für beide Kiefer je eine gemeinsame Einschubrichtung festgelegt wurde, ermittelte das Programm automatisch den prothetischen Äquator. Anschließend wurde die Restauration digital konstruiert (Abb. 6, 7) und eine Front-Eckzahn-Führung eingestellt (Abb. 8). Die digitale Konstruktion war zervikal durch den prothetischen Äquator begrenzt (Abb. 6).

Die Umsetzung erfolgte per CAM-gesteuertem Fräsvorgang mit einer Imes Icore 450i-Fräsmaschine (Imes Icore - Eiterfeld) aus einem industriell vorgefertigten Polymethylmethacrylat-Block (Tizian PMMA Blank, Schütz Dental Group - Rosbach) (Abb. 9).

Zwecks Anprobe und manueller Nachbearbeitung wurden aus dem vorhandenen Datensatz zusätzlich Kunststoffmodelle in Eigenfertigung im Rapid-Prototyping-Verfahren (Stratasys Objet Eden260V, Minnesota USA, Polymerized Objet VeroDent MED670) hergestellt (Abb. 10) und in einen SAM®-2P-Artikulator (SAM Präzisionstechnik GmbH – Gauting) einartikuliert. So konnte die Restauration nach zervikal verlängert werden, um ein besseres ästhetisches Resultat zu erlangen.

### Anprobe und Eingliederung

Etwa eine Woche nach der digitalen Abformung hatte der Patient den Termin zur ersten Anprobe der digital erstellten, gefrästen Konstruktion vor manueller Nachbearbeitung. Die Passung war weitestgehend spannungsfrei, jedoch war die nur unilateral bestimmte Kieferrelation fehlerhaft (Abb. 11). In Schlussbissstellung hatte der Patient lediglich zwischen dem 2. und 3. Quadranten okklusale Kontakte. Zwischen dem 1. und 4. Quadranten lag eine Diskrepanz von etwa 2mm. In der aktuellen Version der Scansoftware wird die Kieferrelation in Schlussbissstellung bilateral erfasst. So wird die Gefahr einer fehlerhaften Zuordnung von Ober- und Unterkiefer minimiert. Zur Korrektur wurde ein Checkbiss durchgeführt und das Unterkiefer-Kunststoffmodell neu einartikuliert. Schließlich wurde



Abb. 10: Im Rapid-Prototyping-Verfahren hergestellte Kunststoffmodelle zur Anprobe und manueller Nachbearbeitung.

die Konstruktion vom Zahntechniker manuell nachbearbeitet.

Beim Folgetermin erschien der Patient zur Anprobe der nachgearbeiteten Langzeitprovisorien. Die Passung war insgesamt gut, lediglich auf den Zähnen 11 und 21 saß die Konstruktion aufgrund der zervikalen Extension in die Unterschnittsbereiche zu stramm (Abb. 12). In diesen Bereichen wurden die Provisorien leicht ausgekehlt. Dadurch wurde eine spannungsfreie Passung erreicht und gleichzeitig mehr Platz für das Befestigungsmaterial geschaffen.

Die adhäsive Befestigung geschah unter relativer Trockenlegung und unter Zuhilfenahme eines OpraGate Extra Soft (IvoclarVivadent – Schaan, Liechtenstein). Eine absolute Trockenlegung mittels Kofferdam war wegen der geringen Höhe und hohen Konizität der Zähne nicht möglich. Der Zahnschmelz wurde mittels 1-minütiger Schmelzätzung mit 37%-iger Phosphorsäure vorkonditioniert. Nach gründlicher Spülung und Trocknung wurden die Konstruktionen mit dem dualhärtenden Befestigungskomposit Variolink II (IvoclarVivadent – Schaan, Liechtenstein) befestigt. Nach Entfernung der Überschüsse wurde das Befestigungsmaterial mit einer Polymerisationslampe lichtgehärtet. Anschließend erfolgte der Einschliff der statischen und dynamischen Okklusion.

Schlussendlich wurden im Frontzahnggebiet ästhetische Korrekturen mit Nano-Hybrid-Füllungskomposit (GrandioSo, Voco GmbH – Cuxhaven) durchgeführt (Abb. 13, Abb. 14). Die Provisorien wurden poliert und sämtliche Zähne fluoridiert. Eine zusätzliche Langzeitfluoridabgabe war durch die Verwendung von Variolink II gewährleistet. Der Patient erhielt eine ausführliche Mundhygieneinstruktion mit besonderem Augenmerk auf die Reinigung der Interdentalbereiche.

### Nachsorge

Der Patient war unmittelbar nach Eingliederung sehr zufrieden mit der Ästhetik und der Kaufunktion. Lediglich in der Phonetik kam es anfangs zu kleinen Lautbildungsstörungen bei der Aussprache von F- und S-Lauten. Diese legten sich aber binnen einer einwöchigen Eingewöhnungsphase.

Nach ungefähr drei Monaten biss der Patient beim Essen versehentlich auf ein Knochenstück. in der Nahrung. Dabei kam es zur Abplatzung der Provisorien an 72 und 71. Die fehlenden Provisorien wurden mittels Kompositaufbauten aus Füllungskunststoff ersetzt. Um einen besseren Verbund zu



Abb. 11: Erste Anprobe - Die digitale Zuordnung der Kiefer war fehlerhaft. In Schlussbissstellung bestand zwischen dem 1. und 4. Quadranten eine eindeutige Nonokklusion.



Abb. 12: Frontalansicht der Anprobe - Die Konstruktion saß zu stramm auf den Zähnen 11 und 21. Nach leichter Auskehlung verschwand der Spalt an den Zähnen 52-54.



Abb. 13: Eingesetzte Langzeitprovisorien mit ästhetischen Korrekturen im Frontzahngebiet.

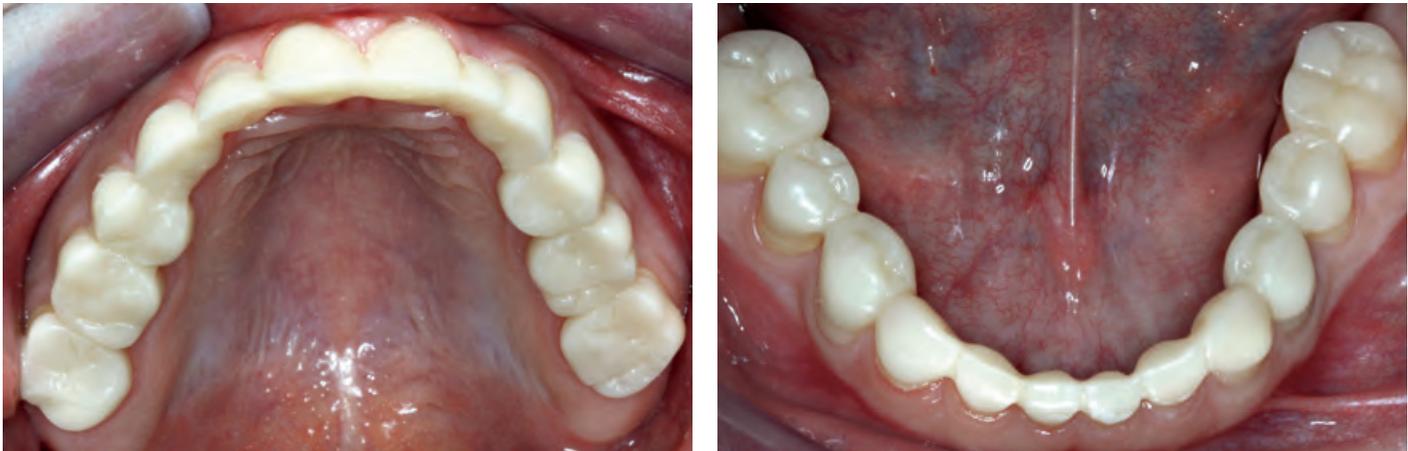


Abb. 14: Okklusalanalysen der eingesetzten Langzeitprovisorien.



Abb. 15: Zustand nach 6 Monaten in situ. Infolge der insuffizienten Mundhygiene waren vornehmlich im Zervikalbereich viele Beläge in Vergesellschaftung mit einem entzündeten Marginalsaum zu erkennen.

erhalten, wurden die Kontaktflächen zu den benachbarten Konstruktionen mit Silan vorbehandelt. Wegen der geringen Fläche der stark abradieren Zähne 72 und 71 hielten die Aufbauten nur für zwei Wochen. Daraufhin wurden die Zähne wurzelkanalbehandelt, um die Pulpakammer als zusätzliche Retentionsfläche zu nutzen, und erneut Aufbauten aus Komposit gestaltet. Seither kam es zu keinen weiteren Schäden an der Konstruktion.

Ein halbes Jahr nach Eingliederung ist der Patient weiterhin sehr zufrieden mit der provisorischen Versorgung. Die Nahrungsaufnahme ist ohne Einschränkungen möglich. Die Mundhygiene ist allerdings im zervikalen Bereich unzureichend (Abb. 15). Der Patient wurde daher erneut instruiert.

#### Literaturverzeichnis

1. S. Heuberger, G. Dvorak, C. Mayer, G. Watzek, W. Zechner: Dental implants are a viable alternative for compensating oligodontia in adolescents. Clin Oral Implants Res 2014;1-6
2. M. Kawanami, J. O. Andreasen, M.K. Borum, S. Schou, E. Hjørting-Hansen, H. Kato : Infra-position of ankylosed permanent maxillary incisors after replantation related to age and sex. Endod Dent Traumatol 1999;15(2):50-56
3. B. Thilander, J. Odman, U. Lekholm: Orthodontic aspects of the use of oral implants in adolescents: a 10-year follow-up study. Eur J Orthod 2001;23(6):715-731
4. G. Watzek, G. Mailath-Pokorny: Zahnärztliche Implantate. In: Schwenzer N, Eckelt U (Hrsg): Zahnärztliche Chirurgie. Thieme, Stuttgart [u.a.] 2009, 127-168

#### Fazit

Angesichts der schwierigen Ausgangssituation ist die Anfertigung der verblockten, adhäsiv befestigten Langzeitprovisorien zur Vertikalerhöhung und Überbrückung der letzten Wachstumsphase als sehr gute Kompromisslösung zu sehen. Der Patient verfügt - wie gewünscht - über eine festsitzende Versorgung, die für ihn funktionell keine Einschränkung bedeutet und eine gute Ästhetik aufweist. Nicht zuletzt dank der Digitalisierung des Workflows und in Anbetracht der Komplexität des Falles war der therapeutische, zahntechnische und finanzielle Aufwand relativ gering. Gleichwohl war eine umfangreiche manuelle Nachbearbeitung vonnöten. Als bedeutender Vorteil der digitalen Konstruktion ist die einfache Replizierbarkeit anzusehen. Sollte es zu Schäden oder partiellem Verlust der Konstruktion kommen, können problemlos Teile der Konstruktion erneut hergestellt und wiederbefestigt werden.

Am Beispiel dieses Falles wird deutlich, dass die CAD-CAM-gestützte Zahntechnik den Zahntechniker nicht vollständig ersetzen kann, da wesentliche Nacharbeiten notwendig waren. Allerdings hilft sie, Fertigungsprozesse zu vereinfachen und so ein zeitlich und wirtschaftlich effizienteres Arbeiten zu ermöglichen.



**Martin Brenner,  
Zahnarzt**

- Am 03.12.1985 geboren in Mannheim
- 2006-2011: Studium der Zahnmedizin Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt am Main
- Seit 2012: Assistenz Zahnarzt in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik am Zentrum der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Carolinum Frankfurt am Main



**Markus Dohrn,  
Zahntechniker**

- Ausbildung zum Zahntechniker bei Dental Consulting Dohrn GmbH und Flemming Dental
- Seit 2007: Zahntechniker bei Dental Consulting Dohrn GmbH
- Seit 2009: Digitaler Zahntechniker, Integration des kompletten Workflows des Labors und stetige Verbesserungen
- Weiterbildung in den Bereichen Okklusionsschienentherapie, Vollkeramik und Implantatprothetik, Cercon-Teleskope (Degudent), Valplast, SIC Implantate, navigierende Implantatplanung, Intraoralscan, 3D Druck etc.

# Abrechnungsbeispiel: Vertikalerhöhung mittels CAD-CAM-gefertigten Langzeitprovisorien bei multiplen Aplasien

Redaktion

| Datum    | Region                            | NR.    | Leistungsbeschreibung / Auslagen  | Bgr. Faktor | Anzahl |
|----------|-----------------------------------|--------|---|-------------|--------|
| 03.07.13 |                                   | 0060   | Abformung beider Kiefer für Situationsmodelle und einfache Bissfixierung einschließlich Auswertung zur Diagnose oder Planung  | 2,3000      | 1      |
| 19.07.13 |                                   | 0030   | Aufstellung eines schriftlichen Heil- und Kostenplanes nach Befundaufnahme und gegebenenfalls Auswertung von Modellen   | 2,3000      | 1      |
| 22.08.13 |                                   | 0065   | Optisch-elektronische Abformung einschließlich vorbereitender Maßnahmen, einfache digitale Bissregistrierung und Archivierung, je Kieferhälfte oder Frontzahnbereich                        | 2,3000      | 2      |
| 19.11.13 | 16-21<br>23-26<br>36, 35<br>33-46 | 7080   | Versorgung eines Kiefers mit einem festsitzenden laborgefertigten Provisorium (einschließlich Vorpräparation) im indirekten Verfahren, je Zahn oder je Implantat, einschließlich Entfernung | 2,3000      | 22     |
|          | 16-21<br>23-26<br>36, 35<br>33-46 | 2197   | Adhäsive Befestigung (plastischer Aufbau, Stieft, Inlay, Krone, Teilkrone, Veneer, etc.)  | 2,3000      | 22     |
|          | 22, 34                            | 7090   | Versorgung eines Kiefers mit einem laborgefertigten Provisorium (einschließlich Vorpräparation) im indirekten Verfahren, je Brückenglied, einschließlich Entfernung                         | 2,3000      | 2      |
|          |                                   | 6190   | Beratendes und belehrendes Gespräch mit Anweisungen zur Vermeidung von schädlichen Gewohnheiten und Dysfunktionen   | 2,3000      | 1      |
| 03.07.13 |                                   | MALGI  | Abformmaterial Alginate   | 1,000       | 2      |
|          |                                   | Frdlab | Fremdlaborkostenpreis   | 1,000       | 1      |
|          |                                   | Eiglab | Eigenlaborkostenpreis   | 1,000       | 1      |
|          |                                   |        | Auslagen nach §9 GOZ gemäß Praxislaborbeleg<br>Auslagen nach §9 GOZ gemäß Fremdlaborrechnung<br>Kosten für Auslagen nach §3, §4 GOZ und §10 GOÄ   |             |        |