

# Zahnerhalt und Implantatversorgung

Ein Fallbericht zum Grenzbereich zwischen Erhalten und Extrahieren

Stefan Fickl, Ralf Krug



## Indizes

Zahnerhalt, endodontische Therapie, Zahnextraktion, Implantation, orthograde Revision, Ridge-Preservation-Technik

## Zusammenfassung

Zahnärztliche Versorgungen im ästhetisch relevanten Bereich bedürfen einer interdisziplinären Behandlung. Nicht immer ist in dieser Region aus ästhetischen und funktionellen Gründen das Implantat die beste Lösung. Die nach einer Zahnextraktion eintretenden Gewebsverluste müssen durch augmentative Maßnahmen kompensiert werden, welche komplikationsanfällig sind. Auch wird über Langzeitkomplikationen wie Periimplantitis berichtet. Ist z. B. durch endodontische oder parodontale Maßnahmen ein Zahnerhalt möglich, sollte diese Option stets vorab in Betracht gezogen werden. Der vorliegende Fallbericht beschreibt die komplexe Versorgung einer Patientin im Oberkieferfrontzahnbereich, in deren Rahmen bei zwei benachbarten Zähnen einmal zugunsten eines Zahnerhalts durch endodontische Maßnahmen und einmal zugunsten eines Implantats entschieden wurde.

## Einleitung

Mit der Einführung der dentalen Implantologie haben sich die Behandlungskonzepte für parodontal und endodontisch schwer geschädigte Zähne gewandelt. Hierbei erfolgt häufig eine Opferung des betroffenen Zahnes für ein vermeintlich „vorhersagbareres“ Implantat. Allerdings wird in diesem Zusammenhang oft vergessen, dass sich die Konzepte im Bereich der Endo- und Parodontologie stark verbessert haben und es heute möglich machen, Zähne zu erhalten, die bis vor einiger Zeit noch als hoffnungslos eingestuft wurden.

Implantate gelten als ein sehr effektives und vorhersagbares Therapiemittel. Mehrere Langzeituntersuchungen haben klar dokumentiert, dass Implantate sich auch bei parodontal vorgeschädigten Personen

erfolgreich inserieren und langfristig erhalten lassen<sup>16,17</sup>. Gleichwohl muss bei dieser Patientengruppe mit einer Inzidenz von ca. 15 % an periimplantären Erkrankungen über 10 Jahre gerechnet werden<sup>17</sup>.

Darüber hinaus spielen gerade im Oberkieferfrontzahnbereich auch ästhetische Aspekte eine Rolle, denn eine bukkale Rezession um ein Implantat mit einer Exposition des dunklen Metallrandes ist in dieser ästhetisch relevanten Region nicht akzeptabel. Im Gegensatz zu gingivalen Rezessionen bei Zähnen weiß man über die Prävalenz von Weichgewebsrezessionen um Implantate nur wenig. So zeigten *Bengazi et al.*<sup>3</sup>, dass 6 Monate nach Insertion der definitiven prothetischen Rekonstruktion 38 bis 57 % der Implantate Mukosarezessionen von mehr als 1 mm aufwiesen, wobei dies jedoch über den weiteren Untersuchungszeitraum (16 Monate) konstant

blieb. Hier scheinen die umliegenden Weichgewebe eine große Bedeutung zu haben. So konnten z. B. *Kan et al.*<sup>11</sup> nachweisen, dass Sofortimplantate bei Anwesenheit eines dicken parodontalen Biotyps in einem 2- bis 8-jährigen Beobachtungszeitraum signifikant weniger bukkale Rezessionen zeigten als bei Vorliegen eines dünnen parodontalen Biotyps. Darüber hinaus belegten *Lin et al.*<sup>12</sup> in einer Übersichtsarbeit, dass Implantate ohne befestigte, keratinisierte Mukosa signifikant höhere Plaquewerte, mehr mukosale Rezessionen, einen höheren Entzündungsgrad und einen größeren Attachmentverlust aufwiesen. Bei der Entscheidung zwischen Zahnerhalt und Zahnextraktion/Implantation dürfen also nicht nur die sehr hohen Überlebensraten der Implantate in Betracht gezogen werden, sondern es sind auch das Risiko periimplantärer Infektionen (gerade bei Patienten mit parodontalen Vorerkrankungen) und die Gefahr eines ästhetischen Misserfolges zu berücksichtigen.

Liegt jedoch bei einem erhaltungswürdigen Zahn eine mikrobielle Besiedlung des endodontischen Systems vor und lässt er sich mittels Wurzelkanalbehandlung mit guter Prognose therapieren, sollte dies insbesondere im ästhetisch relevanten Frontzahnbereich stets favorisiert werden. Es ist bekannt, dass für wurzelkanalgefüllte Zähne gute Langzeiterfolgswahrscheinlichkeiten bestehen und ein breites restauratives Therapiespektrum vorliegt<sup>28</sup>. Sowohl die Primärbehandlung als auch die endodontische Revision müssen als in der Regel vielversprechende Therapieoption in Erwägung gezogen werden. Allerdings sind die Erfolgsraten nach einer Revision (62 bis 73,5 %) geringer als nach einer Primärbehandlung (75,6 bis 82 %)<sup>14,21</sup>. Im Revisionsfall erschweren eine Vielzahl von Faktoren wie spezifische Keimspektren<sup>26</sup>, oftmals iatrogene Veränderungen der Wurzelkanalanatomie und ein hohes Komplikationsrisiko eine suffiziente chemomechanische Aufbereitung und Obturation der Wurzelkanäle. Geringere Heilungsraten sind die Folge.

Erst wenn der Zahnerhalt mit ggf. notwendiger endodontischer Therapie keine sinnvolle und zuverlässige Option mehr darstellt, bietet die Zahnextraktion/Implantation nach sorgfältiger Planung eine gute therapeutische Alternative für einen ästhetisch langfristig stabilen Zahnersatz. Nachfolgend wird

das Vorgehen in einem komplexen Fall mit zwei endodontisch und parodontal schwer kompromittierten mittleren Oberkieferfrontzähnen beschrieben. Während Zahn 21 durch eine orthograde endodontische Revision erhalten werden konnte, wurde Zahn 11 aufgrund der Verdachtsdiagnose Wurzellängsfraktur durch ein Implantat ersetzt.

## Fallbericht

### Vorgeschichte

Eine 52-jährige Patientin stellte sich mit unauffälliger medizinischer Vorgeschichte vor. Sie gab an, unter chronischen Schmerzen und Schwellungen der Gingiva in der subnasalen Region und einer Druckempfindlichkeit im Wurzelspitzenbereich der mittleren Oberkieferfrontzähne zu leiden. *Alio loco* war eine Extraktion der endodontisch kompromittierten, wurzelspitzenresezierten Zähne 11 und 21 mit anschließender implantatprothetischer Versorgung vorgeschlagen worden (Abb. 1 und 2). Aufgrund der Größe der apikalen Läsionen an den Zähnen 11 und 21 sowie der aus ästhetischer Sicht schwierigen Versorgung mit zwei benachbarten Zahnimplantaten wurde die endodontische Prognose der Zähne 11 und 21 reevaluiert (Abb. 3).

### Parodontale Vorbehandlung

Die parodontale Vorbehandlung bestand aus einer parodontalen Befunderhebung sowie einer nicht chirurgischen supra- und subgingivalen Biofilmentfernung. Die Sondierungstiefen lagen generalisiert unter 5 mm. Es wurde eine mittelschwere chronische Parodontitis diagnostiziert. Durch die aktive parodontale Therapie konnten die Sondierungstiefen und bestehenden Blutungen auf Sondierung reduziert werden. Es erfolgte eine weitere Mundhygieneinstruktion, und die Patientin wurde in ein parodontales Nachsorgeprogramm (unterstützenden Parodontalthherapie, UPT) mit einem Recallintervall von 6 Monaten eingebunden.

### Endodontische Behandlung

Die Zähne 11 und 21 wiesen einen Lockerungsgrad 2 bzw. 1 auf. An beiden Zähnen wurden zirkuläre Sondierungstiefen von 4 bis 5 mm festgestellt. Be-



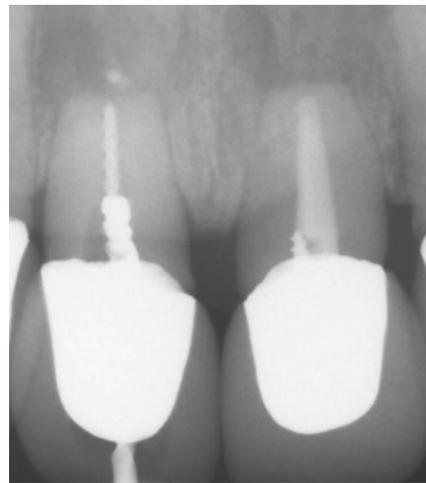
**Abb. 1** Klinische Ausgangssituation mit insuffizienter Kronenversorgung



**Abb. 2** Lachbild der Patientin



**Abb. 3** Radiologische Diagnostik mit ausgeprägten apikalen Osteolysen



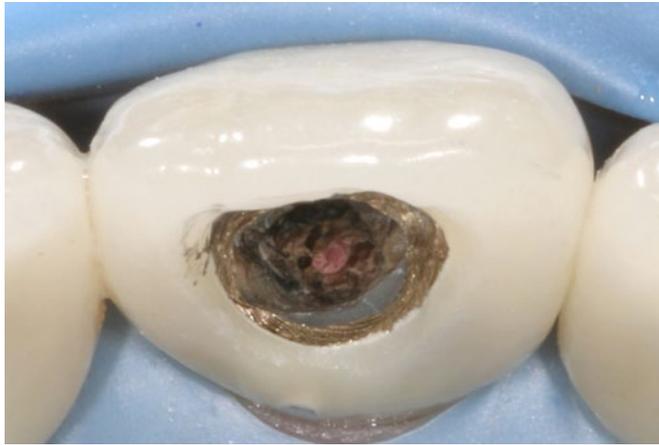
**Abb. 4** Entfernung des Metallstiftes und Druckentlastung an Zahn 11

lastungsempfindlichkeiten konnten provoziert werden. In Regio 11 lagen zudem eine apikale Druckdolenz, eine persistierende Fistelung und eine gerötete Schleimhaut vor. Für beide Zähne wurde eine symptomatische Parodontitis apicalis als Diagnose gestellt. Zahn 11 konnte unter Abtrag des Metallstiftes und Auffinden des Wurzelkanals zur Druckentlastung mit folgendem Pusabfluss trepaniert werden (Abb. 4). Bei der Wiedervorstellung zeigte sich an diesem Zahn erneut eine Schmerzsymptomatik mit weiterhin bestehender Fistel. Nach Aufbereitung und Desinfektion des Wurzelkanalsystems ließ sich der Wurzelkanal mit weit geöffnetem Foramen nicht trocknen. Es erfolgten eine **Calcium**hydroxideinlage und ein provisorischer Verschluss des Zahnes.

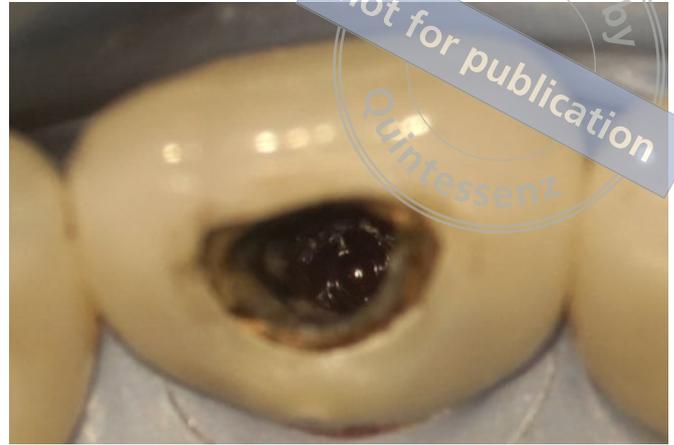
Zahn 21 wurde trepaniert, das Wurzelkanalfüllmaterial entfernt und der Wurzelkanal erschlossen (Abb. 5). Unter Einsatz einer schallaktivierten Natrium-

hypochlorit-Spüllösung (3 %) wurde der Wurzelkanal bei Anwendung einer initialen apikalen Feile (IAF) der ISO-Größe 80 mit Handinstrumenten bis zur ISO-Größe 120 präpariert (Abb. 6). Nach zusätzlicher Spülung mit EDTA (17 %) und Chlorhexidin (2 %) konnte der Wurzelkanal von Zahn 21 erfolgreich getrocknet werden. Für die Obturation des weit geöffneten Foramens wurde orthograd eine individuell angepasste Kollagenmembran (ParaSorb, Fa. Resorba Medical, Nürnberg) unter Sicht durch das Dentalmikroskop am elektrometrisch ermittelten apikalen Endpunkt platziert. Anschließend erfolgte die Applikation von Mineraltrioxidaggregat (ProRoot MTA, Fa. Dentsply Sirona Endodontics, Bensheim) in einer Schichtdicke von 3 <sup>etwa</sup> bis 4 mm (Abb. 7). Mit Hilfe von eingemessenen Papierspitzen und Nickel-Titan-Handpluggern wurde das in mehreren Portionen eingebrachte MTA vorsichtig verdichtet. Nach röntge-

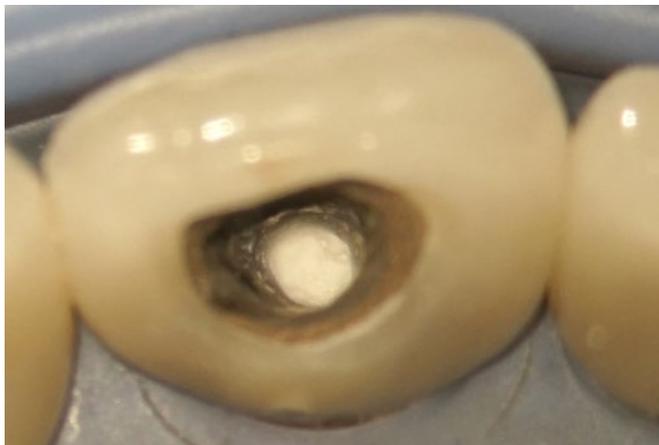
Kalzium



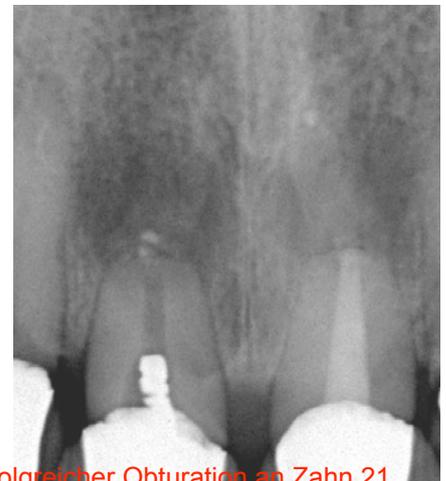
**Abb. 5** Trepanation des Zahnes 21



**Abb. 6** Aufbereiten des Wurzelkanals  
Apikal weit offenes Foramen



**Abb. 7** Abfüllen mit MTA  
Sicht auf den eingebrachten apikalen MTA-Verschluss



**Abb. 8**  
Radiologische  
Situation nach  
endodontischer  
Behandlung mit erfolgreicher Obturation an Zahn 21  
und infauster Prognose von 11

nologischer Kontrolle der Lage und Homogenität des apikalen Verschlusses wurde die Wurzelkanalfüllung warm-vertikal mit Guttapercha und AH plus (Fa. Dentsply Sirona Endodontics) vorgenommen (Abb. 8).

Im Gegensatz zur erzielten Symptommfreiheit von Zahn 21 zeigte Zahn 11 trotz wiederholter chemomechanischer Aufbereitung des Wurzelkanals ein unverändertes Beschwerdebild mit erheblicher Zahnlockerung und permanenter Sekretbildung vom Periapex.

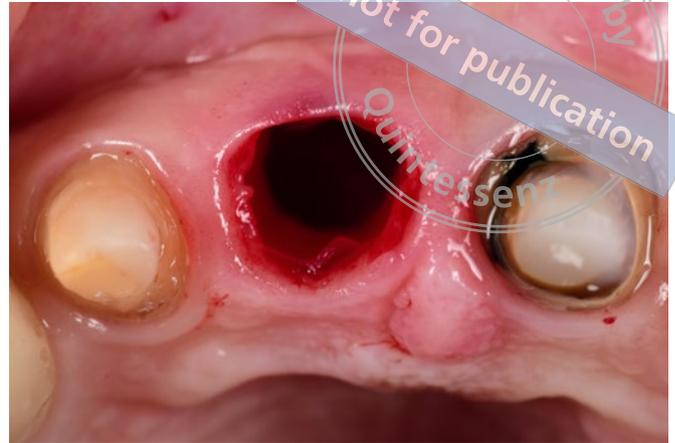
### Zahnextraktion und Ridge Preservation

Zahn 11 wurde aufgrund der infausten endodontischen Prognose als nicht erhaltungswürdig eingestuft. Nach Entfernung der Restaurationen an den Zähnen 12, 11, 21 und 22 erfolgte die Anfertigung einer langzeitprovisorischen Versorgung zum Ersatz

des Zahnes 11 (Abb. 9). Um die Kieferkammkontur in Regio 11 zu erhalten, wurde eine sogenannte Ridge Preservation mittels Membrantechnik (gesteuerte Knochenregeneration) und eines subepithelialen Bindegewebestransplantats geplant. Der Zahn wurde atraumatisch entfernt (Abb. 10), die Alveole sorgfältig kürettiert sowie im bukkalen und im palatinalen Bereich die Gingiva vom Periost abgehoben. Nach Platzierung eines allogenen Knochenersatzmaterials (maxgraft, Fa. Straumann, Freiburg) in die Alveole wurde eine Kollagenmembran (Jason, Fa. Straumann) im bukkalen und palatinalen Bereich eingeschoben, um das Augmentat abzudecken (Abb. 11 und 12). Die Entnahme des subepithelialen Bindegewebestransplantates erfolgte mittels Single-Incision-Technik vom oberen rechten Gaumen. Für den Verschluss der Alveole kamen Matratzennähte auf der bukkalen und palatinalen Seite zur Anwen-



**Abb. 9** Klinische Situation nach Entfernung der Restaurationen



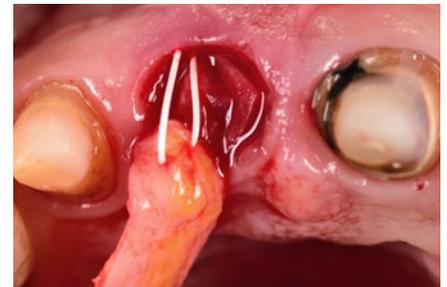
**Abb. 10** Extraktion des Zahnes 11



**Abb. 11** Applikation einer Kollagenmembran im bukkalen Bereich



**Abb. 12** Im Anschluss an das Einfüllen eines Knochenersatzmaterials wurde die Membran nach palatinal eingeklapt



**Abb. 13** Nach Entnahme eines subepithelialen Bindegewebstransplantates wurde das Transplantat bukkal unter den Lippen gezogen



**Abb. 14** Im palatinalen Bereich wurde das Transplantat ebenfalls mit einer Matratzennaht fixiert



**Abb. 15** Klinische Situation nach Einsetzen der provisorischen Versorgung

dung, und das Transplantat wurde in Position gezogen (Abb. 13 und 14). Nach Abschluss des Eingriffs wurde ein laborgefertigtes Langzeitprovisorium eingesetzt (Abb. 15). Die Heilung erfolgte ohne weiteren pathologischen Befund.

### Implantation Regio 11

3 Monate nach der Ridge Preservation wurde eine digitale Volumentomographie durchgeführt (Abb. 16 und 17). Die knöcherne Alveole war sehr gut rege-

copyright by  
 not for publication  
 Quintessenz



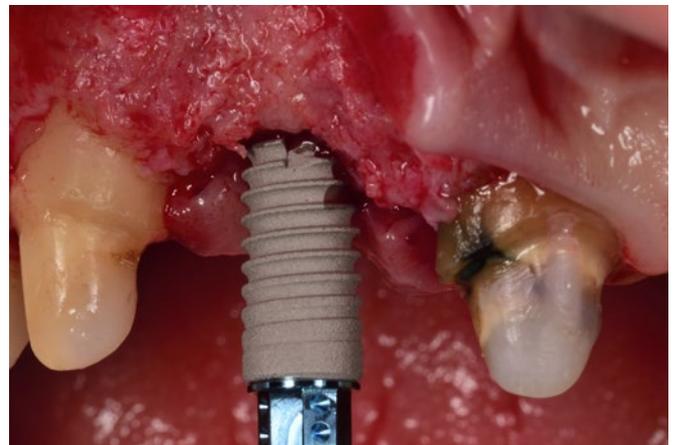
**Abb. 16** Klinische Situation 3 Monate nach Ridge Preservation



**Abb. 17** Die volumetomographische Aufnahme zeigt suffiziente knöcherne Verhältnisse zur Insertion eines dentalen Implantats



**Abb. 18** Das periapikale Röntgenbild lässt eine beginnende Verknöcherung an Zahn 21 erkennen

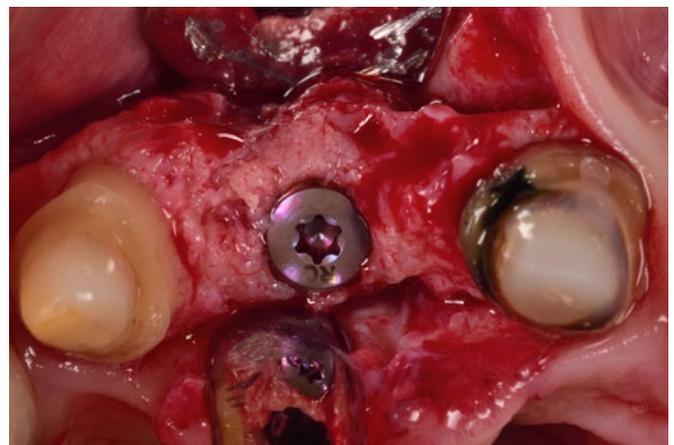


**Abb. 19** Nach Darstellung der knöchernen Situation konnte ein Implantat inseriert werden

neriert und wies ausreichend Knochen für die Insertion eines Implantats auf. Auch in Regio 21 zeigt sich bereits eine Reduktion der apikalen Aufhellung (Abb. 18). Nach Abnahme des Langzeitprovisoriums erfolgten die Insertion eines Implantats (Straumann BLT, Fa. Straumann) in Regio 11 und der primäre Wundverschluss zur subgingivalen Einheilung (Abb. 19 und 20). Die Heilung gestaltete sich problemlos.

### Freilegung und Etablierung der submukosalen Emergenz

3 Monate nach der Implantatinsertion (Abb. 21) erfolgten die Freilegung des Implantats in Regio 11 mittels Rolllappentechnik und eine bukkale Verdickung mit einer xenogenen Kollagenmatrix (Fibro-Gide, Fa. Geistlich Biomaterials, Baden-Baden) (Abb. 22



**Abb. 20** Ausreichende knöcherne Verhältnisse zur Implantatinsertion

und 23). Zur Ausformung der submukosalen Emergenz wurde ein provisorischer Pfosten auf das Im-



**Abb. 21** 3 Monate nach der Implantatinserktion zeigen sich gute weichgewebige Verhältnisse ...



**Abb. 22** ... mit einem leichten Defizit in orofazialer Dimension



**Abb. 23** Aus diesem Grund wurde zum Zeitpunkt der Freilegung eine volumenstabile Kollagenmatrix zum Weichgewebsaufbau verwendet



**Abb. 24** Die provisorische Versorgung wurde zu einem implantatgetragenen Provisorium umgearbeitet



**Abb. 25** Klinische Situation nach Nahtverschluss



**Abb. 26** Die Heilung gestaltete sich unauffällig

plantat geschraubt und das Brückenprovisorium in ein implantatgetragenes Provisorium umgewandelt (Abb. 24 und 25). Um eine adäquate submukosale

Emergenz zu etablieren, wurde in mehreren Sitzungen mit fließfähigem Komposit das Durchtrittsprofil des Implantats optimiert (Abb. 26).

## Definitive Versorgung

Im Anschluss an eine Nachpräparation der Nachbarzähne und eine Stützung der submukosalen Emergenz mittels eines individualisierten Abformpfostens erfolgte die definitive Versorgung (Abb. 27). Dies geschah bei den Zähnen 12, 21 und 22 mit Vollkeramikronen sowie beim Implantat mit einer Titanklebebasis und einem verblendeten Zirkonoxidaufbau (Abb. 28 und 29). Das abschließende Röntgenbild lässt eine regelrechte Osseointegration des Implantats Regio 11 und eine fast komplette Ausheilung des apikalen Defekts in Regio 21 erkennen (Abb. 30). 1 Jahr nach Einsetzen der definitiven Restauration zeigten sich unauffällige Verhältnisse (Abb. 31).

## Diskussion

Die Abwägung zwischen Zahnerhalt und Zahnexzision mit nachfolgender prothetischer Versorgung hängt häufig von vielen verschiedenen Faktoren ab. Insbesondere im Frontzahnbereich spielen Überlegungen zur Ästhetik eine große Rolle. So ist bekannt, dass eine zufriedenstellende rosa Ästhetik um zwei benachbarte Implantate sich nur sehr schwer realisieren lässt. Dies liegt an dem fehlenden bindegewebigen Attachment um dentale Implantate<sup>4</sup>, was zur Folge hat, dass bei Einzelimplantatversorgungen die Höhe der Mukosa – insbesondere im interproximalen Bereich – durch die benachbarten Zähne definiert wird<sup>8</sup>. Aus diesen Gründen versucht man wenn immer möglich, im ästhetisch relevanten Bereich auf benachbarte Implantate zu verzichten, um interproximale Gewebsdefizite zu vermeiden. Im vorliegenden Fall wurde daher – trotz einer kritischen endodontischen Prognose – der Zahn 21 durch eine endodontische Therapie erhalten. Nach Ausschluss einer Wurzellängsfraktur stand das Bemühen im Vordergrund, beide Zähne mittels Wurzelkanalrevision zu erhalten, obwohl die Ausgangssituation parodontal und auch endodontisch als sehr kritisch angesehen werden musste. Die Misserfolge der alio loco durchgeführten Wurzelspitzenresektionen trugen zu dieser Bewertung bei.

Bis heute stellt die rein orthograde Revision nach dem Scheitern einer Wurzelspitzenresektion keine Standardtherapie dar<sup>10</sup>. Dennoch weisen einige Fall-



**Abb. 27** Nach mehrfacher Umformung des implantatgetragenen Provisoriums wurde die definitive Abformung durchgeführt

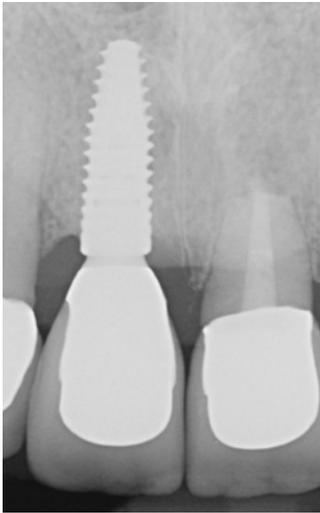


**Abb. 28** Die Situation bei Behandlungsabschluss mit guten Weichgewebsverhältnissen im bukkalen ...



**Abb. 29** ... und orofazialen Bereich

serien darauf hin, dass diese Therapievariante bei korrekter Indikationsstellung sehr wohl durchführbar ist und auch erfolgreich sein kann<sup>6,13,19,27</sup>. Ihre Erfolgs-



**Abb. 30** Das radiologische Abschlussbild lässt eine fast vollständige Verknöcherung des ehemaligen Defektbereiches erkennen



**Abb. 31** 1 Jahr post operationem zeigen sich zufriedenstellende weichgewebige Verhältnisse

raten reichen in Abhängigkeit von dem Studiendesign, der Fallzahl, der Verwendung moderner Hilfsmittel wie dem Dentalmikroskop und Materialien wie beispielsweise MTA sowie dem Einschluss nicht erfolgreicher Resektionsfälle ohne retrograde Füllung von 45,5 %<sup>6</sup> bis 83 %<sup>13</sup>. *Ziegerahn*<sup>27</sup> hat den Erfolg im Vergleich zu zwei Kontrollgruppen (endodontische Primärbehandlung, orthograde Revisionsbehandlung) untersucht und konnte für die orthograde Revision nicht erfolgreich wurzelspitzenresezierter Zähne eine Erfolgsrate von 69,5 % ermitteln.

Die Verwendung bioaktiver Zemente zum Verschluss weit offener Apices (z. B. nach Trauma bei wurzelunreifen Zähnen oder nach apikalchirurgischem Eingriff) in einer einzigen oder sehr wenigen relativ zeitnah aufeinanderfolgenden Sitzungen wurde als vorteilhaft erachtet<sup>15,20</sup>. Um das hohe Dislokationsrisiko eines in den Wurzelkanal einzubringenden bioaktiven Zements in den Fällen eines gewebsdestruierten Periapex möglichst zu vermeiden, kann die vorherige Platzierung einer Kollagenmembran hilfreich sein. Diese Technik wurde bei intraalveolären Perforationen<sup>2,5</sup> und weit offenen Apices<sup>7,22,24</sup> beschrieben. Die Anpassung der Membran mit einer guten Kongruenz zur Defektausdehnung und ihre korrekte Positionierung gestalten sich allerdings häufig kompromissbehaftet. Ihre intrakanaläre Lage sollte unter Sicht durch das Dentalmikroskop überprüft werden. Zudem stellt die Membran selbst einen (wenn auch resorbierbaren) Fremdkörper im Entzündungsareal dar. Für Zahn 11 musste im geschilderten Fall die orthograde endodontische Re-

vision als gescheitert angesehen werden, da weder eine Linderung der Beschwerden eintrat noch ein geeigneter obturierbarer Wurzelkanal vorlag. Im Gegensatz dazu wurde bei Zahn 21 eine Symptomfreiheit erzielt. In der Folge konnte die Obturation des Wurzelkanals mit der Applikation von MTA als apikalem Stopp zur Resektionsfläche durchgeführt werden. Beim 2-Jahres-Recall zeigte sich auf dem Zahnfilm eine nahezu vollständige periapikale Ausheilung.

Die Entscheidung für kammerhaltende Maßnahmen wurde getroffen, um einen Kollaps der Hart- und Weichgewebe nach Exzision des Zahnes 21 zu vermeiden. Laut *Schropp et al.*<sup>18</sup> muss bei Exzisionen ohne besondere Maßnahmen zum Kammerhalt mit Gewebsverlusten von bis zu 50 % in bukkoraler Richtung gerechnet werden<sup>25</sup>. Ridge-Preservation-Verfahren sind in der Lage, diese Gewebsveränderungen zu reduzieren, aber nicht komplett zu verhindern. Aufgrund der ausgeprägten bukkalen und auch apikalen Osteolyse fiel in diesem Fall die Entscheidung zugunsten einer Ridge-Preservation-Technik mit Membranabdeckung. Dieses Vorgehen scheint gerade bei großen Defekten einer reinen Auffüllung der Alveole mit einem Knochenersatzmaterial überlegen zu sein<sup>1</sup>. Bei der hier vorgestellten Patientin wurde daher der erfolgte Gewebskollaps durch eine Weichgewebsaugmentation zum Zeitpunkt der Implantatfreilegung ausgeglichen. Hierfür kam eine xenogene Kollagenmatrix zum Einsatz, die ähnliche Volumenverbesserungen zeigt wie das deutlich invasive Bindegewebsstransplantat<sup>23</sup>.

## Fazit

Der Fallbericht demonstriert, dass gerade im ästhetisch relevanten Oberkieferfrontzahnbereich eine genaue Abwägung zwischen Zahnerhalt und Implantation durchgeführt werden sollte. Insbesondere bei

bestehenden Hart- und Weichgewebdefekten ist die Implantation häufig komplex und fehlerbehaftet. Darüber hinaus sind die 10-Jahres-Überlebensraten von dentalen Implantaten nicht besser als die von kompromittierten, aber ausreichend therapierten Zähnen<sup>9</sup>.

## Literatur

- Avila-Ortiz G, Elangovan S, Kramer KW, Blanchette D, Dawson DV. Effect of alveolar ridge preservation after tooth extraction: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res* 2014;93:950-958.
- Bargholz C. Perforation repair with mineral trioxide aggregate: a modified matrix concept. *Int Endod J* 2005;38:59-69.
- Bengazi F, Wennström JL, Lekholm U. Recession of the soft tissue margin at oral implants. A 2-year longitudinal prospective study. *Clin Oral Implants Res* 1996;7:303-310.
- Berglundh T, Lindhe J. Dimension of the periimplant mucosa. Biological width revisited. *J Clin Periodontol* 1996;23:971-973.
- Brüsehauer M. Die Deckung einer furkalen Perforation mittels einer Matrixtechnik. *Endodontie* 2012;21:281-286.
- Caliskan MK. Nonsurgical retreatment of teeth with periapical lesions previously managed by either endodontic or surgical intervention. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;100:242-248.
- Gharechahi M, Ghoddsi J. A nonsurgical endodontic treatment in open-apex and immature teeth affected by dens invaginatus: using a collagen membrane as an apical barrier. *J Am Dent Assoc* 2012;143:144-148.
- Grunder U, Gracis S, Capelli M. Influence of the 3-D bone-to-implant relationship on esthetics. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005;25:113-119.
- Holm-Pedersen P, Lang NP, Müller F. What are the longevities of teeth and oral implants? *Clin Oral Implants Res* 2007;18 (Suppl 3):15-19.
- Hülsmann M, Tripp J. Erfolgsquoten der nicht-chirurgischen endodontischen Revisionsbehandlung nach nicht erfolgreicher Wurzelspitzenresektion. *Endodontie* 2015;24:399-404.
- Kan JY, Rungcharassaeng K, Lozada JL, Zimmerman G. Facial gingival tissue stability following immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants: a 2- to 8-year follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011;26:179-187.
- Lin GH, Chan HL, Wang HL. The significance of keratinized mucosa on implant health: a systematic review. *J Periodontol* 2013;84:1755-1767.
- Mente J, Leo M, Michel A, Gehrig H, Saure D, Pfeifferle T. Outcome of orthograde retreatment after failed apicoectomy: use of a mineral trioxide aggregate apical plug. *J Endod* 2015;41:613-620.
- Ng YL, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health. *Int Endod J* 2011;44:583-609.
- Rafter M. Apexification: a review. *Dent Traumatol* 2005;21:1-8.
- Rinke S, Ohl S, Ziebolz D, Lange K, Eickholz P. Prevalence of periimplant disease in partially edentulous patients: a practice-based cross-sectional study. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:826-833.
- Roccuzzo M, Bonino L, Dalmasso P, Aglietta M. Long-term results of a three arms prospective cohort study on implants in periodontally compromised patients: 10-year data around sandblasted and acid-etched (SLA) surface. *Clin Oral Implants Res* 2013;25:1105-1112.
- Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23:313-323.
- Sedgley CM, Wagner R. Orthograde retreatment and apexification after unsuccessful endodontic treatment, retreatment and apicectomy. *Int Endod J* 2003;36:780-786.
- Simon S, Rilliard F, Berdal A, Machtou P. The use of mineral trioxide aggregate in one-visit apexification treatment: a prospective study. *Int Endod J* 2007;40:186-197.
- Sjögren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod* 1990;16:498-504.

22. Sood R, Kumar Hans M, Shetty S. Apical barrier technique with mineral trioxide aggregate using internal matrix: a case report. *Compend Contin Educ Dent* 2012;33:e88-e90.
23. Thoma DS, Naenni N, Benic GI, Hämmerle CH, Jung RE. Soft tissue volume augmentation at dental implant sites using a volume stable three-dimensional collagen matrix – histological outcomes of a preclinical study. *J Clin Periodontol* 2017;44: 185-194.
24. Vanka A, Ravi KS, Shashikiran ND. Apexification with MTA using internal matrix: report of 2 cases. *J Clin Pediatr Dent* 2010;34: 197-200.
25. Vignoletti F, Matesanz P, Rodrigo D, Figuero E, Martin C, Sanz M. Surgical protocols for ridge preservation after tooth extraction. A systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2012;23(Suppl 5):22-38.
26. Wu MK, Dummer PM, Wesselink PR. Consequences of and strategies to deal with residual post-treatment root canal infection. *Int Endod J* 2006;39:343-356.
27. Ziegerahn A. Die orthograde endodontische Revisionsbehandlung nach nicht erfolgreicher Wurzelspitzenresektion. Göttingen: Med. Diss., 2014.
28. Zitzmann NU, Krastl G, Hecker H, Walter C, Weiger R. Endodontics or implants? A review of decisive criteria and guidelines for single tooth restorations and full arch reconstructions. *Int Endod J* 2009;42:757-774.



**Stefan Fickl**

*Prof. Dr. med. dent.  
E-Mail: stefanfickl@fickl-krug.de*

*Privatpraxis für Zahnheilkunde  
Prof. Dr. Fickl & Dr. Krug  
Königswarterstraße 20  
90762 Fürth  
und  
Abteilung Parodontologie  
Poliklinik für Zahnerhaltung und  
Parodontologie  
Universitätsklinikum Würzburg*

**Ralf Krug**

*Dr. med. dent.  
Privatpraxis für Zahnheilkunde  
Prof. Dr. Fickl & Dr. Krug, Fürth  
und  
Abteilung Zahnerhaltung  
Poliklinik für Zahnerhaltung und  
Parodontologie  
Universitätsklinikum Würzburg*