

AUGMENTATION MIT DENTINSPÄNEN

Sofortimplantation mit autologem Dentin

Michael Korsch, Abdel-Karim Mamar

Autologes Material ist in der oralen Implantologie nach wie vor der Goldstandard. Eine mögliche Alternative ist die Verwendung von autologem Dentin nicht erhaltungsfähiger Zähne. Autologes Dentin enthält wachstumsstimulierende Faktoren und hat in Studien bereits seine Fähigkeit zur Knochenneubildung gezeigt. Der Beitrag skizziert die Evidenz zu diesem Verfahren und zeigt einen Patientenfall.

Die Idee, Zähne unmittelbar nach dem Extrahieren durch ein Implantat zu ersetzen, ist bereits sehr alt. Erste dentale Sofortimplantationen mit Zähnen aus Elfenbein, Quarz und Holz wurden im alten Ägypten vor 4.000 bis 5.000 Jahren durchgeführt. In präkolumbianischer Zeit wurden Zähne erfolgreich durch Muschelschalen ersetzt und ab dem 18. Jahrhundert erfolgten Sofortimplantationen mit Hunde-, Schafs- und Pavianzähnen.

Die erste Sofortimplantation mit einem konfektionierten Implantat wurde unter der Leitung von Prof. W. Schulte an der Universitätsklinik Tübingen 1976 beschrieben. Hierbei wurde ein Implantat aus reinem Aluminiumoxid (Frialit I, Dentsply, Germany) in die palatinale Wand der frischen Extraktionsalveole eingeklopft [Schulte und Heimke, 1976]. Aufgrund hoher Verlustraten wurde diese Methode eingestellt. Stattdessen wurden Implantate verwendet, die nach der Vorbohrung in den Knochen eingeschraubt wurden.

Nach heutiger Sicht sind verschiedene Zeitpunkte für eine Implantatinsertion nach erfolgter Extraktion eines Zahns beschrieben [Hämmerle et al., 2004; Chen und Buser, 2008]. 2003 wurde bei der ITI Consensus Conference die Klassifikation der Implantationszeitpunkte definiert. Dabei erfolgte die Einteilung in vier Typen:

- Typ 1: Sofortimplantation
- Typ 2: Frühimplantation nach Ausheilung der Weichgewebe (4 bis 8 Wochen Heilungszeit),
- Typ 3: Frühimplantation nach radiologisch sichtbarer Knochenregeneration (12 bis 16 Wochen Heilungszeit)
- Typ 4: Spätimplantation (länger als 16 Wochen Heilungszeit)

Chen und Buser untersuchten die klinische Relevanz der verschiedenen Implantationszeitpunkte im Zusammenhang mit augmentativen Maßnahmen. Im Rahmen einer Meta-Analyse wurde festgestellt, dass Augmentationen bei Implantationen von Typ 1 bis 3 erfolgreicher waren als bei Typ 4 [Chen und Buser, 2009].

Für eine erfolgreiche Osseointegration von Sofortimplantaten werden unter ästhetischen Gesichtspunkten Kriterien beschrieben, die vorteilhaft sind. Dazu gehören intakte knöcherne Alveolenwände sowie mindestens 1 mm Knochendicke der vestibulären Alveolenwand, dicker Gingiva-Biotyp, keine akute Infektion des Zahnfachs und ausreichend verfügbarer apikaler und palatinaler Knochen zum Erreichen einer hohen Primärstabilität [Hämmerle et al., 2004; Morton et al., 2014].

Aufgrund der Positionierung des Implantats an die palatinale Wand der Alveole entsteht ein freier Raum zwischen bukkaler Lamelle und Implantatoberfläche, die sogenannte

„Jumping Distance“. Durch Umbauprozesse nach der Extraktion kommt es unweigerlich zu einer Resorption des bukkalen lamellären Knochens [Covani et al., 2011]. Um die Resorption zu minimieren, kann die Jumping Distance mit einem volumenstabilen Knochenersatzmaterial befüllt werden [Araujo et al., 2011].

Für die Augmentation in der oralen Implantologie gibt es eine Vielzahl von Materialien. Dazu zählen autogene, allogene, xenogene und synthetische Materialien. Der Goldstandard ist autologes Material, denn es enthält alle Eigenschaften der Knochenregeneration (Osteogenese, Osteoinduktion, Osteokonduktion). Die Transplantatgewinnung geht jedoch mit einem Zweiteingriff und höherer Patientenmorbidity einher [Nkenke et al., 2002]. Deshalb werden Knochenersatzmaterialien bei der Sofortimplantation häufig bevorzugt.

In experimentellen Tierstudien und klinischen Untersuchungen stellte sich autologes Dentin als vielversprechende Alternative zu den herkömmlichen Knochenersatzmaterialien heraus [Bormann et al., 2012; Jun et al., 2014; Schwarz et al., 2016; Gual-Vaqués et al., 2018; Schwarz et al., 2018; Becker et al., 2019]. Die Ähnlichkeiten in der organischen und anorganischen Zusammensetzung des Dentins sowie die spezifischen osteogenetischen Proteine sind vergleichbar mit denen des Knochens [Kim et al., 2014]. Etwa 90 Prozent der organi-

schen Substanz des Dentins besteht wie beim Alveolarknochen aus Kollagen Typ I und etwa neun Prozent aus nichtkollagenen Proteinen [Leonhardt, 1990]. Besondere Bedeutung haben dabei nichtkollagene Strukturproteine, die auch im Knochen vorkommen, wie zum Beispiel Osteocalcin, Osteonectin, Phosphoprotein und Sialoprotein, und wachstumsstimulierende Faktoren wie das Bone Morphogenic Protein-2 (BMP-2), der Transforming Growth Factor- β (TGF- β) und der Insulin Like Growth Factor-II (IGF-II), die die Differenzierung von mesenchymalen Stammzellen in Chondrozyten und knochenbildende Zellen beeinflussen [Linde, 1989; Kim et al., 2010; Kim et al., 2014; Kim et al., 2017].

In einem Review von Chan et al. wurde die Reossifikation der Extraktionsalveole unter Berücksichtigung verschiedener Knochenersatzmaterialien (autolog, allogene, xenogene) zur Socket Preservation untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass es je nach Knochenersatzmaterial zu unterschiedlicher Durchblutung des neu gebildeten Knochens gekommen war. Dabei wurde der Grad der Knochen durchblutung mit der Vitalität des Knochens gleichgesetzt. Die Autoren konnten allerdings keine Aussage treffen, inwieweit besser durchbluteter Knochen einen positiven Einfluss auf die Knochenqualität im Bereich des Implantatlagers und die Stabilität des periimplantären Gewebes hat [Chan et al., 2013]. Es konnte jedoch

histologisch nachgewiesen werden, dass die Neubildung von Knochen bei einer Socket Preservation mit Dentin als Augmentationsmaterial signifikant größer ist als mit xenogenen Augmentationsmaterialien [Calvo-Guirado et al., 2018; Minetti et al., 2019].

Im folgenden Fallbericht wird über das Vorgehen bei der Sofortimplantation mit Dentinaugmentation berichtet. Einem 29-jährigen Patienten mussten beide mittleren Oberkiefer-schneidezähne entfernt werden. Es wurden Sofortimplantate inseriert und eine Augmentation mit autologem Dentin durchgeführt. Abschließend erfolgte eine provisorische Sofortversorgung.

Der Patientenfall

ANAMNESE

Ein 29-jähriger Patient stellte sich im August 2019 im Zentrum für Implantologie und Oralchirurgie in Heidelberg vor. Grund der Überweisung durch den Hauszahnarzt war die Nichterhaltungsfähigkeit der Zähne 11 und 21 aufgrund einer vorliegenden externen Resorption an beiden Zähnen.

Der Patient gab an, er habe leichte rezidivierende Beschwerden an den Frontzähnen. Der Hauszahnarzt habe bei einer Routineuntersuchung beim Hauszahnarzt Auffälligkeiten an den Frontzähnen bemerkt. Deshalb wurde ein Endodontologe konsultiert, der allerdings keine Erhaltungsmöglichkeit für beide Zähne sah. Der Patient versicherte, dass er keine kieferorthopädische Behandlung sowie keinen Unfall mit Zahnbeteiligung in der Vergangenheit gehabt hat. Die allgemeinmedizinische Anamnese war unauffällig.

ZAHNÄRZTLICHER BEFUND

Der allgemein Zahnmedizinische Befund zeigte erhöhte Sondierungstiefen palatinal an den Zähnen 11 und 21 mit starker Blutung. Der CO₂-Sensibilitätstest der Zähne 11 und 21 war verzögert, jedoch positiv. Die restlichen Zähne im Ober- und Unterkiefer zeigten keine Auffälligkeiten (Abbildung 1a).



Quelle (alle): Michael Korsch

Abb. 1a: Klinische Ausgangssituation bei Erstvorstellung. Die Zähne 11 und 21 imponieren unauffällig. **b:** Röntgenologischer Ausgangsbefund: An den Zähnen 11 und 21 sind koronale Aufhellungen zu sehen.

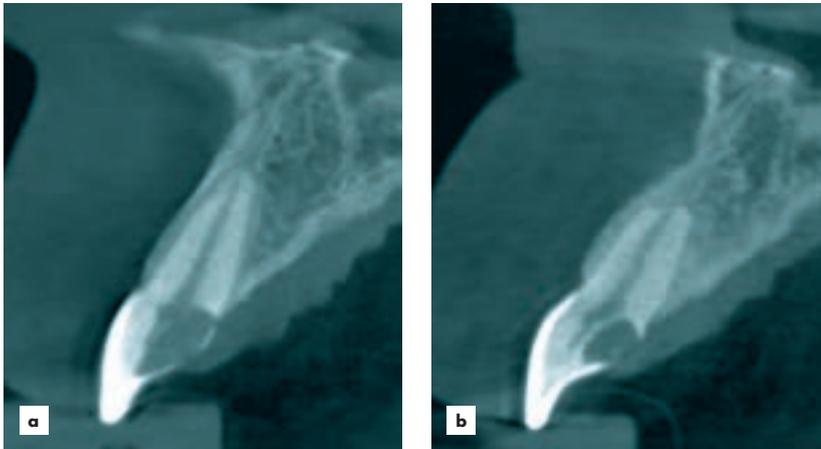


Abb. 2a: Zahn 11 und **b:** Zahn 21: Ausgangsbild mit Darstellung in der Sagittalebene. Die Resorption ist an den Zähnen 11 und 21 palatinal deutlich ersichtlich.

Das OPG (Abbildung 1b) zeigte koronale Aufhellungen an Zahn 11 und 21 auf. Der Zahn 28 war retiniert und verlagert. Im DVT wurde eine deutliche Resorption der Zähne 11 und 21 ersichtlich (Abbildungen 2a, b).

DIAGNOSE

- Nichterhaltungsfähige Zähne 11, 21 (externe Resorption)
- Retinierter und verlagert Zahn 28

THERAPIE

In einem Aufklärungsgespräch wurden das Für und Wider der einzelnen Therapieoptionen mit dem Patienten diskutiert. Aufgrund der fortgeschrittenen Resorption konnten die Zähne nicht erhalten bleiben. Der Patient entschied sich für eine Sofortimplantation mit Sofortversorgung. In diesem Zusammenhang wurde der Patient ebenfalls über die Verwendung der Zähne 11 und 21 als Augmentat aufgeklärt.

Für die implantologische Therapie wurde auf Basis der DVT-Aufnahme das Knochenangebot im Frontzahnggebiet des Oberkiefers ermittelt. Dabei wurden eine ausreichende Knochenbreite und Knochenhöhe festgestellt. Nach atraumatischer Entfernung der Zähne 11 und 21 (Abbildung 3a) wurde der Dentinanteil der Zahnwurzeln mechanisch gereinigt, zerkleinert und chemisch für die Augmentat aufbereitet (Abb. 3b-d).

DIE DENTINAUFBEREITUNG

- Entfernung von Fremdmaterial (Krone, Füllungsmaterial), anhaftendem Weichgewebe (Parodontalligament), Debris und Wurzelze-

- ment mit einem diamantierten Präparationsdiamanten vom extrahierten Zahn unter Kühlung mit steriler Kochsalzlösung.
- Partikulieren des Dentins mit einem sterilen Einweg-Mahlwerk (Smart Dentin Grinder, Kometa Bio, Creskill, USA) auf 300 bis 1200 µm Partikelgröße.
- Einlage des Partikulats für 10 min in ein steriles Behältnis mit einer Lösung aus Natriumhydroxid (0,5 N, 4 ml) und Ethanol (20 Vol.%, 1 ml) (Dentin Cleanser, Kometa Bio, Creskill, USA). Aufnahme des Überstandes mit steriler Gaze nach Einwirkzeit.
- Einlage für weitere zwei Minuten in eine 10-prozentige EDTA-Lösung (EDTA solution, Kometa Bio, Creskill, USA).
- Reinigung mit phosphatgepufferter Kochsalzlösung (Dulbecco's Phosphat Buffered Saline, Kometa Bio, Creskill, USA) für drei Minuten. Aufnahme des Überstandes mit steriler Gaze.

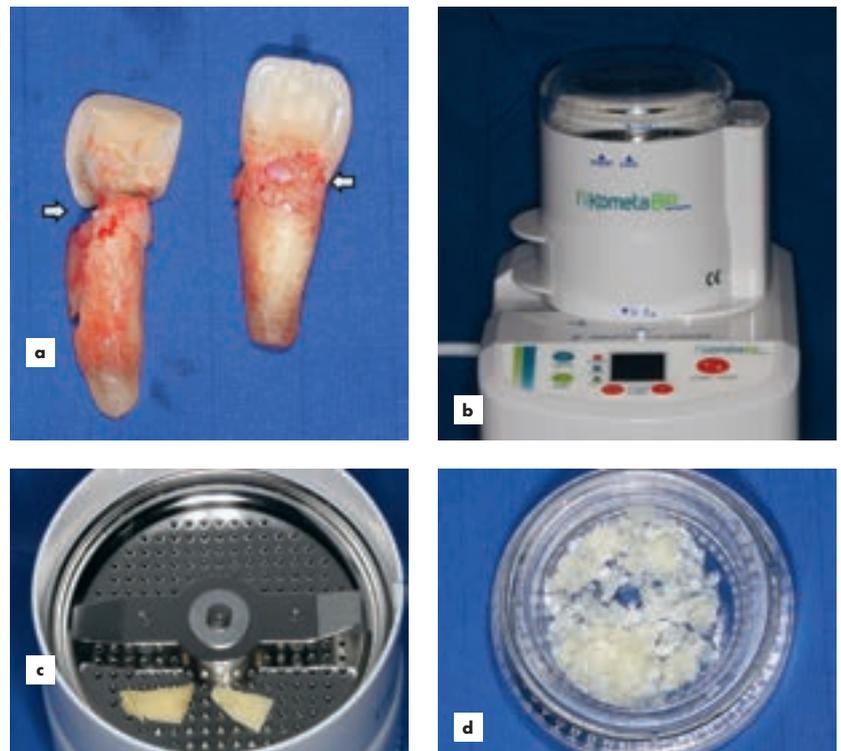


Abb. 3a Inspektion der extrahierten Zähne 11 und 21. Die Resorption mit Granulationsgewebe des koronalen Wurzelmittels sowie der Zahnkrone ist deutlich zu erkennen (weiße Pfeilmarkierungen). **b+c:** Der Smart Grinder von Kometa Bio mit separatem Einweg-Mahlwerk und vorbereiteten Zahnwurzeln. **d:** Die Zahnwurzeln wurden mechanisch und chemisch aufbereitet und mit dem Smart Grinder fein partikuliert. Sie dienen als autologes Knochenersatzmaterial.

▪ Trocknen des Dentinpartikulats.

Simultan wurden Implantate Regio 11 und 21 (Astra EV, Ø 4,2 x 13mm, Densply Sirona, Germany) in den palatinalen Anteil der Alveole mit 35 Ncm primärstabil inseriert (Abbildung 4a). Der Spaltraum zwischen bukkaler Alveolenwand und Implantat, die Jumping Distance, wurde mit dem aufbereiteten autologen Dentin aufgefüllt (Abbildungen 4b, c).

Zur röntgenologischen Kontrolle wurde ein DVT in regio 11/21 angefertigt. Die Implantate sind an die palatinale Alveolenwand gelagert. Der vestibuläre Anteil der Alveole ist intakt und die mineraldichten Partikel des partikulierten Dentins sind gut erkennbar (Abbildungen 5a, b). Im Anschluss erfolgte die Übertragung der Implantatposition für die Sofortversorgung (Abbildung 6a). Einen Tag später konnten die provisorischen Kronen eingegliedert werden (Abbildung 6b).

NACHKONTROLLE

Der Patient stellte sich regelmäßig zu Nachkontrollen vor. Nach drei Monaten erfolgte die Implantatkontrolle mit der Messung der Implantatstabilität mittels der Resonanz-Frequenz-Analyse (Neoss® Penguin RFA, Neoss, Goteborg, Sweden). Dabei wurde der sogenannte Implantatstabilitäts-Quotient (ISQ) mit einem Wert von jeweils 70 gemessen. Ab einem Wert von 55 gilt ein Implantat als belastungsfähig und ausreichend osseointegriert für die weitere prothetische Versorgung. Die Werte konnten, neben der klinischen und röntgenologischen Kontrolle, eine gute Osseointegration der Implantate in regio 11 und 21 objektivieren.

Zudem wurde auf der DVT-Aufnahme eine stabile vestibuläre Lamelle in regio 11 und 21 ersichtlich. Die Kontur der vestibulären Alveole scheint nahezu erhalten zu sein. Zu erkennen sind noch deutlich die mineraldichten Partikel des partikulierten, osseointegrierten Dentins (Abbildungen 7a, b). Anschließend erfolgte die definitive Versorgung durch den Hauszahnarzt.



Abb. 4a: Die Implantate werden primärstabil entlang der palatinalen Wand der Alveole regio 11/21 inseriert. Die Jumping Distance ist > 1,5 mm. **b:** Auffüllen der Jumping Distance mit aufbereitetem Zahnaugmentat. **c:** Postoperative klinische Situation. Die Verschlußkappe wird mit einem Gingivaformer getauscht, dieser verbleibt bis zum Einsetzen der Sofortversorgung in situ.

EPIKRISE

In diesem Patientenfall konnten die bleibenden, mittleren Schneidezähne aufgrund von externen Resorptionen nicht erhalten werden. Die Therapie mittels Sofortimplantaten und

Sofortversorgung war das Mittel der Wahl für diesen Patienten. Die bevorstehende Resorption der Extraktionsalveole nach Zahnentfernung ist ein unvermeidliches Procedere bei der Ausheilung [Mahesh et al., 2020].



Abb. 5a, b: Kontrollaufnahme nach Augmentation und Implantation. Die Implantate sind an die Palatinalfläche der Extraktionsalveole gelagert. Das Implantat ist im apikalen Bereich primärstabil im Knochen inseriert. Deutlich erkennbar ist der augmentierte vestibuläre Bereich mit Dentinpartikulat.

Dentin auch kompromittierte Zähne mit vorliegender Parodontitis oder endodontischer Behandlung herangezogen werden können [Schwarz et al., 2016; Becker et al., 2019; Korsch und Peichl, 2021]. Unklar ist, ob endodontisch behandelte Zähne Bone Morphogenic Proteine in ausreichender Menge aufweisen. Langzeitergebnisse zum Einsatz von parodontal geschädigten Zähnen und Zähnen mit endodontischer Behandlung liegen allerdings noch nicht vor, so dass diese Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren sind. Grundsätzlich sollten Fremdmaterial (Kronen, Füllungsmaterial), anhaftendes Weichgewebe (Parodontalligament), Debris und Wurzelzement vor der Dentinaufbereitung entfernt werden.

Neben dem Strukturerehalt von Hart- und Weichgewebe bedeutet eine unter den beschriebenen Kriterien durchgeführte Sofortimplantation eine deutliche Reduktion der Patientenmorbidity, der Behandlungszeit und der Kosten [Andersen et al., 2002].

Im hier beschriebenen Fall wurde die Jumping Distance mit autologen Dentinpartikeln aufgefüllt, um eine mögliche Resorption der bukkalen Lamelle zu kompensieren. Knochenersatzmaterial aus autologen Dentinpartikeln ist in vielerlei Hinsicht vorteilhaft, da Dentin nahezu die gleiche chemische Zusammensetzung und osteogenetische Potenz wie autologer Knochen aufweist [Dorozhkin und Epple, 2002].

In Studien von Kim et al. wurde belegt, dass sich autogene Dentinpartikel in der osteoinduktiven und -konduktiven Wirkung bei der Ossifikation ähnlich wie autologer kortikaler Knochen verhalten [Kim, 2007; Kim et al., 2014]. Positiven Einfluss könnten Bone Morphogenic Proteine haben, die sowohl im Knochen als auch im Dentin vorkommen [Kim et al., 2013]. Dementsprechend ist dies ein weiterer Vorteil gegenüber zu xenogenen Knochenersatzmaterialien, die keine osteoinduktiven und -konduktiven Eigenschaften aufweisen.

Erste Studien geben Hinweise, dass bei Augmentation mit autologem

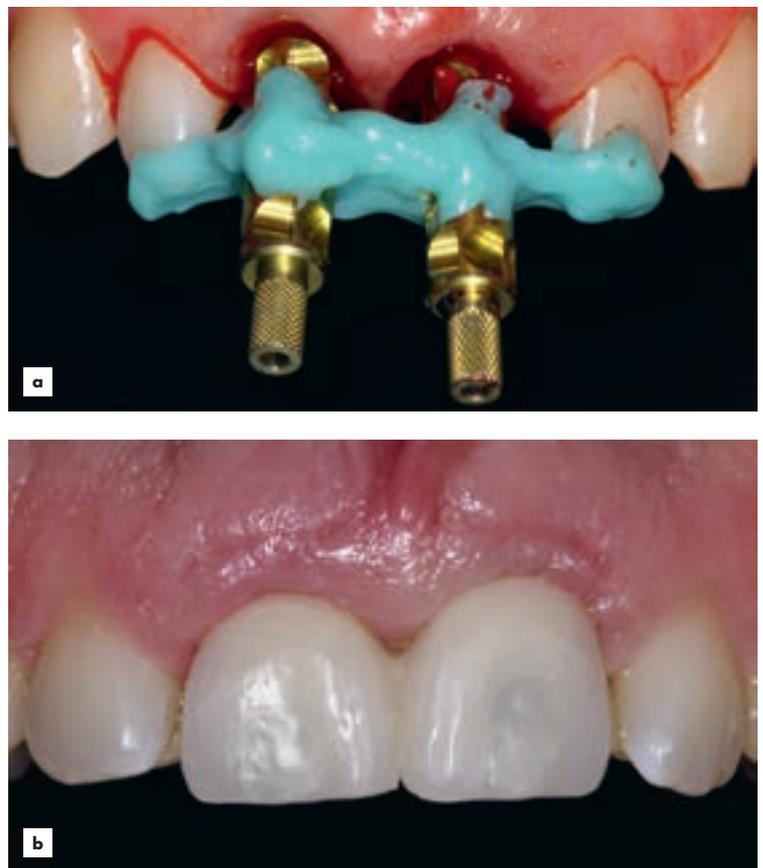


Abb. 6a: Spezielle Abformung nach Sofortimplantation. Die Abformpfosten werden mit einem lichthärtenden Modellierkunststoff miteinander und an den Nachbarzähnen fixiert. Anhand der fixierten Abdruckpfosten werden die Laboranaloge in ein Situationsmodell vor Zahnenfernung eingearbeitet. Ein direkter Kontakt von Abformmasse und Augmentat kann dadurch vermieden werden. **b:** Eingliederung der Sofortversorgung nach zwei Tagen. Aufgrund der Angulation sind die Prothetikschauben nur über die Vestibulärflächen zugänglich.

Auch wenn die beschriebene Technik auf den ersten Blick sehr einfach durchführbar erscheint, sind für die Verwendung von autologem Dentin ausreichende Sachkenntnisse in der Augmentationschirurgie Voraussetzung. Darüber hinaus werden klinische Langzeitstudien benötigt, um das Resorptionsverhalten von autologem Dentin und die Prävalenz von Komplikationen zu beurteilen. ■



**PRIV.-DOZ. DR.
MICHAEL KORSCH, M.A.**

Zentrum für Implantologie und
Oralchirurgie
Berliner Str. 41, 69120 Heidelberg
mk@drkorsch-heidelberg.de
und Akademie für Zahnärztliche
Fortbildung Karlsruhe
Lorenzstr. 7, 76135 Karlsruhe
Foto: Markus Lehr



DR. ABDEL-KARIM MAMAR

Zentrum für Implantologie und
Oralchirurgie
Berliner Str. 41, 69120 Heidelberg
und Akademie für Zahnärztliche Fortbildung
Lorenzstr. 7, 76135 Karlsruhe
Foto: Markus Lehr



Abb. 7a, b: Röntgenkontrolle vier Monate nach Implantation mit definitiver prothetischer Versorgung durch den Hauszahnarzt. Der augmentierte vestibuläre Bereich unterlag keiner sichtbaren Resorption. Die osseointegrierten Dentinpartikel sind noch deutlich zu erkennen.

FAZIT FÜR DIE PRAXIS

- Die Sofortimplantation unter Verwendung von autologem Dentin ist ein mögliches Therapiekonzept für resorptionsstabile Augmentate. Daten aus randomisierten Studien können zukünftig helfen, das Konzept zum heutigen Goldstandard (Eigenknochen) einzuordnen.
- Es werden klinische Langzeitstudien benötigt, um das Resorptionsverhalten von autologem Dentin und die Prävalenz von Komplikationen zu beurteilen.
- Auch wenn die beschriebene Technik auf den ersten Blick sehr einfach durchführbar erscheint, sind für die Verwendung von autologem Dentin ausreichende Sachkenntnisse in der Augmentationschirurgie Voraussetzung.