



Quelle: Michael Korsch

Abb. 1: Klinische Ausgangssituation nach Verlust des Zahnes 22: Diastema regio 11/21

MKG-CHIRURGIE

Tooth-shell-technique: Kieferkamm-augmentation mit autologem Dentin

Michael Korsch

Der Fallbericht schildert die Situation eines 50-jährigen Patienten nach Zahnverlust regio 22. Die bukkale Knochenlamelle war infektionsbedingt weitestgehend resorbiert, wodurch sich die Notwendigkeit einer Augmentation im Zuge einer Implantation ergab. Da der Patient eine Knochenentnahme ablehnte, erfolgte eine laterale Kieferkammaugmentation mit autologem Dentin. Zum Einsatz kam dabei eine neue Methode: die sogenannte Tooth-shell-technique nach Korsch.

Ein 50-jähriger Patient wurde von seinem Hauszahnarzt in die chirurgische Abteilung der Akademie für Zahnärztliche Fortbildung Karlsruhe überwiesen, mit der Bitte um Implantation regio 22. Der Zahn 22 wies klinisch eine Fistel und eine pathologische Lockerung sowie radiologisch eine ausgedehnte peripikale Transluzenz im Sinne einer chronischen apikalen Parodontitis auf. Es handelte sich um einen wurzelgefüllten Zahn. Der Hauszahnarzt hatte ihn als nicht erhaltungsfähig

eingestuft und ihn deshalb schon vor der Überweisung extrahiert. Deswegen stand Zahn 22 nicht als Augmentationsmaterial zur Verfügung.

Die Allgemeinanamnese des Patienten war unauffällig. Eine Medikamenteneinnahme oder das Vorliegen von Allergien wurden verneint. Der Wunsch des Patienten war eine implantologische Lösung für den fehlenden Zahn 22 (Abbildung 1). Eine Brückenversorgung sollte, wenn möglich, vermieden werden.

Die klinische Befunderhebung ergab eine Schalllücke regio 22. Die restlichen Zähne in Ober- und Unterkiefer zeigten keine Auffälligkeiten. Der CO₂-Sensibilitätstest der Zähne 21 und 23 war positiv. Ein Diastema lag zwischen den Zähnen 11 und 21 vor (Abbildung 1). Auch Zahn 22 stand zuvor auf Lücke zu Zahn 21.

Zur besseren Beurteilbarkeit der vorliegenden Knochensituation wurde eine digitale Volumentomografie angefertigt. Darin wurde eine deutliche



PROF. DR. MICHAEL KORSCH, M.A.

Akademie für Zahnärztliche Fortbildung
Karlsruhe

Lorenzstr. 7, 76135 Karlsruhe
und

Zentrum für Implantologie und
Oralchirurgie Heidelberg

Berliner Str. 41, 69120 Heidelberg

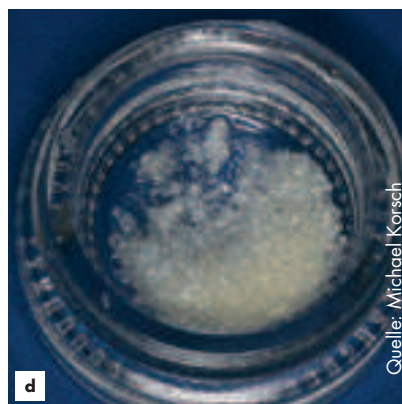
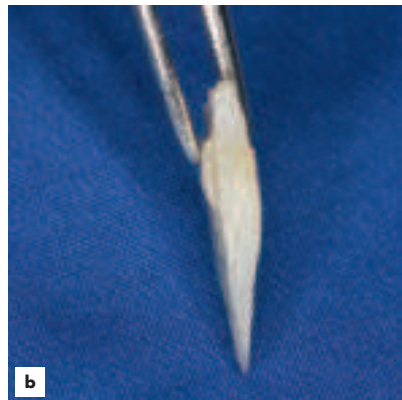
Foto: Markus Lehr

Resorption der bukkalen Knochenlamelle ersichtlich. Die Nachbarzähne waren unauffällig (Abbildung 1). Aus den vorliegenden Befunden ergaben sich folgende Diagnosen:

- Insuffizientes Knochenlager regio 22
- Nicht erhaltungswürdiger Zahn 18

Therapie

Da regio 11/21 ein Diastema vorlag sowie zuvor Zahn 22 lückig zu Zahn 21 war, kam eine Brückenkonstruktion aufgrund ästhetischer Nachteile für den Patienten nicht infrage. Außerdem sollten ein Beschleifen und der damit einhergehende Hartsubstanzverlust an den Nachbarzähnen vermieden werden. Die bukkale Knochenlamelle war infektionsbedingt weitestgehend resorbiert, wodurch sich die Notwendigkeit einer Augmentation ergab. Da der Patient eine Knochenentnahme nach Möglichkeit vermeiden wollte, sollte ein nicht erhaltungswürdiger und durch die Schleimhaut ragender oberer Weisheitszahn für die Augmentation



Quelle: Michael Korsch

Abb. 2:

- a: Die Abbildung zeigt die Entfernung von Debris und Fremdmaterial sowie des Parodontalligaments von der Wurzeloberfläche mit einem grobkörnigen Diamantschleifer unter Wasserkühlung.
b: Dentinscheibe, die mit einer diamantierten Trennscheibe aus dem Wurzelentferner gewonnen wurde
c: Steriles Einweg-Mahlwerk (Smart Dentin Grinder) zur Partikulation von Dentin
d: Partikuliertes und aufbereitetes Dentin

mit autologem Dentin genutzt werden. Aufgrund der dreiwandigen Defektform regio 22 war eine Augmentation mit simultaner Implantation vorgesehen. Der Patient würde über die Neuartigkeit der geplanten Tooth-shell-technique, fehlende Langzeituntersuchungen und mögliche Komplikationen aufgeklärt.

Zahnaufbereitung: Nach der Extraktion des Zahnes 18 folgte die Entfernung von Debris sowie des Parodontalligaments von der Wurzeloberfläche mit einem grobkörnigen Diamantschleifer unter Wasserkühlung (Abbildung 2a). Mittels einer diamantierten Trennscheibe (Frios MicroSaw, Dentsply Sirona Implants, Mannheim, Deutschland) wurde unter Wasserkühlung eine circa 1–1,5 mm starke Dentinscheibe ge-

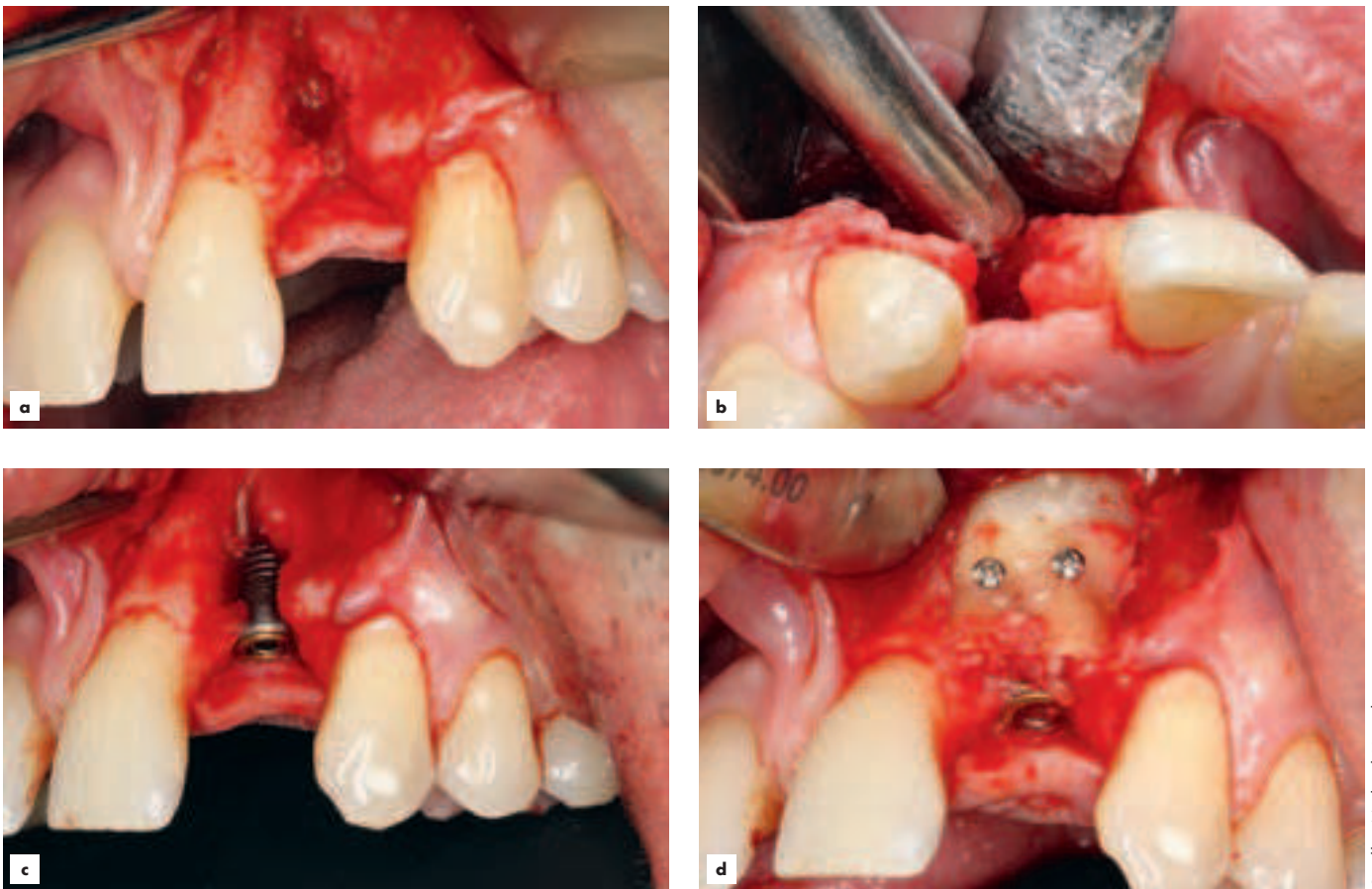
wonnen (Abbildung 2b). Das restliche Dentin wurde mit einem sterilen Einweg-Mahlwerk (Smart Dentin Grinder, Kometa Bio, Creskill, USA) in 300–1200 µm große Dentinpartikel zerkleinert (Abbildungen 2c und 2d). Die Dentinscheibe und das Partikulat wurden anschließend chemisch mit antibakteriellen Lösungen aufbereitet. Abschließend erfolgte eine partielle Demineralisierung des Dentins zur Freilegung des Kollagenetzwerks und zur Freigabe osteoinduktiv wirksamer Wachstumsfaktoren [Y. K. Kim et al., 2014]. Die Zahnaufbereitung erfolgte simultan zum implantologischen Eingriff regio 22.

Operatives Vorgehen bei der Tooth-shell-technique (TST): Der augmentative Eingriff erfolgte unter perioperativer Antibiose mit Amoxi-

cillin 750 mg dreimal täglich (ein Tag prä- und zwei Tage postoperativ). Bei bekannter Unverträglichkeit von Penicillin kann Clindamycin 300 mg dreimal täglich verordnet werden.

Nach Lappenbildung und Darstellung des Kieferkammes erfolgte die Aufbereitung des Implantatlagers gemäß Protokoll des Implantatherstellers. Anschließend wurde ein Implantat (ASTRA TECH Implant System™ EV, Dentsply Sirona, York, USA) inseriert (Abbildungen 3a bis 3c).

Die zuvor gewonnene und aufbereitete Dentinscheibe wurde mit Osteosyntheseschrauben (microscrews, Stoma, Emmingen-Liptingen, Deutschland) lateral des Defekts fixiert und das aufbereitete Dentinpartikulat in den Hohlraum zwischen Zahnscheibe



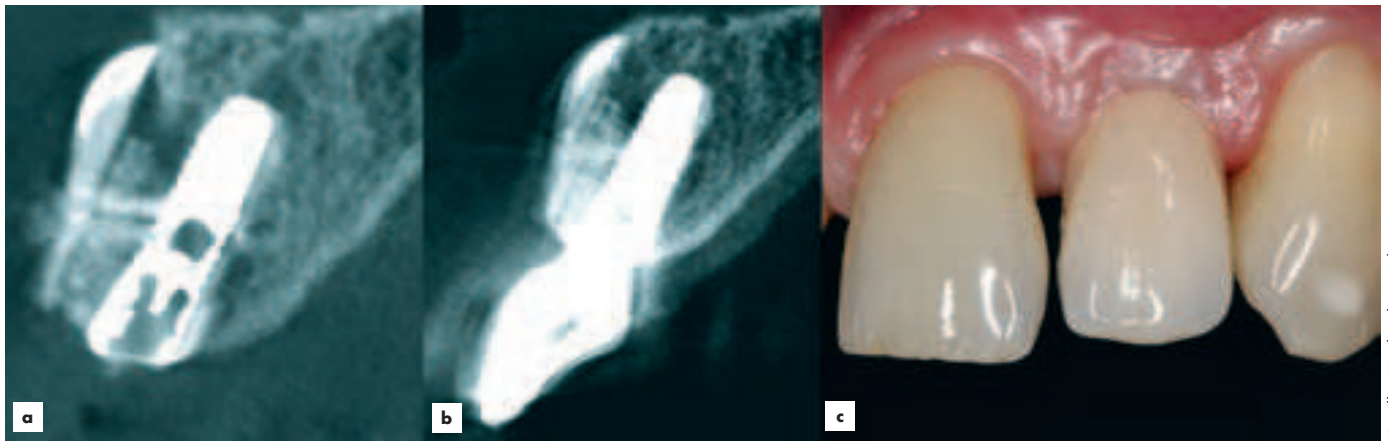
Quelle: Michael Korsch

Abb. 3:

a und b: Intraoperative Situation nach Lappenbildung: Deutlich erkennbar ist das vestibuläre Knochendefizit.

c: Inseriertes Implantat regio 22 mit fehlendem vestibulärem Knochen

d: Mit zwei Osteosyntheseschrauben fixierte Dentinscheibe vestibulär des Implantats: Der geschaffene Hohlraum zwischen Dentinscheibe und Implantat wurde mit partikuliertem Dentin aufgefüllt.



Quelle: Michael Korsch

Abb. 4:

a: Diese Abbildung zeigt das Implantat regio 22 in der Sagittalebene zum Zeitpunkt der Augmentation mit simultaner Implantation: Der Kronenschmelz im kranialen Bereich ist deutlich erkennbar.

b: Radiologische Situation ein Jahr nach Augmentation: Das Augmentat erscheint in der Sagittalebene volumenstabil und das Implantat ist vollständig osseointegriert. Eine Resorption ist nicht erkennbar.

c: Klinische Situation ein Jahr nach Augmentation: Ein ästhetisch ansprechendes Ergebnis konnte erreicht werden.

und Implantat eingebracht (Abbildung 3d). Der Wundverschluss erfolgte spannungsfrei mit nichtresorbierbarem Nahtmaterial (Supramid 5/0, Serag-Wiessner, Naila, Deutschland). Postoperativ wurde ein DVT als Röntgenkontrolle angefertigt. Dieses zeigt das Implantat regio 22 in der Sagittalebene. Deutlich erkennbar ist die fixierte Zahnscheibe (Abbildung 4a).

Die Wundheilung in regio 22 verlief komplikationsfrei. Nach drei Monaten wurde das Implantat freigelegt. Im Rahmen dieser Behandlung erfolgte eine periimplantäre Sondierung. Diese zeigte ein stabiles Augmentat ohne erhöhte Sondierung. Die Messung des Implantatstabilitätsquotienten ISQ (Osstell Mentor, Ostell, Göteborg, Schweden) ergab einen Wert von 70. Das Implantat konnte somit für die prothetische Versorgung freigegeben werden.

Ein Jahr nach Implantatinsertion erfolgte eine radiologische und klinische Nachkontrolle. Aufgrund der Neuartigkeit der Technik, unklarer Volumenstabilität und unbekannter Risiken wurde ein DVT angefertigt. In einem ausführlichen Gespräch wurde dies mit dem Patienten erörtert. Der Patient entschied sich deshalb für die Anfertigung eines DVTs. Das im Rahmen der Nachkontrolle angefertigte DVT zeigte eine stabile vestibuläre Lamelle ohne erkennbare Resorption (Abbildung 4b). Das augmentierte Material erscheint sehr dimensionsstabil. Das Implantat sowie das periimplantäre Gewebe waren unauffällig (Abbildung 4c).

DISKUSSION

Für die Rekonstruktion des Kieferkammes steht eine Vielzahl an alloplastischen, allogenen oder xenogenen Knochenersatzmaterialien zur Verfügung. Dennoch gilt die Verwendung von autologem Knochen nach wie vor als Goldstandard. Autologer Knochen besitzt ausgezeichnete osteoinduktive, osteokonduktive und auch osteogenetische Eigenschaften, immunologische Reaktionen oder Krankheitsübertragungen können sicher ausgeschlossen werden und vorhersagbare Augmentationsergebnisse sind erreichbar [Sakkas et al., 2017].

Die Verwendung von Dentin wird seit einigen Jahren als alternatives autologes Material zum Kieferkammerhalt und zur Augmentation von Knochendefiziten beschrieben [Bormann et al., 2012; Minamizato et al., 2018; Schwarz et al., 2019]. Dentin eignet sich hervorragend als Knochenersatzmaterial, da es dem Knochen in seiner Zusammensetzung sehr ähnlich ist. Der Anteil anorganischer Substanz im menschlichen Dentin liegt bei circa 69 Prozent und der Anteil organischer Komponenten bei circa 17,5 Prozent. Der Alveolar-knochen besteht zu circa 62 Prozent aus anorganischen und 25 Prozent organischen Bestandteilen. Sowohl beim Alveolar-knochen als auch beim Dentin besteht die organische Matrix zu circa 90 Prozent aus Kollagen Typ I. Weitere neun Prozent sind nichtkollagene Proteine [Leonhardt, 1990]. Zu diesen nicht-kollagenen Proteinen zählen Osteocalcin, Osteonectin, Phosphoproteine, Proteoglykane und Sialoprotein sowie

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), welche die Differenzierung von mesenchymalen Stammzellen in Chondrozyten und knochenbildenden Zellen beeinflussen [S. Y. Kim et al., 2017; Y. K. Kim et al., 2014; Linde, 1989].

Die anorganischen Bestandteile des Dentins setzen sich wie beim Alveolar-knochen vor allem aus verschiedenen Calciumphosphaten (Hydroxylapatit, β -Tricalciumphosphat, Octacalciumphosphat und amorphes Calciumphosphat) zusammen. Diese Bestandteile finden aufgrund ihrer guten osteokonduktiven Eigenschaften unter anderem Einsatz als alloplastische Knochenersatzmaterialien [Murata et al., 2013]. Die osteokonduktiven und -induktiven Eigenschaften von Dentin konnten in mehreren Tierstudien und klinischen Studien am Menschen nachgewiesen werden [Al-Asfour et al., 2017; Andersson, 2010; Bono et al., 2017].

Durch den Einsatz von autologem Dentin kann im Gegensatz zu autologem Knochen eine Spenderregion sowie die damit verbundene Entnahmemorbidität vermieden werden. Zudem gibt es Hinweise, dass die Resorption von autologem Dentin signifikant geringer ist als bei autologen Knochenblocktransplantaten [Ramanaukaite et al., 2019].

Die in diesem Fall angewendete Methode (Tooth-shell-technique) wurde vom Autor 2017 entwickelt und erstmalig im Australian Dental Journal

veröffentlicht [Korsch, 2021]. Diese Technik dient der Rekonstruktion von Kieferkammdefekten unter Einsatz von autologem Dentin und stellt eine Modifikation der von Khoury beschriebenen Split-Bone-Block-Technik dar [Khoury & Hanser, 2019]. Der auszufüllende Defekt wird bei der Split-Bone-Block-Technik durch den interponierten partikulierten Knochen deutlich schneller revascularisiert als bei rein kortikalen oder kortikospongiosen Transplantaten. Deswegen sind mit dieser Technik bessere Regenerationsergebnisse erreichbar [Khoury F, 2009]. Der Vorteil der Tooth-shell-technique im Vergleich zur Fixierung von ganzen Zahnwurzeln ist, dass diese Technik nicht auf die Dimension der verwendeten Zahnwurzel limitiert ist und Augmentationsbreiten erlaubt, die größer sind als die Zahnwurzel breit ist. Durch das partikulierte Dentin im Spaltraum zwischen Knochen und Dentinscheibe ist eine bessere Revascularisierung und Regeneration als bei soliden Dentinblöcken zu erwarten, wie es bei der von Khoury beschriebenen Technik nachweislich ist [Khoury & Hanser, 2019]. Vorteilhaft ist zudem, dass mit dieser Technik Augmentation und Implantatinsertion simultan erfolgen können, sofern es die Defektmorphologie und

ZM-LESERSERVICE



Die Literaturliste kann auf www.zm-online.de abgerufen oder in der Redaktion angefordert werden.

-größe zulassen [Korsch, 2021; Korsch & Peichl, 2021]. Ein Vergleich der Tooth-shell-technique mit der Technik nach Khoury konnte zeigen, dass diese zu gleichwertigen Ergebnissen nach drei Monaten führt [Korsch & Peichl, 2021]. Langzeituntersuchungen der Tooth-shell-technique stehen noch aus. Histologisch zeigte sich im Tierversuch eine knöcherne Ersatzresorption des Dentins und eine Kontaktfläche zwischen Implantat und Knochen, die mit autologen Knochenblöcken vergleichbar waren [Schwarz et al., 2016; Schwarz et al., 2016]. Im direkten Kontakt zwischen Dentin und der Titanoberfläche des Implantats konnte histologisch die Bildung von Wurzelzement und mineralisiertem Hartgewebe nachgewiesen werden [Baumer et al., 2015; Hurzeler et al., 2010; Schwarz et al., 2013].

Voraussetzung für die Tooth-shell-technique ist ein nicht erhaltungsfähiger oder nicht erhaltungswürdiger Zahn. In allen anderen Fällen muss eine Alternativtherapie angewandt werden.

Alternativ zu der in diesem Fall vorgestellten Tooth-shell-technique hätte hier auch eine klassische GBR (guided bone regeneration) Anwendung finden können. Die GBR ist eine gut dokumentierte und wissenschaftlich gut untersuchte Technik [Bassetti et al., 2016; Tolstunov et al., 2019]. Allerdings scheint die Volumenstabilität des Augmentats bei der GBR im krestalen Bereich signifikant schlechter zu sein als bei stabil fixierten Augmentaten wie Titan-Mesh oder Knochenblocktransplantaten [Mertens et al., 2019]. Beim vorliegenden Fall war bei der Jahreskontrolle eine gute Volumenstabilität im krestalen Bereich erkennbar.

Kritisch betrachtet werden muss, dass zur der hier vorgestellten Tooth-shell-technique keine Langzeitergebnisse vorliegen. Studien mit hoher Fallzahl sowie längerem Nachbeobachtungszeitraum sind deshalb erforderlich. ■