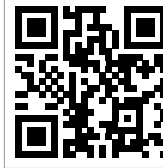


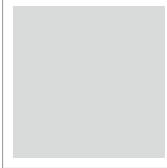
2

CME-Punkte

Allogener Knochen gilt hierzulande immer noch als exotisch, obwohl der Gebrauch in den letzten Jahren deutlich zugenommen hat. Was in den USA seit vielen Jahren zum Standard gehört, findet auch in Deutschland mehr und mehr Anhänger. Dennoch gibt es kritische Stimmen, die weiterhin versuchen, allogenes Knochenersatzmaterial (KEM) in eine Ecke zu drängen, wo es aufgrund seiner guten Eigenschaften nicht hingehört. Folgender Fachbeitrag stellt anhand eines Fallbeispiels die Vorteile in der Verwendung von allogenem KEM dar.

Dr. Kai Zwanzig  
[Infos zum Autor]

Literatur



## Augmentationen 3.0 – Allogen als Goldstandard?

Dr. Kai Zwanzig

In den seltensten Fällen kommt eine Implantation ohne Augmentation aus. Um ein stabiles knöchernes Lager zu erhalten, sollte eine Knochenbreite von 2 mm um das Implantat vorhanden sein.<sup>19</sup> Unzählige auf dem Markt angebotene KEM sollen helfen, schonend – ohne den Einsatz von Eigenknochen – ein suffizientes Knochenlager zu schaf-

fen. Viele dieser KEM sind jedoch mit Problemen behaftet, weil vor allem der Umbau in körpereigenen Knochen in einigen Fällen ausbleibt und somit die biologische Potenz herabgesetzt wird. Eine Alternative dazu bietet allogenes KEM. Was bedeutet eigentlich allogen? Allogen heißt in Bezug auf Transplantate körperfremd, von einem genetisch ver-

schiedenen Individuum, aber von derselben Art stammend. Es handelt sich um humanen Spenderknochen, der entweder von einem Lebendspender oder einer Leiche kommt. Aufgrund der Tatsache, dass der Autor überwiegend Erfahrung mit Leichenknochen hat, konzentriert sich dieser Fachbeitrag auf allogene KEM.

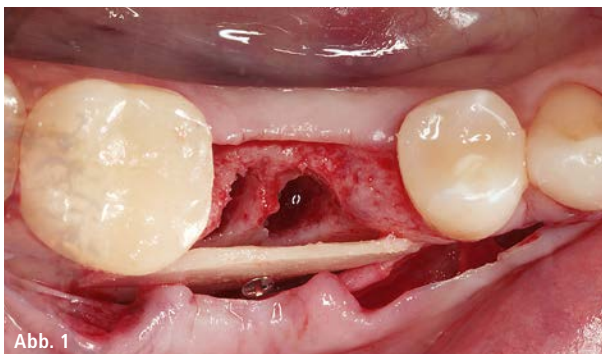


Abb. 1



Abb. 2

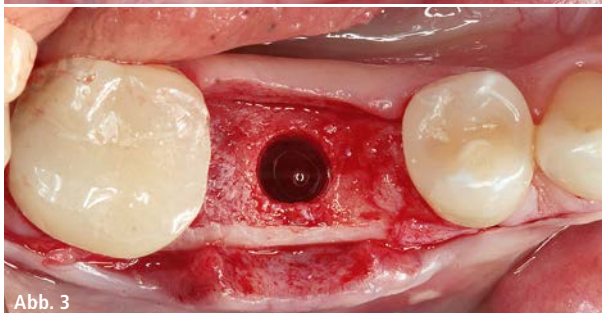
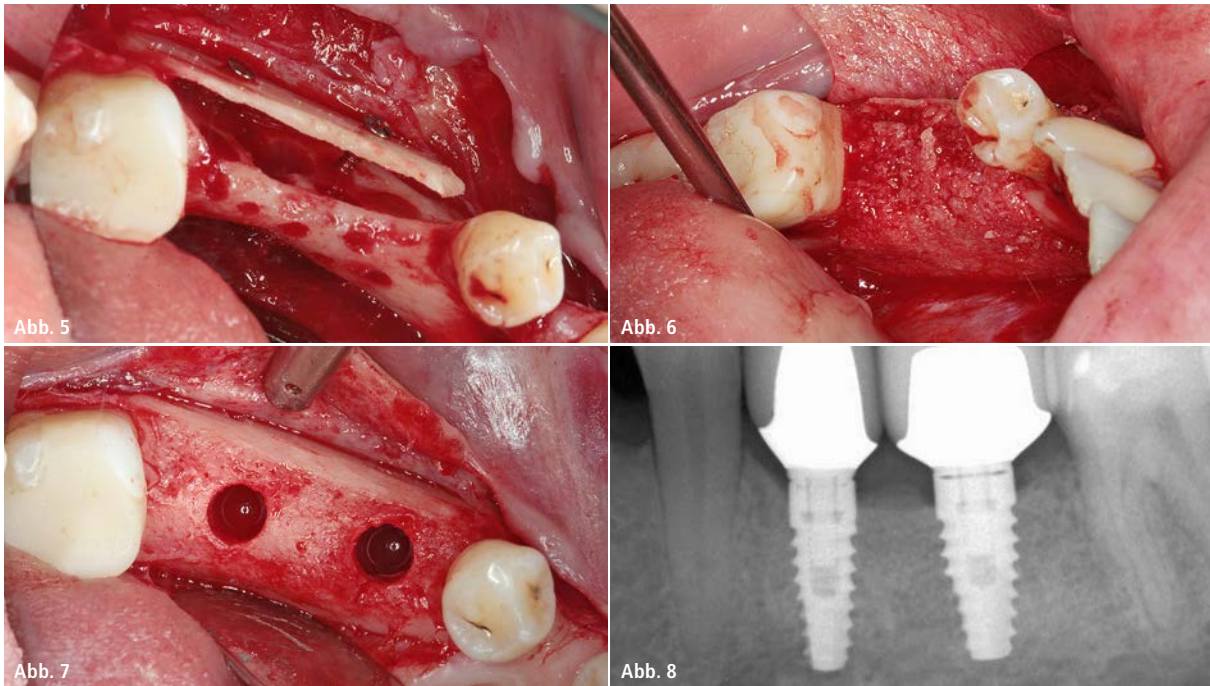


Abb. 3



Abb. 4

**Abb. 1:** Allogene Schale vestibulär fixiert. – **Abb. 2:** Füllen des Hohlraums mit allogener Spongiosa. – **Abb. 3:** Suffizientes Implantatlager nach Trepanentnahme. – **Abb. 4:** Histologisches Präparat zum Nachweis neu gebildeten Knochens.



**Abb. 5:** Allogene Schale auf Distanz mit zwei Osteosyntheseschrauben fixiert. – **Abb. 6:** Vertikale Überaugmentation mit partikulärer Spongiosa. – **Abb. 7:** Ausgezeichnete Regeneration: Verbreiterung von 2 auf 10 mm. – **Abb. 8:** Röntgenaufnahme: Bone-Remodelling nach prothetischer Versorgung in Folge der Überaugmentation.

Allogene Zell- und Gewebetransplantate sind in Deutschland als Arzneimittel reguliert und zulassungspflichtig, d.h. die Herstellung, die biologische Sicherheit und die klinische Anwendung unterliegen der ständigen Kontrolle der deutschen Behörden. Der § 21 AMG (Arzneimittelgesetz) schreibt vor, dass Arzneimittel aufgrund der Prüfung durch das Paul-Ehrlich-Institut, biologisch sicher und therapeutisch geeignet sein müssen. Die vom Autor verwendeten Produkte stammen vom DIZG, dem deutschen Institut für Zell- und Gewebeersatz, einer gemeinnützigen Institution in Berlin und werden durch die Firma Argon Dental in Deutschland vertrieben. Stringente Spenderauswahl, aufwendige Screeningverfahren sowie streng kontrollierte Aufbereitung und Sterilisation, machen dieses Material zu einem sicheren Produkt, auch wenn es immer wieder Zweifel an der Sicherheit gibt. Insgesamt ist festzustellen, dass es seit 1996 keine nachgewiesene Infektion durch prozessierte allogene Transplantate gegeben hat.

Die häufigste Form der Augmentation ist die geführte Knochenregeneration (GBR). Durch die Verwendung einer Barriere-membran soll das Einwachsen von nicht knochenbildenden Zellen, wie Epithel-

zellen und Fibroblasten, verhindert werden.<sup>2,3,7,8</sup> Dabei kann ganz auf den Einsatz von Knochen verzichtet werden.

Um eine erfolgreiche GBR zu gewährleisten, muss man vier Grundsätze befolgen: den Ausschluss von Epithel- und Bindegewebe, Aufrechterhaltung des geschaffenen Raums, Stabilisierung des Blutgerinnsels und eine geschlossene Einheilung.<sup>21</sup> Die Ruhigstellung des Augmentats ist besonders wichtig, da Bewegungen zur bindegewebigen Einheilung und zur Resorption führen. Dies gilt vor allem im Unterkiefer, da hier starke Muskelzüge von Zunge und Wange das Ergebnis massiv negativ beeinträchtigen können.

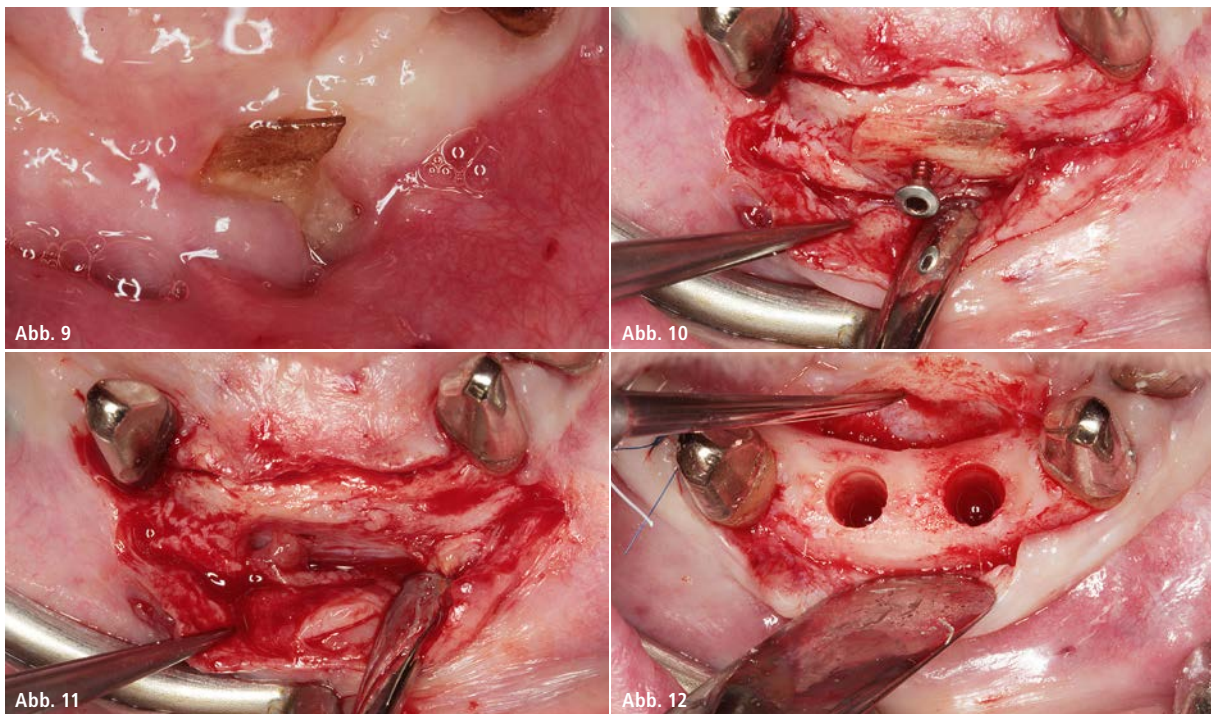
Knochenblöcke aus dem Unterkiefer bestehen größtenteils nur aus Kortikalis und stellen so in toto transplantiert kein geeignetes Verfahren des Knochenaufbaus dar.<sup>1,5</sup>

Prof. Khoury beschrieb 2004 ein Verfahren, indem er autologe Blöcke entnahm, diese in dünne kortikale Scheiben oder Schalen zerteilte und diese Schalen mit einer oder mehreren Osteosyntheseschrauben auf Distanz mit dem zu augmentierenden Gebiet verband. Den entstandenen Hohlraum füllte er mit gewonnenen Knochen-spänen und schaffte so die Voraussetzung für

ein biologisch funktionierendes Implantat-lager, mit einer kortikalen Struktur außerhalb und einem spongösen Kern im Inneren.<sup>14</sup> Dieses Verfahren führt zu einer raschen Vaskularisierung und somit zu einem schnellen Umbau in ortsständigen Knochen.

Dieses Verfahren ist sehr techniksensitiv und bedarf immer der Entnahme eines Knochenblocks, was einen Zweiteingriff für den Patienten bedeutet.

Es stellt sich die Frage, ob man heute auf den Einsatz autologen Materials verzichten kann, vorausgesetzt, man wendet eine Methode an, die gleichwertige Ergebnisse bringt. Damit KEM vergleichbare Ergebnisse bringen, müssen diese vollständig in körpereigenen Knochen umgebaut werden und stabil bleiben. Diese Eigenschaft besitzt allogener Knochen, da er durch seine osteokonduktiven Eigenschaften als Leitschiene dient, vollständig resorbiert und umgewandelt wird. Verschiedene Autoren beschreiben sogar eine geringe osteoinduktive Potenz, die aber nicht bewiesen ist. Die größten Vorteile allogener Materialien sind die Vermeidung einer Entnahmestelle, eine reduzierte Operationszeit, weniger Blutverlust, verringerte Morbidität und die unbegrenzte Verfügbarkeit.



**Abb. 9:** Schleimhautperforation durch kortikale Platte. – **Abb. 10:** Darstellung der Problemzone nach sechs Wochen. – **Abb. 11:** Entfernung der sequestrierten Schale. Es befindet sich eine fibrotische Schicht darunter. – **Abb. 12:** Dennoch fand eine vollständige Regeneration nach Perforation statt.

Dennoch stellt die Schalenteknik eine wertvolle Methode dar, um vor allem voraussagbar Knochendefekte außerhalb der knöchernen Kieferkontur zu regenerieren. Es war eine logische Konsequenz, die Schalenteknik von Prof. Khoury so zu modifizieren, dass man auf autologen Knochen verzichten kann. Wer mit Schalentekniken beginnen will, sollte sich für den Anfang einfache Fälle suchen. Die Abbildung 1 zeigt eine Schallücke mit einem bukkalen Knochendefekt, der bereits vestibulär mit einer allogenen Knochenscheibe eingeschalt wurde. Aufgrund der Möglichkeit, die Schale an den Knochenwänden der Nachbarzähne abzustützen, reichte eine Osteosyntheseschraube zur Fixation aus. Der entstandene Hohlraum wurde mit rein allogener Spongiosa gefüllt (Abb. 2). Es ist darauf zu achten, ausreichend Abstand mit der kortikalen Platte zum Sulkus der Nachbarzähne zu halten, um hier das Risiko einer Infektion auszuschließen. Scharfe Kanten sollten abgerundet werden. Wenn man mit KEM arbeitet, muss eine längere Zeit für die Regeneration eingeplant werden, als bei autologem Material. Es gilt eine Faustregel, die sagt, dass man pro Millimeter augmentiertem Knochen, einen Monat warten soll. Da in diesem

Fall circa 5 mm nach lateral aufgebaut wurde, fand die Implantation erst fünf Monate später statt. Es ist das ausgezeichnet regenerierte Gebiet mit vitalem Knochen zu erkennen, sodass ein ausreichend dimensioniertes Implantat inseriert werden konnte (Abb. 3). Um auch histologisch den Beweis der Regeneration erbringen zu können, wurde ein Knochenzylinder mit der Trepanfräse präpariert (Abb. 4). Das Untersuchungsergebnis zeigte eine hundertprozentige Durchbauung, wobei etwa 40 Prozent neu gebildeter Knochen waren. Dies entspricht etwa vergleichbaren Ergebnissen nach gleicher Zeit mit autologem Knochen.<sup>18</sup>

Worauf unbedingt zu achten ist, den zu augmentierenden Bereich nicht mit partikulären, spongiosen Material zu überaugmentieren, vor allem nicht vertikal. Auf Abbildung 5 erkennt man den schmalen Kieferkamm, der bereits mit einer allogenen kortikalen Knochenscheibe eingeschalt wurde. Die Schale wurde mit zwei Osteosyntheseschrauben auf Distanz zum ortsständigen Knochen angebracht. Der Hohlraum wurde mit partikulärem Material gefüllt sowie lingual und vertikal mit der partikulären Spongiosa überaugmentiert (Abb. 6). Zum Zeitpunkt der Implanta-

tion imponiert ein ausgezeichnet regenerierter Knochen (Abb. 7). Betrachtet man allerdings zwei Jahre nach Eingliederung der prothetischen Versorgung das Knochenniveau, so fällt die massive Resorption von circa 1,5 bis 2 mm auf (Abb. 8). Dies war auch in etwa die Höhe der Überaugmentierung. Es gibt mittlerweile einige Daten bezüglich des Resorptionsverhaltens allogener individueller Knochenblöcke, die rein spongios sind. Die Mehrheit beschreibt große Resorptionen nach kurzer Zeit bis zu völligem Verlust.<sup>9,15</sup>

Die kortikale Schale und somit Grenze an der Außenseite verleiht dem Augmentat die nötige Stabilität und schützt es vor Resorption.<sup>17</sup> Somit wird auch die erwartete Höhe des Augmentats definiert und kann nicht mit spongiosen Material erhöht werden. In der Blockaugmentierung wurden deshalb kortiko-spongiosen Blöcke implantiert, die nahezu keine Volumenreduktion zeigen. Auch andere Gruppen haben ähnliche Ergebnisse.<sup>15</sup>

Bei der Knochenregeneration ist eine geschlossene Einheilung eine der Grundvoraussetzungen des Erfolgs. Ein absolut dichter und spannungsfreier primärer Wundverschluss muss gewährleistet sein.<sup>11,12</sup>

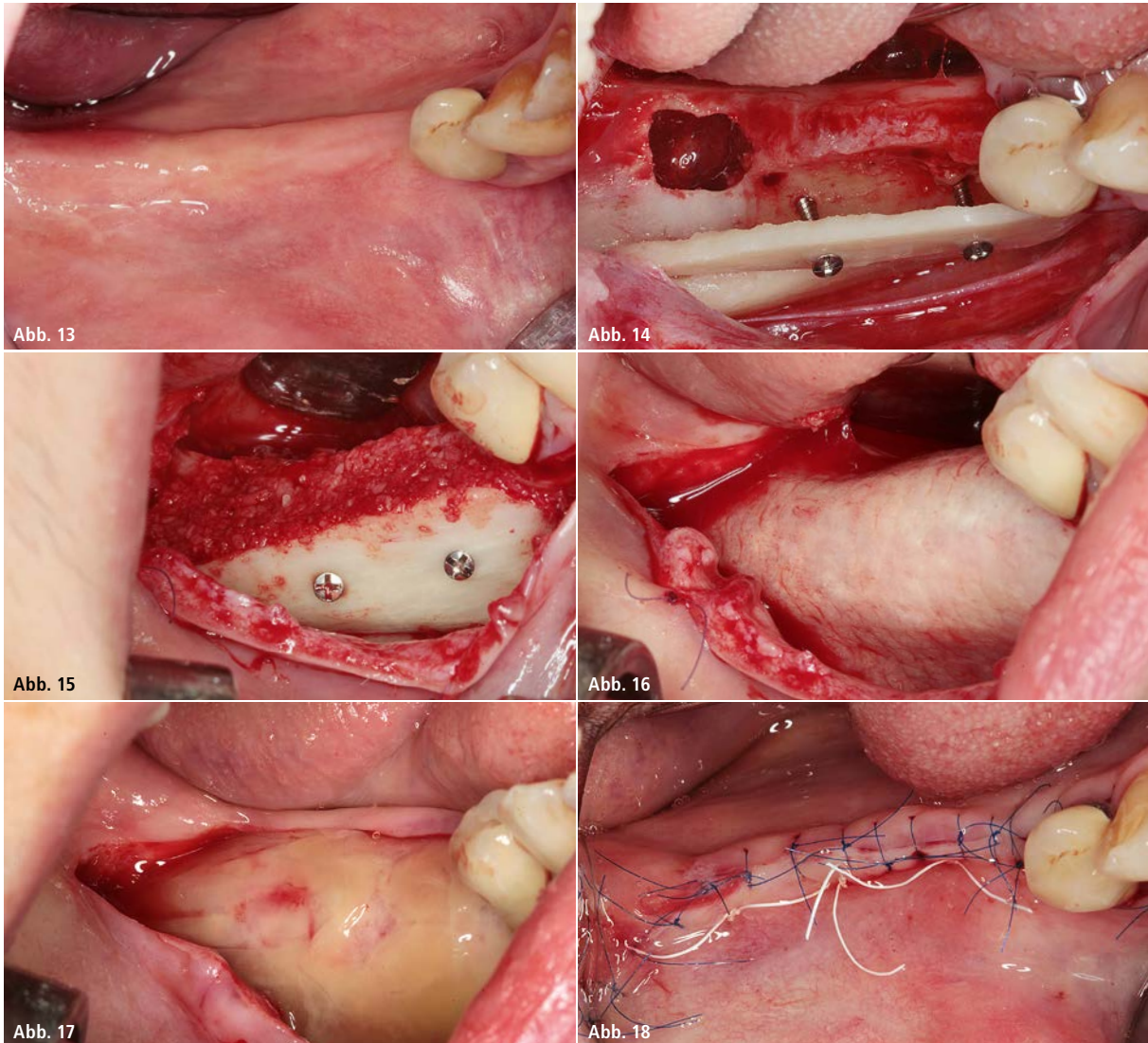
In der Praxis des Autors wurden seit 2010 bei 49 Patienten 192 Implantate nach vorangegangener Augmentation mit der allogenen Schalentechnik inseriert. Der längste Beobachtungszeitraum nach prothetischer Versorgung beträgt sieben Jahre, der kürzeste fünf Monate. Die Implantatüberlebensrate beträgt 100 Prozent bei einer Komplikation sechs Wochen nach der Augmentation. Diese stellte sich in Form einer Perforation der bukkalen Weichgewebe mit Freilegung der kortikalen Schale dar (Abb. 9). Nach Aufklappung der Gingiva wurden die Osteosyntheseschraube und die Platte entfernt (Abb. 10). Darunter erkannte man eine fibröse aber stabile Schicht, sodass der sofortige Wundverschluss

erfolgte (Abb. 11). Die Perforation wurde durch einen internen Schwenklappen verschlossen. Sechs Monate später, zum Zeitpunkt der Implantation, zeigte sich trotz der Komplikation ein perfektes Regenerat (Abb. 12). Es wird davon ausgegangen, dass aufgrund der ausreichenden Zeit von sechs Wochen ein bereits stabiles Osteoid gebildet wurde, die Mineralisation weitestgehend abgeschlossen war und der Umbau in Geflechtknochen begonnen hatte (Kaskade der Knochenheilung).

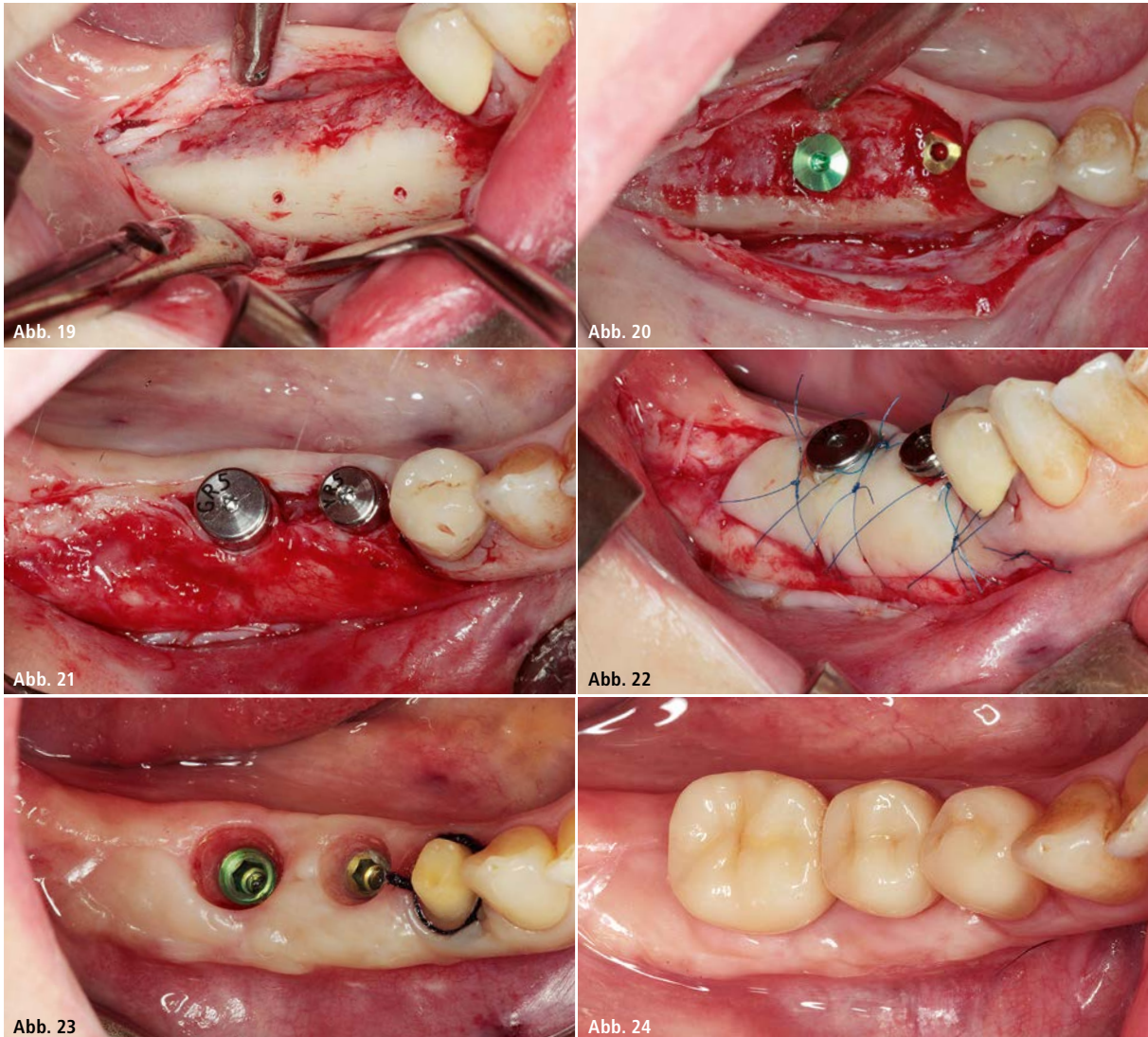
#### Fallbeispiel

Die typische Indikation für eine Schalentechnik ist der Unterkieferseitenzahnbereich mit einer Freundsituation

(Abb. 13). Nach langer Zahnlosigkeit machten ein sehr spitz zulaufender Kieferkamm und ein verbliebener Defekt eine präimplantologische Augmentation in Regio 45–47 notwendig. Ein allogener Femurspan wurde mit einer Trennscheibe zu einer dünnen kortikalen Schale geformt und mit zwei Osteosyntheseschrauben auf Distanz zum ortsständigen Knochen geschraubt (Abb. 14). Der Hohlraum wurde mit allogener Spongiosa gefüllt, welche zuvor in PRGF (Plasma Rich in Growth Factor) rehydratisiert wurde. Generell ist zu beachten, dass gefriergetrocknete allogene Knochen- transplantate ausreichend hydratisiert werden. Zur Haltbarmachung werden sie gefriergetrocknet und weisen des-



**Abb. 13:** Schmäler Kieferkamm nach längerer Zahnlosigkeit. – **Abb. 14:** Allogene Schale auf Distanz als neue bukkale Grenze verschraubt. – **Abb. 15:** Füllung des Hohlraums mit allogener Spongiosa. – **Abb. 16:** Abdeckung des Augmentats mit azellulärer dermaler Matrix. – **Abb. 17:** PRGF-Fibrin-Membran zur besseren Weichgewebsheilung. – **Abb. 18:** Spannungsfreier und speicheldichter Wundverschluss.



**Abb. 19:** Reentry zur Implantation nach Entfernung der Osteosyntheseschrauben. – **Abb. 20:** Zwei Implantate in situ. – **Abb. 21:** Aufgeschraubte Gingivaformer nach Vestibulumplastik. – **Abb. 22:** Freies Schleimhauttransplantat zur Vermehrung der keratinisierten Gingiva. – **Abb. 23:** Perfektes Emergenzprofil vor der Abformung. – **Abb. 24:** Vollkeramische Kronen vier Jahre nach Eingliederung mit stabilem bukkalen Knochen und Weichgewebe.

halb eine Restfeuchte von unter sechs Prozent auf. Zusammen mit dem PRGF entsteht sogenannter „Sticky Bone“, der sehr leicht zu applizieren ist, da das entstandene Konglomerat den „bröseligen“ Charakter verliert, den partikuläre KEM normalerweise haben. Bereits in der Einleitung wurde darauf hingewiesen, dass bei der Verwendung von KEM mit einer Membran gearbeitet werden muss. Diese Membran sollte eine ausreichende Standzeit aufweisen, um dem Regenerat genügend Zeit für den Umbau zu geben.<sup>13</sup> Deshalb wird als Membran eine allogene azelluläre dermale Matrix verwendet, da diese eine lange Standzeit besitzt und zudem noch die darüberliegenden Weichgewebe suffizient verdickt.<sup>4</sup> Diese wird

mit Titanpins unter Spannung über dem Augmentat befestigt, um jegliche Bewegung zu eliminieren (Abb. 15). Bevor die Wunde verschlossen wird, wird eine weitere Schicht aus einer autologen Fibrinmembran über das Augmentat gelegt, welche mit dem PRGF-Verfahren aus dem patienteneigenem Blut gewonnen wurde. PRGF besitzt die Eigenschaft, positiv auf die Weichgewebsheilung einzuwirken. Es beschleunigt die Wundheilung und Epithelisation, senkt die Entzündungsantwort und erhöht die Kollagen- sowie Blutgefäßbildung.<sup>6</sup> Der spannungsfreie Wundverschluss erfolgt durch tief liegende horizontale Matratzennähte aus einem PTFE-Material, um die Wundränder aufzustellen

und die Spannung aus diesen zu nehmen. Die so adaptierten Lappenränder lassen sich nun spannungsfrei mit einem monofilen Nahtmaterial der Stärke 6/0 vernähen (Abb. 18). Sechs Monate nach der Augmentation erfolgte der Reentry für die Implantation. Es imponierte ein gut durchbautes Regenerat mit einer Breite von 10 mm (Abb. 19). Nach Entfernung der Osteosyntheseschrauben konnten zwei Implantate in Regio 45 und 46 mittels Bohrschablone nach sukzessiver rotierender Aufbereitung eingebracht werden (Abb. 20). Eine Osseointegrationszeit wird in solchen Fällen mit drei Monaten bemessen.

Die letzten Jahre haben gezeigt, dass das Thema Weichgewebe immer mehr

an Bedeutung gewonnen hat. Stabiles periimplantäres Weichgewebe ist ein weiterer Schlüssel zum Erfolg, da dünnes Weichgewebe und das Fehlen von fixierter und nicht keratinisierter Gingiva zu nicht unerheblichen Knochenresorptionen führen kann.<sup>16,23</sup> Die Dicke der periimplantären Weichgewebe sollte über 2 mm liegen, um den Knochen zu schützen.

Der Autor führt in 100 Prozent der Fälle im Unterkieferseitenzahnbereich, die in dieser Form aufgebaut wurden, eine Vestibulumplastik durch. Der Anteil beweglicher Schleimhaut wird als Split-flap tief nach apikal in den Mundvorhof verlegt, die Muskelsätze durchtrennt und überflüssiges nicht befestigtes Bindegewebe an der bukkalen Seite entfernt, sodass nur noch das Periost und fixierte Bindegewebsanteile auf dem Knochen verbleiben. Im Bereich der Implantate wurde vollständig degranuliert und zwei Gingivaformer aufgeschraubt (Abb. 21). Um den Anteil keratinisierten Gewebes zu erhöhen, wird ein freies Schleimhauttransplantat vom Gaumen gehoben und fest mit Einzelknopf- und Kreuznähten auf dem Untergrund fixiert (Abb. 22). Auch bei Schleimhauttransplantaten muss jegliche Bewegung ausgeschlossen werden, da sonst die Ernährung nicht gewährleistet ist.<sup>20</sup> Zwei Monate nach der Freilegung erfolgt die prothetische Versorgung. Man erkennt das rekonstruierte Vestibulum mit der ausreichend breiten, keratinisierten und nicht beweglichen Gingiva. Die Weichgewebshöhe beträgt 3,5 mm, was sich in diesem Fall als optimal erwiesen hat

(Abb. 23). Der Zahn 44 wurde für eine Krone präpariert und zusammen mit den beiden Implantaten abgeformt. Die Versorgung erfolgte durch Einzelkronen aus einer Lithiumdisilikatkeramik. Bei den Abutments auf den Implantaten handelt es sich um individualisierte Hybridabutments, d.h. auf einer Titanklebebasis wird ein individueller Zirkonaufbau verklebt, der so gestaltet ist, dass der spätere Zementspalt der Krone epigingival zu liegen kommt und so Zementreste einfach zu entfernen sind. Studien zeigen, dass überwiegend Zementreste für periimplantäre Beschwerden zuständig sind.<sup>22</sup> Vier Jahre nach Eingliederung der Kronen zeigen sich sowohl klinisch als auch radiologisch stabile periimplantäre Hart- und Weichgewebsverhältnisse (Abb. 24 und 25).

#### Diskussion

Autologer Knochen wird weiterhin als der Goldstandard beschrieben. Der Autor konnte durch zahlreiche histologische Untersuchungen seiner Fälle, die rein mit allogenen Material aufgebaut wurden, zeigen, dass bis zu 100 Prozent neu gebildeter Knochen nachweisbar ist. Der Faktor Zeit spielt dabei die entscheidende Rolle, je länger man wartet, desto mehr Regeneration kann erwartet werden. Dem Patienten wird durch die Verwendung von Fremdmaterial eine Entnahme erspart, was ein großer Vorteil ist. Zudem ist der allogene Knochen unbegrenzt verfügbar, sodass auch große Areale gleichzeitig augmentiert werden können. Erfah-

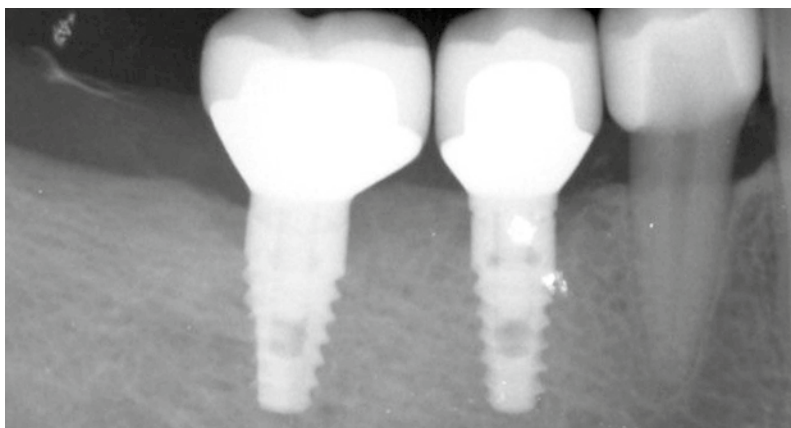


Abb. 25: Vier Jahre nach Eingliederung – auch radiologisch stabile Verhältnisse.



## CME-Fortbildung

### Augmentationen 3.0 – Allogen als Goldstandard?

Dr. Kai Zwanzig

CME-Fragebogen unter:  
[www.zwp-online.info/cme/wissenstests](http://www.zwp-online.info/cme/wissenstests)

ID: 00000



Informationen zur  
CME-Fortbildung



Alle Wissenstests  
auf einen Blick

rung auf dem Gebiet der Augmentationschirurgie ist dringend ratsam, da vor allem die Schalenteknik eine hohe Lernkurve und hohe Techniksensitivität hat. Auch sollte man sich vorher mit den einzelnen Materialien intensiv beschäftigen, da es unzählige Produkte auf dem Markt gibt, die unterschiedlich zu verwenden sind. Wichtig ist der Einsatz einer Membran mit einer langen Standzeit, um dem Augmentat ausreichend Zeit für die Regeneration zu lassen. Gute Knochenchirurgie funktioniert nur in Kombination mit guter plastischer Parodontalchirurgie. Dem Weichgewebe kommt heute eine übergeordnete Bedeutung zu, weil hier die Weichen für den implantologischen Langzeiterfolg gestellt werden.

#### Kontakt

#### Dr. Kai Zwanzig

Zahnarzt und Fachzahnarzt  
für Oralchirurgie  
Mauerstraße 8  
33602 Bielefeld  
[www.praxis-zwanzig.de](http://www.praxis-zwanzig.de)