

## Ein vielversprechendes neues Knochenaufbaumaterial: Eine Fallstudie

## „Der Körper will heilen“

Ein Beitrag von Dr. P. J. M. Fairbairn<sup>1</sup> und Dr. M. Leventis, Athen

Die Idee des Knochenerhalts nach einer Extraktion in Verbindung mit einer Frühimplantation ist nicht neu – bereits 2003 wurde darüber diskutiert [1]. Die Frühimplantation und die Verwendung von neu entwickelten synthetischen Transplantatmaterialien haben die Regeneration des Wirtsknochens verbessert [2]. Nach zwölf Jahren und mehr als 2000 erfolgreichen Transplantationen nach genau dem gleichen Protokoll zum Knochenerhalt nach der Extraktion konnten die Autoren feststellen [4, 5], dass die Rücksichtnahme auf den Heilungsprozess im Wirtsgewebe nachhaltige Vorteile bringt. Andere Autoren [3] haben erfolgreich neuere alloplastische Materialien eingesetzt. Das chirurgische Protokoll sieht eine dreiwöchige Weichgewebsheilung nach der Extraktion vor, gefolgt von einer verzögerten Sofortimplantation bei gleichzeitiger Einbringung eines synthetischen (alloplastischen) zweiphasigen partikelförmigen Knochenersatzmaterials ohne traditionelle Membran.

**Fallbeschreibung**

Der Patient, ein 45-jähriger Raucher (5 Zigaretten pro Tag) ohne Diabetes, stellte sich mit einer Wurzelfraktur in Zahn 45 vor, die auf Krafteinwirkung auf eine Metallgusskrone auf einer Wurzelstiftkappe zurückzuführen war. Die Krone war vom überweisenden Zahnarzt mehrere Male erfolglos neu zementiert worden. Zum Zeitpunkt der Vorstellung war im distalen Bereich der frakturierten Wurzel ein Knochensubstanzverlust (Abb. 1) entsprechend der bekannten Vorgeschichte zu verzeichnen.

In einer solchen Situation ist Geschwindigkeit von größter Bedeutung. Immer wenn ein Zahn extrahiert wird, insbesondere ein erkrankter oder frakturierter, verändern sich die Dimensionen des Knochens durch Remodelling während des Heilungsprozesses. Dies kann zu einem Substanzverlust von bis zu 50 Prozent führen [1], wovon ein erheblicher Teil auf die ersten vier Wochen entfällt.

Nach der atraumatischen Wurzelentfernung mit Periotomen und Dissektion mehrwurzeliger Zähne, um den

Knochenverlust zu reduzieren, konnte die Operationsstelle drei Wochen lang ausheilen. Während dieser Zeit kann das Weichgewebe den Bereich überwachen, sodass genügend Schutz zur Verfügung steht, wenn die Remodellierung der darunterliegenden Hartgewebe beginnt (Abb. 2).

Bei der nachfolgenden eng begrenzten Lappenbildung wurde darauf geachtet, die Papillen der benachbarten Zähne zu erhalten. Die Lappenbildung musste sehr vorsichtig erfolgen, weil angesichts der kurzen Einheilzeit das Weichgewebe



Abb. 1 Röntgenbild: Gespaltene Zahnwurzel und der daraus resultierende Knochenverlust

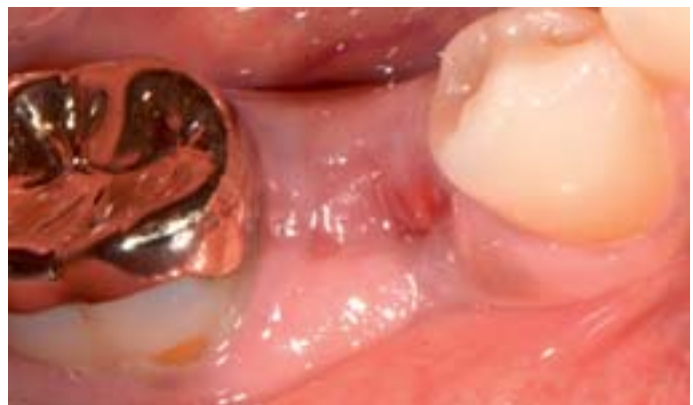


Abb. 2 Regio 45 drei Wochen nach der Extraktion

<sup>1</sup> Dr. Peter J.M. Fairbairn, 67 Earls Court Road, Kensington, London W8 6EF, Großbritannien, [Peterdent66@aol.com](mailto:Peterdent66@aol.com)

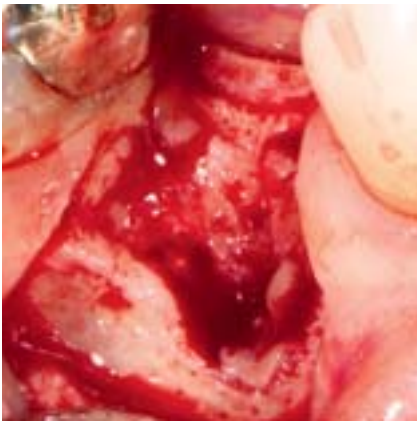


Abb. 3 Dank des eng begrenzten Lappens konnten die Papillen erhalten werden. Knochenabbau infolge der Wurzelspaltung.



Abb. 4 Röntgenbild: Vornahme der Osteotomie

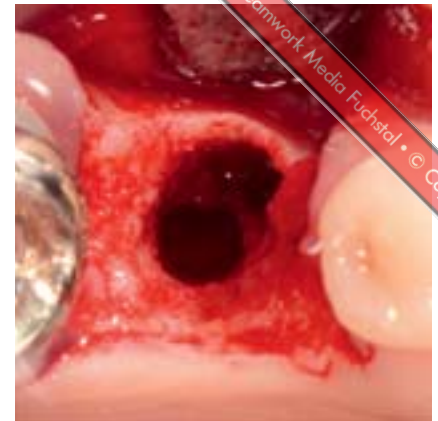


Abb. 5 Die Osteotomie ist nach lingual reponiert.



Abb. 6 Dio Biotit-H SM-Implantat



Abb. 7 Dio Biotit-H SM-Implantat in situ: Es ist zu wenig bukkale Kortikalis vorhanden.

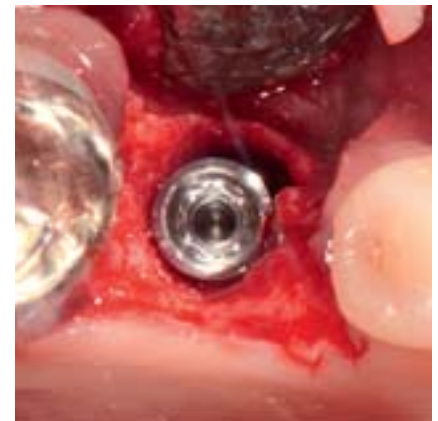


Abb. 8 Das Implantat befindet sich in seiner optimalen Position, sodass das Knochenersatzmaterial eingebracht werden kann. Der Osstell-ISQ-Wert beträgt 53.

noch sehr empfindlich war. Wie erwartet, wies der Patient einen distalen und bukkalen Knochenverlust mit umfangreicher Bildung von Granulationsgewebe auf (Abb. 3), das sehr aggressiv mit Handkürletten entfernt werden musste – ein vorbereitender Schritt, der in solchen Fällen unerlässlich ist.

Die Osteotomie erfolgte in der kurettierten Alveole unter Kühlung mit einer Kochsalzlösung mit dem Dio-SM-Implantatkit (Dio Implant Corporation, Busan, Korea) (Abb. 4). Sie folgte nicht dem Verlauf der Wurzel, sondern wurde etwas nach lingual verlegt, um so die endgültige Implantatposition für die spätere prothetische Versorgung zu optimieren

(Abb. 5). Beim Anheben des Lappens wurde eine nur dünne bukkale Kortikalis konstatiert. Eine solche Kortikalis kann geschädigt werden, wenn – wie in diesem Fall – die Blutzufuhr vom Periost unterbrochen wurde (die Blutzufuhr über das Desmodont endet mit der Extraktion). Ohne Aufbaumaterial würde weitere Knochensubstanz verloren gehen.

Das Implantat (Biotit-H SM, 4,5 x 10 mm; Dio Implant System Co., Busan, Korea), das mit Hydroxylapatit-Nanopartikeln beschichtet war (Abb. 6), wurde mit dem speziellen Schraubenzieher und einer Handratsche mit einem Drehmoment von 35 Nm festgezogen. Das Implantat wurde auf der Ebene des

benachbarten Knochen eingesetzt; das Ausmaß des Knochendefekts war gut zu erkennen (Abb. 7). Die Aufsicht zeigte die bukkolinguale Position für die prothetische Versorgung und den Raum zwischen der bukkalen Kortikalis und dem Implantat, in den das Augmentat eingebracht werden sollte (Abb. 8). Der Osstell-ISQ-Wert (Osstell, Göteborg, Schweden) betrug 53.

Sobald die Blutung spontan gestillt war, begann die Augmentation. Das verwendete Material war ein neues partikelförmiges Produkt namens EthOss (Regenamed, London, Großbritannien), eine Mischung aus  $\beta$ -Tricalciumphosphat ( $\beta$ -TCP, 65 Prozent) und Calciumsulfat

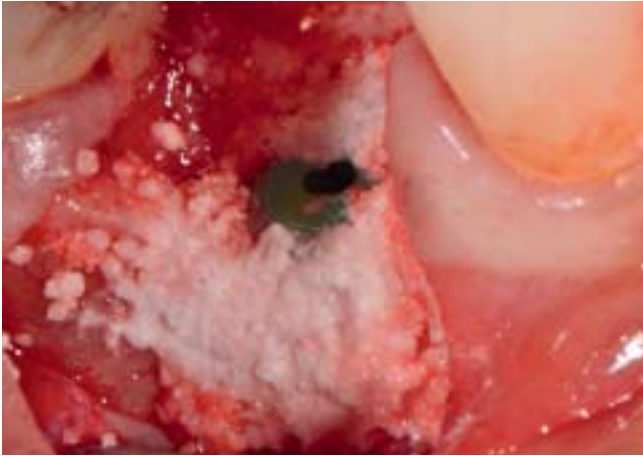


Abb.9 EthOss-materiell zur Knochenregeneration auf der bukkalen Seite

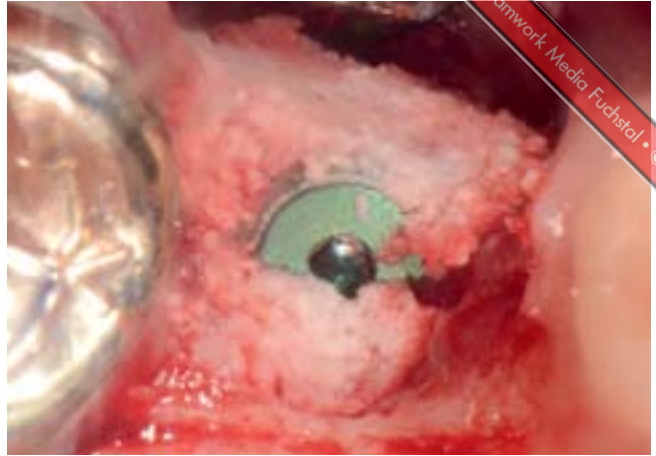


Abb.10 Augmentationsbereich von oben

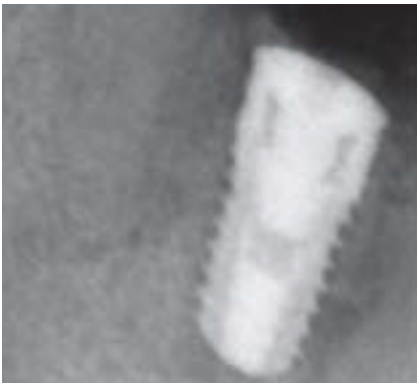


Abb.11 Röntgenbild: Implantat und Augmentationsmaterial



Abb.12a und 12b Gute Weichgewebe- und Kammheilung nach zehn Wochen

(CaSO<sub>4</sub>, 35 Prozent). Es wurde nach Herstelleranweisung durch Zugabe von Salz zum Spritzenräger und Benetzen des Pulvers mit anschließendem Extrudieren der überschüssigen Flüssigkeit (Zusammendrücken und Aufnahme durch einen sterilen Wattebausch) präpariert.

Die resultierende Paste wurde dann um das Implantat herum eingebracht und kondensiert (Abb.9) und innerhalb des Knochendefekts „ausgehärtet“ gelassen (was durch die CaSO<sub>4</sub>-Komponente erleichtert wurde). Dieses „Aushärten“ [14] dauert 2 bis 3 Minuten. Es ist darauf zu achten, nicht zu viel Material einzubringen (Abb.10); das Implantat darf nicht bedeckt sein. Bei zu viel Augmentat wäre auch ein spannungsfreier Lappenverschluss schwieriger; aufgrund der Eigenschaften des Materials ist das hier beschriebene Verfahren vollkommen aus-

reichend. Dies zeigte sich auch auf einem Röntgenbild, auf dem der Füllstand des Augmentats zu erkennen war (Abb.11).

Der Lappen wurde mit Vicryl-4.0-Nähten (Ethicon, Somerville, NJ, USA) spannungsfrei verschlossen. Nach fünf Tagen wurden die Nähte entfernt. Die biokompatiblen und bakteriostatischen Eigenschaften des Materials [11,12] sorgten für einen guten Heilungsprozess ohne Immunreaktion. In den vergangenen Jahren haben wir keine herkömmlichen Membranen (Kollagen oder ähnliches) mehr verwendet, wobei wir uns auf einschlägige Forschungsergebnisse bezogen [5, 10]. Wir sind der Meinung, dass Membranen den Heilungsprozess verzögern, und zwar nicht nur durch die Einschränkung der kritischen periostalen Blutversorgung, die so entscheidend für die Angiogenese ist, sondern auch durch die Einwirkung auf

die periostale Induktion der knochenmorphogenetischen Proteine (BMP) wie zum Beispiel Stromal Cell-Derived Factors [2].

Der routinemäßig vorgesehene Zeitraum für die Osseointegration und Knochenregeneration beträgt zehn Wochen selbst in Fällen, in denen nur eine geringe Primärstabilität erreicht wird. Es hat sich gezeigt [15], dass eine frühere Belastung eine sekundäre „Spitze“ im Knochenstoffwechsel mit funktionalem Knochenumbau bewirkt.

Die Heilung verlief ohne Zwischenfälle, und sowohl die Abmessungen als auch die befestigte Gingiva blieben erhalten (Abb.12a und 12b). Ein weiterer Lappen musste gebildet werden, um die Tagsschraube des Implantats freizulegen, was angesichts der umfangreichen Knochenregeneration bei Verwendung ▶





Abb.13 Das Röntgenbild zehn Wochen nach dem Einbringen des Materials zeigt ein erhöhtes Knocheniveau.

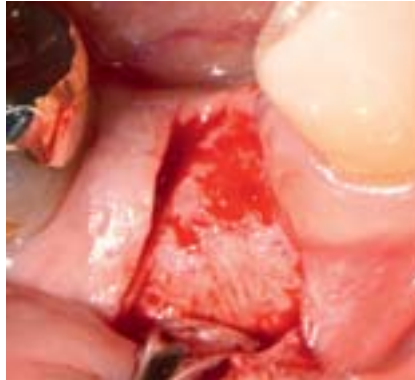


Abb.14 Unter dem Lappen sieht man nach zehn Wochen frisch regenerierten Knochen.



Abb.15 Ort der Kernprobennahme

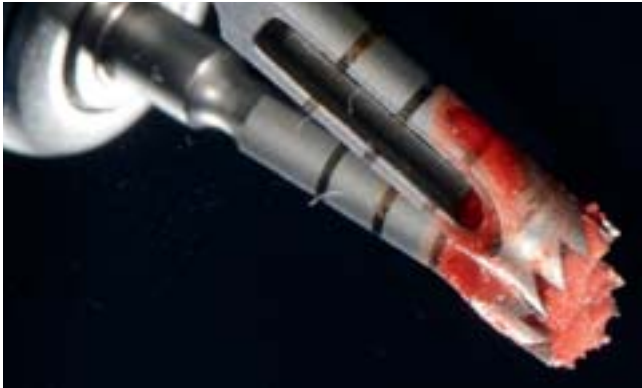


Abb.16 Die Kernprobe, die zur Eröffnung des Zugangs über dem Implantat entnommen wurde, wurde histologisch analysiert.

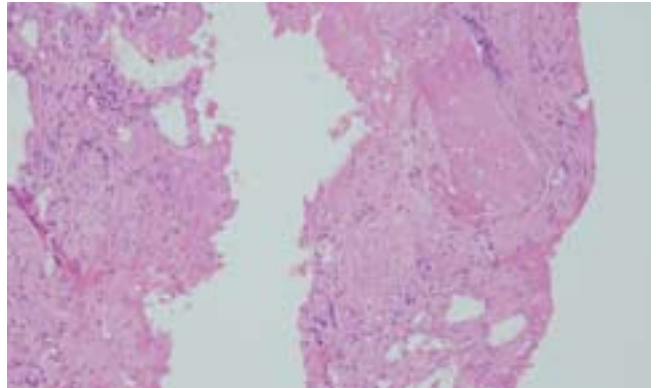


Abb.17 Die histologischen Tests wurden von Dr. C. Mangham durchgeführt.

dieser Materialien ein Problem sein kann, wie auch das Röntgenbild nach zehn Wochen zeigt (Abb.13).

Daher wurde nur ein eng begrenzter Lappen gebildet, wieder unter Erhaltung der angrenzenden Papillen, um den wäh-

rend der zehn Wochen der Regeneration neu gebildeten Knochen freizulegen. Es schien sich dabei um echte Knochensubstanz zu handeln, denn beim Anheben des Lappens waren Rupturen von Blutgefäßen zu verzeichnen (Abb.14). Der Bereich oberhalb der Deckschraube war mit

3 mm neuem Knochen bedeckt, trotz der Versuche, diesen Bereich von Knochenersatzmaterial freizuhalten. So hatten wir Gelegenheit, eine Kernprobe zu nehmen (Abb.15) und zu zeigen, dass sich oberhalb des Implantats 3 bis 4 mm neue bukkale Kortikalis gebildet hat. Die Probe wurde mit einer 2-mm-Trepan (Stoma Instruments, Emmingen, Deutschland) (Abb.16) entnommen und an das Robert Jones und Agnes Hunt Orthopaedic Hospital (Shropshire, Großbritannien) zur histologischen Untersuchung eingesandt.

Die Hämatoxylin-Eosin-Färbung wurde von Dr. C. Mangham durchgeführt und demonstrierte die Knochenneubildung mit  $\beta$ -TCP-Restpartikeln, knochenbildenden Zellen und Bindegewebe (Abb.17). Dies ermöglichte auch eine Messung des neuen Geflechtknochens nach zehn Wochen, die 50 Prozent ergab (Abb.18), ►

<p><b>MACROSCOPIC DESCRIPTION</b></p> <p>Fragment of <math>\gamma</math> bone measuring 2 x 2 x 2 mm.</p> <p><b>MICROSCOPIC DESCRIPTION</b></p> <p>Piece of tissue composed of both compact and trabecular woven bone within moderately cellular fibroblastic tissue. Both active fibroplasia and osseous production are underway. Multiple, variably sized "cavities" containing residual refractile granular graft material are present throughout the sample.</p> <p>Approximately 50% (overall) is induced woven bone. No pre-existing host lamellar bone is present.</p> <p>No significant inflammatory cell infiltrate is present.</p>
--

Abb.18 Histologiebericht, Robert Jones und Anger Hunt Orthopaedic Hospital, Großbritannien

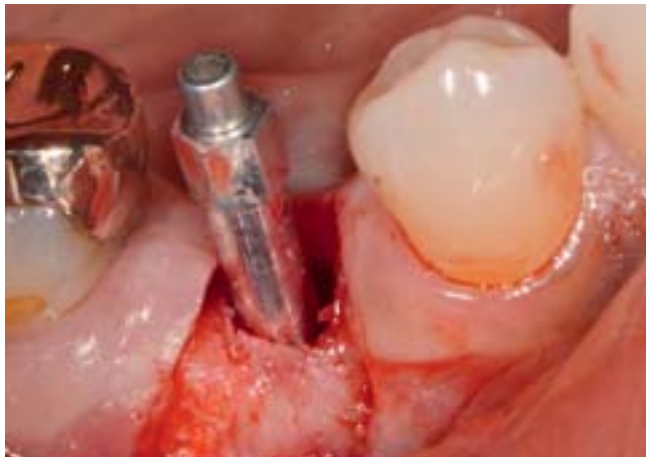


Abb.19 Der Osstell-Messzapfen zum Ablesen des ISQ-Werts.



Abb.20 Osstell-Messung bei der ersten Belastung

was auf eine mögliche Hochregulierung deutet [16]. Es lag eine relativ verringerte Menge Bindegewebe vor – entsprechend dem, was an einem Transplantationssitus zu erwarten ist [8].

Es wurde auch ein Osstell-ISQ-Wert unter Belastung ermittelt. Die neue Höhe des regenerierten Alveolarfortsatzes kann anhand der Tiefe des Osstell-Messzapfens (Typ 49; Osstell, Göteborg, Schweden) beurteilt werden (Abb.19). Die Ablesung erfolgte oberhalb des Zapfens; der Wert betrug 80 (Abb.20) und lag damit sehr hoch, was auf die reduzierte bindegewebige Komponente zurückzuführen gewesen sein kann.

Nach Anschluss einer Einheilkappe wurde der Lappen mit 5.0 Vicryl Rapide (Ethicon, Somerville, NJ, USA) vernäht und konnte eine Woche heilen, wobei zur Verbesserung der Weichgewebeheilung Gengigel aufgebracht wurde. Anschließend wurde ein Dio-Abutment (SACN 4845 T; Dio Implant System, Busan, Korea) aufgesetzt und mit 35 Nm festgezogen. Dieses wurde mit einer IPS e.max-Krone (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) versorgt, die mit Premier Implant Cement (Premier Dental, Plymouth Meeting, PA, USA) zementiert wurde. Dabei wurde darauf geachtet, alle Überschüsse in der Gel-Phase zu entfernen.

Der Patient stellte sich sechs Monate später zur Kontrolle erneut vor. Die Situ-

ation erschien funktionell wie ästhetisch zufriedenstellend, mit ausreichender befestigter Gingiva (Abb. 21), was von entscheidender Bedeutung für die langfristige Stabilität des Implantats ist. Auch radiologisch war die Lage sehr stabil, da das  $\beta$ -TCP weiter in Knochen umgesetzt wurde (Abb. 22). Die Absorption ist je nach den physiologischen Bedingungen nach 9 bis 16 Monaten abgeschlossen.

Der Zeitaufwand für die Erhaltung und Wiederherstellung der Stützhartgewebe für das Dentalimplantat konnte verkürzt werden, während gleichzeitig das Trauma verringert wurde.

Das beschriebene Verfahren hat Vorteile für Patienten und Zahnärzte gleichermaßen. Die Akzeptanz unseres Behandlungsprotokolls erhöht sich zusätzlich dadurch, dass es weder Fremdkörper noch entnommenes körpereigenes Material erfordert.

### Diskussion

Alloplastische Knochenersatzmaterialien in Partikelform für die Regeneration von Knochensubstanz gibt es schon seit mehr als 130 Jahren. Doch erst in den 1980er Jahren begannen Wissenschaftler, ihre Wirkungsweise besser zu verstehen [7]. Die Optimierung der  $\beta$ -TCP-Partikel in dem zweiphasigen EthOss-Material in Bezug auf Porosität,

Größe und Form in Übereinstimmung mit dem vorliegenden Protokoll kann eine Hochregulierung der Immunantwort innerhalb des Regenerationsprozesses fördern [2]. Das Material wirkt als Gerüst für die Regeneration und wird nach 9 bis 16 Monaten je nach Wirtsphysiologie [9] vollständig durch Makrophagen und Osteoklasten des Wirts absorbiert (oft histologisch innerhalb der verbleibenden  $\beta$ -TCP-Partikel zu erkennen) [13]. Auf längere Sicht bleibt nur noch der regenerierte Knochen bestehen, dessen Umsatz sich genauso gestaltet wie bei natürlichen Knochen; es handelt sich daher um eine echte Regeneration ohne verbleibende Fremdkörper [5].

Die Verwendung von bakteriostatischem  $\text{CaSO}_4$  [12], um das Transplantat zu stabilisieren, kann den Umbau von mesenchymalen Zellen zu Osteoblasten erhöhen, was zu einer Verbesserung der Qualität des regenerierten Knochens führt [6], wie Kernproben beweisen – auch bei weniger günstigen Positionen wie der in der vorliegenden Fallstudie. Die Zweiphasigkeit von EthOss fördert das Einsprießen von Gefäßen – das  $\text{CaSO}_4$  verhindert zunächst Wucherungen des Weichgewebes, wird aber nach drei bis sechs Wochen (je nach physiologischem Umfeld) resorbiert, und es entstehen größere Freiräume zwischen den Partikeln. Das Einsprießen und die Tatsache, dass eine traditionelle Membran nicht ▶



Abb.21 Nach sechs Monaten Belastung



Abb.22 Röntgenbild



Abb. 23a und 23b Ein ähnlicher Fall, dasselbe Protokoll, Profilverlust. Ausgangsbefund und Zustand nach sieben Jahren Belastung.

erforderlich ist [9, 10], verbessern die Angiogenese und somit die Knochenregeneration.

Wir sind der Meinung, dass die Anwesenheit von allogenen Hydroxylapatit (HA), ob vom Rind oder synthetisch, die Menge des regenerierten Knochens reduziert [8]. Über einen Zeitraum von zehn Jahren wurde festgestellt, dass das HA nicht von entscheidender Bedeutung für den Kammerhalt ist, wenn ein Implantat inseriert und belastet wurde (Abb.23 a und 23b).

Der hier beschriebene Fall wurde bereits 2011 im EDI Journal vorgestellt [4]. Das

Implantat ist seit sieben Jahren ohne Knochenprofilverlust in Funktion, trotz Problemen mit dem angrenzenden mittleren Schneidezahn.

### Schlussfolgerung

Mit den hier beschriebenen Materialien konnten nach unserem Protokoll über einen längeren Zeitraum beeindruckende Ergebnisse erzielt werden, wobei der chirurgische Eingriff und das resultierende Trauma geringer ausfallen konnten. Entscheidend für die Erfolge könnte die Tatsache sein, dass hier strikt innerhalb der Heilungsphase des Wirtsgewebes gearbeitet wird.

Wir versuchen derzeit tierexperimentell weitere Erkenntnisse (auch im Vergleich zu autologem Knochen und fließfähigen Knochenersatzmaterialien) und ein noch besseres Verständnis von diesen interessanten Materialien und deren Eigenschaften zu gewinnen. ■



Die Literatur-Liste erhalten Sie mithilfe des links stehenden QR-Codes oder unter [www.teamwork-media.de](http://www.teamwork-media.de)