

Die Alveolarkammprävention nach Zahnextraktionen

Schlüssel zum ästhetischen und funktionellen Erfolg dentaler Implantate!

Dr. Dr. Rolf Briant, Köln

Allein in Deutschland werden im Jahr etwa 14 Millionen Zähne extrahiert. Nach Zahnverlust kommt es zu einem unterschiedlich stark ausgeprägten Knochenkollaps. Mit der Atrophie des Alveolarknochens verschlechtern sich neben dem ästhetischen Erscheinungsbild vor allem die Voraussetzungen sowohl für jede implantologische als auch für andere Formen prothetischer Rehabilitationen. Augmentative Maßnahmen zur Verbesserung der Funktion und der Ästhetik sind daher häufig notwendig und intensivieren den finanziellen, vor allen Dingen aber auch den chirurgischen Aufwand im Sinne invasiver Operationsmethoden. Die gezielte Alveolarkammprophylaxe unmittelbar nach Zahnextraktionen ist ein probates Mittel, Patienten diese aufwendigen (da invasiven) Folgebehandlungen zu ersparen. (Schmidlin, P.R.; Jung R.E.; Schug, J., Zürich 2004)

Die Wiederherstellung der orofazialen Harmonie nach Zahnverlust hat sich – insbesondere unter dem Aspekt ästhetischer implantatgestützter Rekonstruktionen – zu einem der wichtigsten Behandlungsziele moderner Zahnheilkunde entwickelt. In diesem Zusammenhang kommt dem tiefen Verständnis der Vorgänge innerhalb und außerhalb einer heilenden Extraktionsalveole entscheidende Bedeutung zu.

Die Prozesse, die in einer heilenden Extraktionsalveole ablaufen, wurden bereits 1960 und 1969 von Amler an humanen Biopsien und 1969 von Hübsch und Mitarbeitern tierexperimentell untersucht. In diesen Studien wurden die grundlegenden biologischen Vorgänge geklärt: Bildung eines Blutkoagulums direkt nach Zahnextraktion, welches initial von Granulationsgewebe und schließlich nach etwa sechs bis acht Wochen durch Geflechtknochen ersetzt wird. Ein kompletter epithelialer Verschluss der Extraktionsalveole kann nach etwa vier bis sechs Wochen erwartet werden. Eine präzisere Beschreibung der Vorgänge wurde durch tierexperimentelle Untersuchungen von Cardaropoli und Mitarbeitern geklärt. Sie entnahmen Biopsien von heilenden Extraktionsalveolen zu verschiedenen Zeitpunkten. Auch sie berichten über die Bildung eines Blutkoagulums, welches innerhalb von sieben Tagen zu einer provisorischen Matrix umgewandelt wurde. Diese provisorische Matrix, bestehend aus Blutgefäßen, pluripotenten Zellen und kollagenen Fasern, wird in der weiteren Heilungsphase schrittweise durch Geflechtknochen ersetzt. Im koronalen Bereich der knöchernen Extraktionsalveole bildet sich ein hartgewebiger Abschluss zur Mundhöhle aus lamellärem Knochen. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass der Geflechtknochen im zentralen Anteil der ehemaligen Extraktionsalveole im weiteren Verlauf wieder resorbiert und zu Knochenmark umgewandelt wird. Dies deutet darauf hin, dass es bei fehlender physiologischer Krafteinwirkung zu einer Resorption des neu gebildeten Geflechtknochens kommt und nur die knöcherne Begrenzung zur Mundhöhle aus lamellärem Knochen erhalten bleibt.

Nachfolgende tierexperimentelle Studien befassen sich genauer mit den biologischen Vorgängen an der inneren knöchernen Alveolenwand. So fanden Araújo und Mitarbeiter, dass die anatomische Struktur des Bündelknochens entscheidend an den Heilungsvorgängen einer Extraktionsalveole beteiligt ist. Der Bündelknochen ist der Anteil des Alveolarknochens, in den die parodontalen Fasern (Sharpey'sche Fasern) einstrahlen. Er ist entwicklungsgeschichtlich und funktionell somit Teil des Zahnhalteapparates. Es konnte gezeigt werden, dass bereits zwei Wochen nach Zahnextraktion der komplette Anteil des Bündelknochens einer Extraktionsalveole nicht mehr nachweisbar war. Dies kann insbesondere auf der vestibulären Seite weit reichende Konsequenzen haben: Häufig stehen beispielsweise obere Frontzähne sehr prominent im Alveolarkamm mit der Folge einer nur sehr dünnen vestibulären Knochenlamelle. Da immer ein gewisser Anteil der inneren Alveolenwand aus Bündelknochen besteht, können z.B. dünne parodontale Biotypen vestibuläre Lamellen aufweisen, die vollständig aus Bündelknochen zu bestehen scheinen. Die aktuelle Literatur deutet darauf hin, dass es in solchen Fällen nach Zahnextraktion zu einer vollständigen Resorption dieses Anteils des Zahnhalteapparates kommt. Die orale Knochenwand ist demgegenüber meist ausreichend dick und besteht neben dem schmalen Anteil des Bündelknochens hauptsächlich aus dem Alveolarknochen selbst, der keine funktionelle Verbindung zur Zahnwurzel aufweist und daher kaum resorptiven Prozessen unterworfen ist.

Die komplette oder partielle Resorption der vestibulären Lamelle hat, neben einem vertikalen Verlust an knöcherner Begrenzung, auch Konsequenzen für die mechanische Stützung des benachbarten Weichgewebes. Durch den Wegfall des darunter liegenden stabilisierenden Knochens kommt es zu einem Kollaps des vestibulären Weichgewebes in die Extraktionsalveole mit der Folge eines verkleinerten Raumes zur knöchernen Regeneration und daher einer Abnahme der vestibulo-orale Breite des Alveolarkamms. Der ausgeprägte horizontale Gewebeverlust nach Zahnextraktion konnte in klinischen Studien nachgewiesen werden. Schropp und Mitarbeiter untersuchten heilende Extraktionsalveolen in den oberen und unteren Seitenzahnbereichen über Studienmodelle und bei Zweiteingriffen und konnten eine Abnahme der vestibulo-orale Knochenbreite innerhalb von zwölf Monaten um etwa 50 Prozent nachweisen. Zwei Drittel dieser Veränderungen entfielen hierbei auf den vestibulären Bereich. Das heißt, zwölf Monate nach Zahnextraktion war die Breite des Alveolarkammes um die Hälfte reduziert, wobei der Schwerpunkt der volumetrischen Alteration auf der vestibulären Seite lag.

Es kann daher gefolgert werden, dass besonders bei dünnen parodontalen Biotypen massive vestibulo-orale Dimensionsveränderungen nach Zahnextraktion erwartet werden müssen. Als einer der Hintergründe hierfür muss der komplette oder partielle Verlust der vestibulären Lamelle angeführt werden. (Fickl, S.; Kerschull, M., New York, Thalmair, T., MCN, 2008)

Generell wird die Alveolarkammatrophie im Oberkiefer als zentripetal (von vestibulär nach oral), im Unterkiefer als zentrifugal (von oral nach vestibulär) beschrieben. Das damit verbundene Resorptionsmuster führt intermaxillar zu ungünstigen sagittalen und transversalen Verhältnissen (Cawood + Howell 1988, Adell et al. 1990), wodurch die prothetische Versorgung erschwert wird. Zudem wird eine implantologische Versorgung durch mangelnde Knochenmasse behindert. (Eufinger et al. 1997), (Schmidlin, P.R.; Jung, R.E.; Schug, J., Zürich 2004).

Wird eine Extraktionswunde also ohne gezielte Therapie der Spontanheilung überlassen, müssen Resorptionen zwangsläufig in Kauf genommen werden. Um eben dies zu verhindern, soll mithilfe der Kieferkammprävention (ridge/socket preservation) die Anatomie des Alveolarfortsatzes möglichst dauerhaft bewahrt werden. Die Anforderungen an das einzusetzende Material sind vielfältig: Die niedrige Sauerstoffspannung im Operationsgebiet reduziert die Osteoblastenproliferation und versetzt sie in einen Zustand der reversiblen Ruhe. Darüber hinaus scheint die pH-Absenkung zu Beginn der Wundheilung einen stimulierenden Einfluss auf die Osteoklastenaktivitäten zu bewirken, die den Knochenabbau forcieren (RANK/RANKL System). Eine bakterielle Infektion bei Beginn des Heilungsprozesses stört den konsekutiven Ablauf der Wundheilungsphasen erheblich und induziert eine Stagnation der inflammatorischen Phase. Die Persistenz von inflammatorischen Zellen mit den Umgebungsfaktoren negatives pH, Hypoxie, usw. wirkt zerstörerisch auf den Funktionserhalt der eingebrachten Matrix. Eine Stimulierung der akuten Entzündungsreaktion während der Wundheilung sollte deshalb unbedingt unterbleiben. Insbesondere sollten die phagozytären Aktivitäten der neutrophilen Granulozyten und der Makrophagen nicht zusätzlich durch die eingebrachte Matrix angeregt werden. Es hat sich gezeigt, dass offensichtlich die qualitativen Eigenschaften der Matrix eine wesentliche Rolle spielen (Uhr, G., Leipzig 2007).

Eine geeignete Matrix ist phasenreines β -TCP ad modum easy-graft™ (DS Dental Degradable Solutions AG, Zürich) in einer Fraktion von 500-630 μ m für Parodontaldefekte und einer solchen von 500-1000 μ m für größere Defekte, wie Resektionshöhlen, Zysten, Extraktionsalveolen, Augmentationen und Sinusbodenelevationen. Die Granula weisen eine Mikroporosität von > 50% auf, Porengröße \approx 5 μ m. Um die Platzierung im OP-Situs zu vereinfachen (Schwierigkeiten bei der Befüllung des Defektes, Verlust von Granula, Notwendigkeit einer Membranplatzierung), sind die Granula mit einem Polylaktid-co-Glycolid (PLGA) vollständig homogen (Schichtdicke 10 μ m) gecoatet. Das (PLGA) β -TCP wird zunächst mithilfe eines pharmakologischen Lösungsmittels (Biolinker N-Methyl-2-Pyrrolidon-Lösung) im mitgelieferten Mischapplikator in plastischen Zustand überführt und anschließend unmittelbar aus dem Applikator in den OP-Situs eingebracht (Abb. 1-3).



Abb. 1



Abb. 2



Abb. 3

Durch Kontakt mit dem Blut härtet das Material aus und bildet einen passgenauen Formkörper, der exakt der Form des Defektes entspricht und damit optimalen Knochenkontakt hat. Easy-graft™ ist unter Beibehaltung seiner Porosität nach etwa zwei Minuten mechanisch stabil und wirkt an der Oberfläche wie eine Membran, so dass epitheliales Tiefenwachstum ausgeschlossen ist. Gleichzeitig dient das PLGA-Coating der Abwehr bakterieller Infektionen. Die poröse Struktur der β -TCP Composites saugt das Blut in seine Poren, wo es „trocknet“ und den Blutfluss stoppt (Abb. 4).

Blood Uptake

- 1 The biomaterial takes up blood which enhances bone regeneration



Abb. 4

Auf diese Weise wird mittels easy-graft™ die Komplikation einer möglichen Nachblutung unterbunden. Der Chemismus der Überführung der Granula in plastischen Zustand und die anschließende Aushärtung (mechanische Stabilisierung) läuft dabei wie folgt ab (Abb. 5):

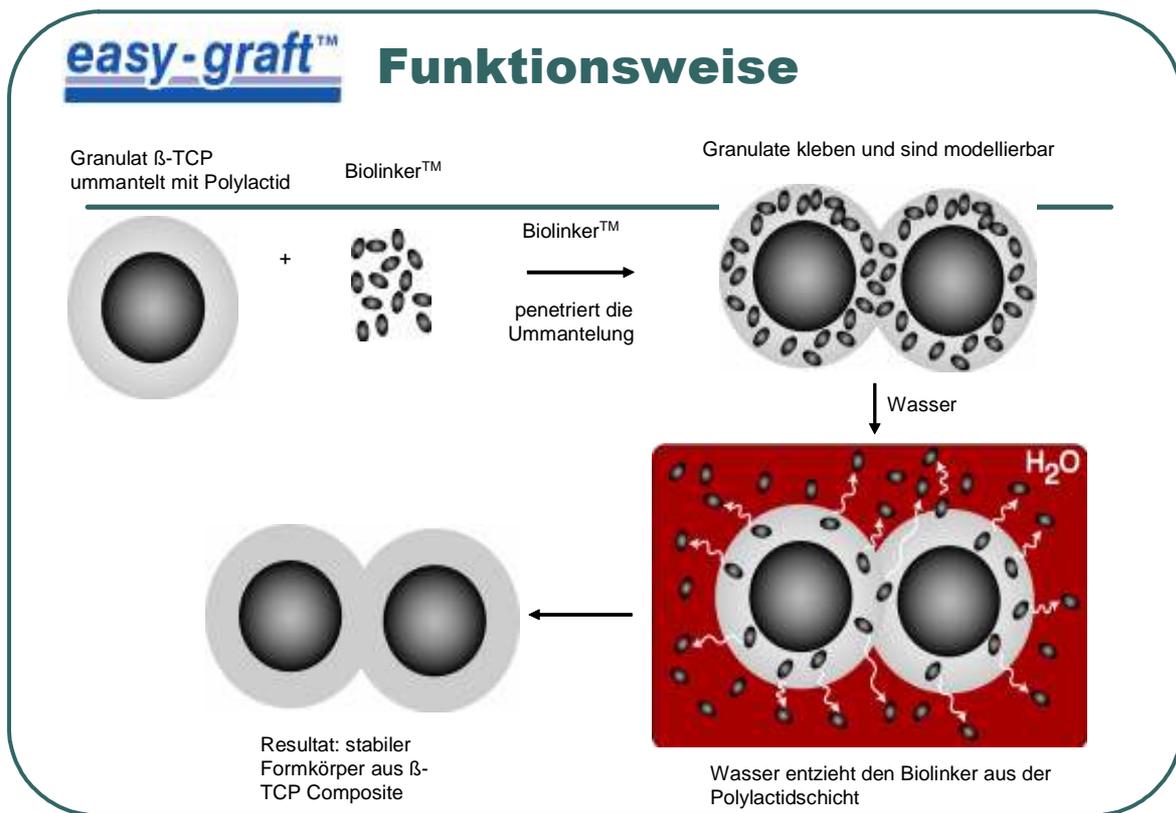


Abb. 5

β -TCP coated mit PLGA + Biolinker

Biolinker penetriert das Coating
Granulate kleben und sind modellierbar
Flüssigkeit (H_2O) aus dem OP-Situs entzieht den Biolinker aus der PLGA-Schicht
Stabiler Formkörper aus β -TCP Composite passgenau im Defekt mit optimalem Knochenkontakt bei erhaltener Porosität des Ausgangsproduktes

Die Resorption verläuft anschließend in zwei Schritten weitestgehend zeitgleich mit dem Remodelling des Knochens:

1.) Degradation des PLGA-Coatings:

Das resorbierbare Polymer wird hydrolysiert und über den Zitronensäurezyklus als H₂O und CO₂ ausgeschieden. Zeitdauer ca. 3-4 Wochen.

2.) Degradation des β -TCP:

Physiologisches Lösen in Körperflüssigkeiten und direkter zellulärer Angriff. Umwandlung in Lamellenknochen in etwa 9-15 Monaten (abhängig von der Empfängerkonditionierung).

Auf Grund der klinischen und histologischen Erfahrungen des Autors läuft der Prozess nach molekularbiologischer Vorbehandlung deutlich schneller ab (König/Neuschulz/Briant 2006 – *Sanfte Implantologie*[®] – die Bedeutung der mitochondrialen Funktionsfähigkeit für Regeneration und Heilungsrate bei dentalen Implantaten), so dass in der Praxis nach etwa 2-3 Monaten in das Substrat implantiert wird.

Unter dem Aspekt Sofortversorgung/Sofortbelastung sind allerdings im Hinblick auf den Erhalt des alveolären Knochens noch weitere entscheidende Parameter zu beachten. Nur bei ausreichend stabilen Knochenverhältnissen – besonders dann, wenn Knochenmasse durch augmentative Maßnahmen gewonnen wurde – sind die Anforderungen an die Weichgewebestabilität, und damit an die rote Ästhetik, zu erfüllen. Der wichtigste Faktor dabei ist die biologische Breite (BB). Unter der BB versteht man die Höhe des supracrestalen Weichgewebes, welches sich zusammensetzt aus dem Saume epithel und den supracrestalen dentogingivalen Fasern (Gargiulo et al. 1961). Die BB ist also die Distanz, die im Durchschnitt nötig ist, damit das Weichgewebe oberhalb des Knochens einen bakteriendichten Verschluss ausbilden kann. Wird diese Distanz – vom Restaurationsrand aus gesehen – nicht eingehalten, wird der Knochen soweit wieder abgebaut, bis sich diese Distanz wieder einstellt. Die biologische Breite beträgt um natürliche Zähne ca. 2mm, um Implantate ca. 3mm.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt ist der „Dentogingivale Verbund“. Hierbei handelt es sich um den Abstand zwischen Gingivarand und Knochen, wobei man den Unterschied zwischen den Fazialflächen und den Interproximalräumen berücksichtigt, fazial ca. 3mm, interproximal ca. 4,5-5,5mm (Kois et al. 1996). Das Knochenniveau ist die Grundlage für das supracrestale Weichgewebe. Dies bedeutet, der Weichgewebeerhalt ist vorhersagbar nur mit entsprechender Knochenunterstützung möglich (Christgau, M. 2006).

Untersuchungen zur Papille an Einzelimplantaten wurden von Choquet et al. 2001 und von Kan et al. 2003 publiziert, während Tarnow et al. 2003 Untersuchungen an mehreren benachbarten Implantaten vorlegte.

Zusammengefasst ist festzustellen, dass für den Erhalt oder die Existenz der interdentalen Papille der interdental vertikale Knochenhalt entscheidend ist.

Bei einem Abstand von $> 3\text{mm}$ ist das interdental Knochenniveau zu erhalten, bei einem Abstand von $< 3\text{mm}$ geht es verloren (Christgau, M. 2006).

Deshalb ist bei der Planung der Implantatposition unbedingt der Mindestabstand zu beachten:

Zwischen Zahn und Implantat $\geq 1,5\text{mm}$ (Esposito et al. 1992)

Zwischen Implantat und Implantat $\geq 3\text{mm}$ (Tornow et al. 2000)

Dieses Wissen sollte bei der Auswahl der Implantatpositionen, der Implantatanzahl und den Implantatdurchmessern grundsätzlich Berücksichtigung finden.

Vor dem Hintergrund dieser Erkenntnisse ist das OP-Protokoll Sofortversorgung/Sofort-belastung auch in augmentativ regenerierten Knochenarealen im Sinne einer ridge/socket preservation problemlos umsetzbar. Beachtet werden sollten hierbei die Ergebnisse der Arbeiten von Nentwig und Briant (Nentwig, G.H., Sofortversogung, Sölden 2008; Briant, R., Funktionsorientierte Implantologie 2007, Sölden 2008).

Das klinische Vorgehen mit easy-graft™ soll im Folgenden an einigen Beispielen erläutert und dargestellt werden (Abb. 6-44):

Pat. ♀ 47 Jahre



Abb. 6
OPG der Ausgangssituation



Abb. 7
Einbringen des β -TCP Composites in den Op-Situs (ridge prevention)



Abb. 8+9
Klinisches Bild nach Kondensation und Aushärtung



Abb. 10
Klinisches Bild 4 Wochen post op.
nach molekularbiologischer Vorbehandlung



Abb. 11
OPG 3 Monate post op
Knochenlager implantatfähig

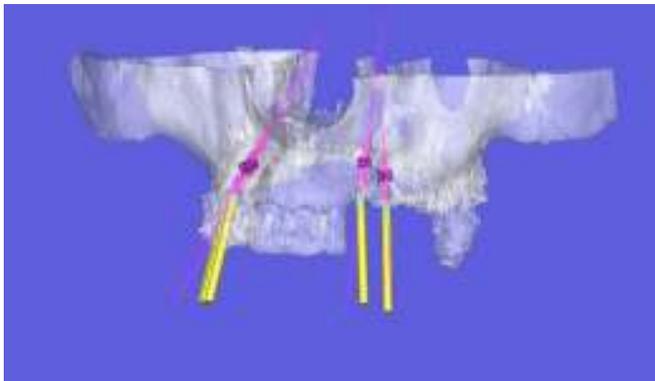


Abb. 12
CT vor Implantation 3 Monate post op.
D: 1025-1291 HU



Abb. 13
Implantate in Position; beachte die biologische Breite (3mm) und den interproximalen Abstand zum Erhalt der Papillen (≥ 3 mm)



Abb. 14
Definitive Rekonstruktion 14 Tag post op.

Pat. ♀ 56 Jahre



Abb. 15
OPG der Ausgangssituation



Abb. 16
Einbringen des β -TCP Composites in den OP-Situs (ridge prevention)



Abb. 17
Klinisches Bild 2 Tage post op.



Abb. 18
Klinisches Bild 4 Wochen post op. nach molekularbiologischer Vorbehandlung



Abb. 19
OPG 2,5 Monate post op.
Knochenlager implantatfähig

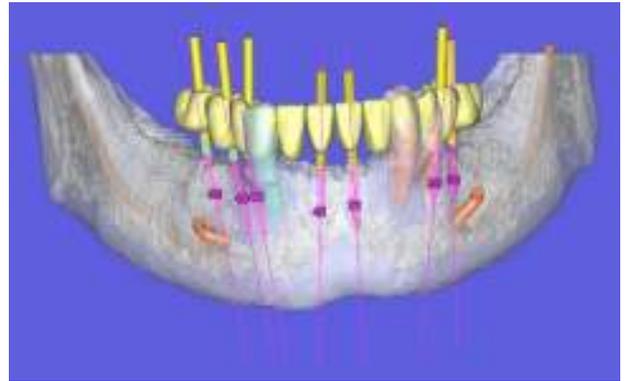


Abb. 20
CT vor Implantation 2,5 Monate post op.
D: 1032-1420 HU

Pat: ♀ 53 Jahre

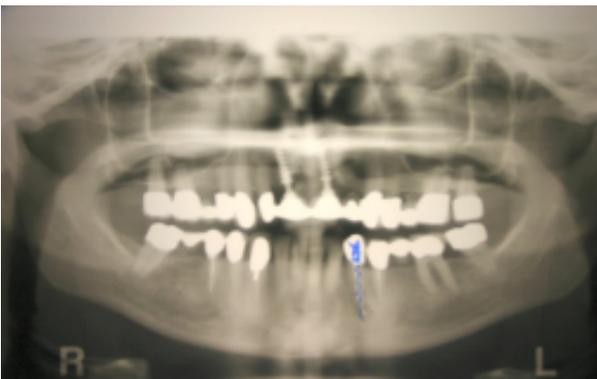


Abb. 21
OPG der Ausgangssituation



Abb. 22
Klinischer Zustand 4 Wochen post op. nach
molekularbiologischer Vorbehandlung

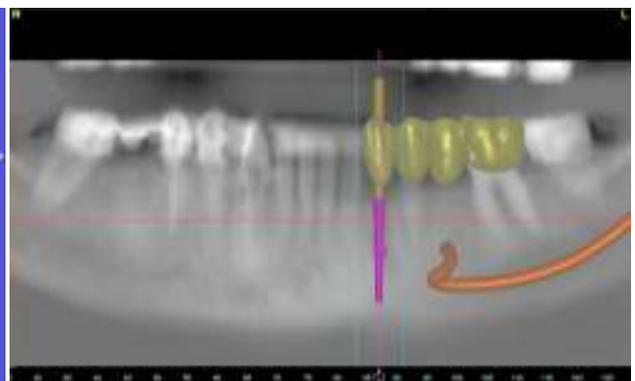
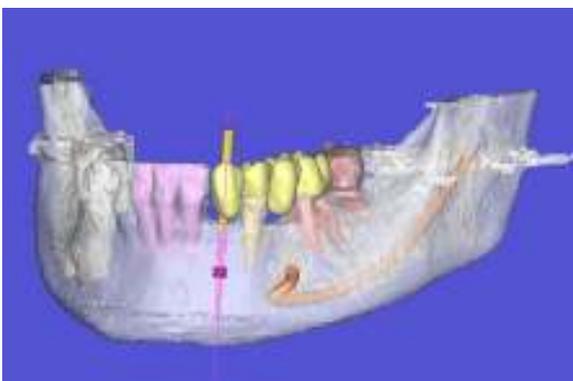


Abb. 23 + 24
CT vor Implantation 2,5 Monate post op.
D: 1873 HU



Abb. 25
Klinischer Zustand vor Implantation



Abb. 26
OP-Schablone in Position



Abb. 27
Laterale Knochenkondensation des
Implantatlagers mittels Piezo



Abb. 28
Implantat in Position; beachte die biologische
Breite (3mm) und den interproximalen Abstand
zum Erhalt der Papillen (≥ 3 mm)



Abb. 29
OPG post op.



Abb. 30
Eingliedertes Provisorium
1 Tag post op.



Abb. 31
Definitive Rekonstruktion 9 Tage post op.

Pat. ♀ 73 Jahre



Abb. 32
OPG der Ausgangssituation



Abb. 33
Einbringen des β -TCP Composites in den OP-Situs (socket prevention)



Abb. 34
Klinisches Bild 1 Tag post op.



Abb. 35
Klinisches Bild 3 Wochen post op.
nach molekularbiologischer Vorbehandlung



Abb. 36
OPG 2,5 Monate post op.
Knochenlager implantatfähig

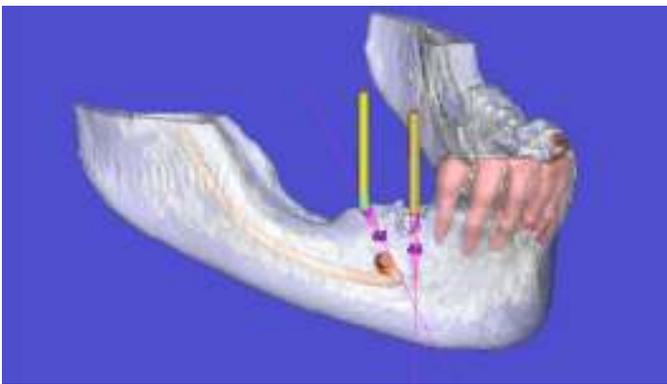


Abb. 37
CT vor Implantation 2,5 Monate post op.
D im crestalen Bereich 1113 HU
Beachte das interproximale Knochniveau



Abb. 38
Differentialdiagnostische Festlegung
der Implantatpositionen



Abb. 39
OP-Schablone in Position



Abb. 40
Platzierung der Bleeding Points



Abb. 41
Laterale Knochenkondensation der
Implantatlager mittels Piezo



Abb. 42
Implantate in Position; beachte die biologische
Breite (3mm) und den interproximalen Abstand
zum Erhalt der Papillen ($\geq 3\text{mm}$)



Abb. 43
Eingegliedertes Provisorium 1 Tag post op.



Abb. 44
Definitive Rekonstruktion 14 Tag post op.

Easy-graft™ hat sich in der Praxis des Autors bisher ausgezeichnet für die Kieferkammprävention (ridge/socket prevention) bewährt, insbesondere auch wegen der systemimmanenten Membranfunktion, die zusätzliche Lappen-/Membranoperation im Hinblick auf minimalinvasive Behandlungsmethoden (*Sanfte Implantologie*®) entbehrlich macht.

Material und Methoden:

- Implantate: K.S.I- Bauer-Schraube
(K.S.I.-Bauer-Schraube GmbH, Eleonorenring 14, 61231 Bad Nauheim)
- KN-Regeneration: easy-graft™
(DS Dental Degradable Solutions AG, Wagistr. 23, CH-8952 Schlieren/Zürich)
- CT-Auswertung: Simplant
(www.materialisedental.de)
- Piezochirurgie: mectron Deutschland Vertriebs GmbH
(www.mectron.de)

Literatur beim Verfasser

Kontaktadresse:

Dr. Dr. Rolf Briant

Implantatcenter Köln

Hohenzollernring 22-24, 50672 Köln

Tel. 0221/254662

Fax 0221/2570836

Email info@dr-briant.de

www.dr-briant.de

www.sanfite-implantologie.de

usw., usw.