

Die langsam ablaufenden Prozesse der gesteuerten Geweberegeneration stehen scheinbar im Widerspruch zur Beschleunigung der Implantattherapie. Sie eignen sich aber zur Kombination mit der Sofortimplantation und der Sofortbelastung und führen so schneller zum Erfolg.

# GTR und GBR: Schlüssel zu schneller Patientenversorgung

Autor: Dr. Tobias Hahn

Die Regeneration von Knochengewebe basiert auf den folgenden Mechanismen (Abb.1)<sup>11,23,45</sup>: Bei der *Osteogenese* kommt es durch die Verpflanzung von vitalen körpereigenen (autogenen) knochenbildenden Zellen zur Knochenneubildung.

Der Prozess, der die Osteogenese auch ohne die Verpflanzung von Osteoblasten induziert, wird *Osteoinduktion* genannt. Unter dem Einfluss von Knochenmatrixproteinen, den sogenannten *bone morphogenetic proteins* (BMPs) differenzieren pluripotente mesenchymale Zellen in der näheren Umgebung des Knochendefekts in knochenbildende Zellen.

tion, GBR). Dadurch kommt es zur gezielten Förderung der Proliferation potenziell regenerativer Zelltypen, wie z.B. Osteoblasten oder Zementoblasten.<sup>8,13,16,17,19</sup>

## Wirkungsmechanismen von Knochentransplantaten und Ersatzmaterialien

Für die knöcherne Regeneration bestehender Defekte werden Materialien unterschiedlichen Ursprungs verwendet (Tabelle 1). Hinsichtlich der Vitalität von verpflanzten Knochenzellen unterscheidet man zwischen

vom gleichen Individuum entnommen. Aufgrund der Verpflanzung vitaler Osteoblasten stellen körpereigene Knochentransplantate auch heute noch den Goldstandard dar. Der Anteil vitaler Osteoblasten, welche für die Knochenregeneration in erster Linie verantwortlich sind, hängt sowohl von der Entnahmeregion, der Entnahmetechnik, der Lagerung als auch von der Qualität des Empfängergerüsts ab.

Allogene Implantate stammen von einem anderen Individuum der gleichen Spezies und enthalten keine vitalen Zellen. Im klinischen Alltag handelt es sich meist um humane Knochenimplantate, welche als Knochenpulver oder -späne angeboten werden und aufgrund ihrer Demineralisation die osteoinduktiv wirksamen BMPs abgeben (z.B. Grafton). Humane demineralisierte Knochenimplantate werden in der Regel komplett im Empfängerlager abgebaut und durch induzierten Empfängerknochen ersetzt.

Xenogene Knochenimplantate stammen von einer anderen Spezies (z.B. Bio-Oss) und enthalten in der Regel keine organischen Anteile. Hier macht man sich die poröse Grundstruktur des Ausgangsgewebes als osteokonduktive Leitstruktur zunutze. Bei einem alloplastischen Knochenersatzmaterial handelt es sich entweder um vollsynthetisch hergestellte Biomaterialien (z.B. easy-graft) oder um xenogene Gewebearten bzw. Gerüstbausteine, welche einer ausgiebigen physikalischen oder chemischen Bearbeitung unterzogen wurden (z.B. Algi-pore).<sup>24,41</sup>

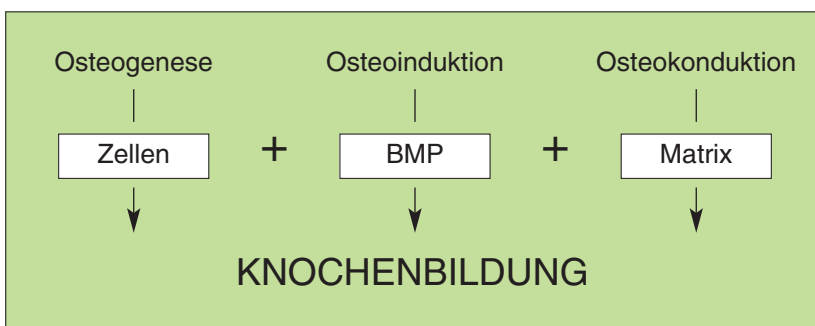


Abb. 1: Die Grundprinzipien der Knochenbildung.

Unter *Osteokonduktion* versteht man die Implantation einer porösen Leitstruktur, in die das umgebende Knochengewebe hineinwachsen kann.

Um diese langsam ablaufenden Prozesse der Knochenregeneration vor schnell einwachsenden gingivalen Epithelzellen zu schützen, wird das Wundgebiet mit einer mechanischen Barriere geschützt (guided bone regenera-

Knochentransplantaten und Knochenimplantaten.

Knochentransplantate bezeichnen frisch entnommenes, vitales Knochengewebe, Knochenimplantate sind dagegen grundsätzlich devitale Materialien organischen oder synthetischen Ursprungs.

Bei autogenen (autologen) Knochenimplantaten (Eigenknochen) wird das Gewebe

INTERNATIONALES SYMPOSIUM  
**OSTEOLOGY  
 CANNES**

14. – 16. APRIL 2011



CLINICAL EXCELLENCE,  
 RISK FACTORS AND  
 COMPLICATIONS IN  
 REGENERATIVE DENTISTRY



**Posterpräsentation**

Einreichen der Abstracts ab  
 1. Juli 2010 bis 15. Dezember 2010 unter  
[www.osteology-cannes.org](http://www.osteology-cannes.org)

**Sprache**

Englisch  
 Simultanübersetzung: Deutsch, Französisch, Italienisch  
 (weitere Sprachen abhängig vom Registrierungsstand)

**Veranstaltungsort**

Palais des Festivals et des Congrès, Cannes, Frankreich

**Organisation**

Osteology Stiftung  
 Landenbergstrasse 35  
 6002 Luzern | Schweiz  
 Tiziana Dotta | Nathalie Huber | Astrid Wicki  
 Tel. +41 41 368 44 44  
 Fax +41 41 492 67 39  
[info@osteology.org](mailto:info@osteology.org)

[www.osteology-cannes.org](http://www.osteology-cannes.org)

**Referenten | Moderatoren**

David Abensur | Karl-Ludwig Ackermann | Hadi Antoun | Maurício Araújo |  
 Sofia Aroca | Zvi Artzi | Jürgen Becker | Tord Berglundh | Juan Blanco |  
 Franck Bonnet | Philippe Bouchard | Rino Burkhardt | Dieter Busenlechner |  
 Daniel Buser | Vivianne Chappuis | Stephen Chen | Michael Christgau |  
 Massimo De Sanctis | William V. Giannobile | Reinhard Gruber | Ueli Grunder |  
 Christoph Hämmerle | Federico Hernández Alfaro | Gerhard Iglhaut | Sören  
 Jepsen | Ronald E. Jung | Niklaus P. Lang | Jan Lindhe | Eli Machtei | Carlo  
 Maiorana | Friedrich W. Neukam | Myron Nevins | Franck Renouard | Stefan  
 Renvert | Isabella Rocchietta | Eric Rompen | Giovanni Salvi | Mariano Sanz |  
 Markus Schlee | Frank Schwarz | Anton Sculean | Massimo Simion | Paul  
 Stone | Simon Storgård Jensen | Hendrik Terheyden | Tiziano Testori | Istvan  
 Urban | Pascal Valentini | Fabio Vignoletti | Wilfried Wagner | Georg Watzek |  
 Ion Zabalegui | Giovanni Zucchelli

**Wissenschaftlicher Vorsitz**

INTERNATIONAL Daniel Buser, Schweiz  
 Mariano Sanz, Spanien  
 NATIONAL Franck Bonnet, Frankreich  
 Pascal Valentini, Frankreich

**Registrierung: Ab Oktober 2010**

TERMINUS	DEFINITION	BEISPIEL
<b>Autogenes Knochentransplantat</b>	Verpflanzung innerhalb desselben Individuums	BoneTrap
<b>Allogenes Knochenimplantat</b>	Verpflanzung zwischen Individuen derselben Spezies	Grafton
<b>Xenogenes Knochenimplantat</b>	Verpflanzung zwischen Individuen verschiedener Spezies	Bio-Oss
<b>Alloplastisches Knochenimplantat</b>	Vollsynthetische Herstellung eines Biomaterials	easy-graft

Tab. 1: Die Begriffe definieren die Beziehung zwischen Spender und Empfänger.<sup>23,41</sup>

**Gesteuerte Geweberegeneration bei der Sofortimplantation**

Man spricht von einer Sofortimplantation, wenn ein Implantat direkt nach der Extraktion des nicht erhaltungswürdigen Zahnes (Abb. 2) in die frische Extraktionsalveole inseriert wird. Liegt eine Entzündung vor, ist zu bedenken, dass die sofortige Implantation nur bei chronischen Entzündungen erfolgen kann, nicht jedoch im akuten Entzündungsstadium. Meistens besteht die Indikation zur Sofortimplantation im Frontzahnbereich, da hier der Wunsch nach kurzer Behandlungsdauer besonders groß ist. Durch die chronischen Entzündungsvorgänge am Zahn ist dort häufig die vestibuläre Knochenlamelle zerstört und muss augmentiert werden. Die autogene Knochen transplantation ist in ihrer Wertigkeit allen alternativen Verfahren zur Defektfüllung unbestritten überlegen.<sup>20</sup> Hierbei werden lebende Knochenzellen und im Knochenmark befindliche mesenchymale Stammzellen übertragen. Für die Gewinnung stehen verschiedene Spenderregionen zur Verfügung (Kieferwinkel, Kinn, Beckenkamm). Das schonendste Verfahren besteht in der Sammlung des Bohrstaubes, der während der Implantation anfällt.<sup>9</sup> Der große Nachteil der zusätzlichen Belastungen durch die verlängerte Operationszeit und die Schaffung eines weiteren Operationsgebietes mit postoperativen Beschwerden sowie möglichen Komplikationen an der Entnahmeregion entfällt durch die Nutzung eines Knochenfilters.<sup>25,46</sup> Bei der sofortigen Implantation nach der Extraktion wird die Präparation des Bohrstollens allerdings nicht viel Eigenknochen ergeben, insbesondere wenn der Alveolarknochen durch Entzündungsprozesse abgebaut ist (Abb. 3). Durch die zeitgleiche operative Entfernung der vier Weisheits-

zähne kann in solchen Fällen beispielsweise der BoneTrap (Fa. Astra Tech) eine ausreichende Menge an Eigenknochen aus dem abgesaugten Kühlwasser filtern (Abb. 4). Die Mischung des gesammelten Knochens mit Bio-Oss vergrößert das Volumen und verlangsamt zusätzlich die Resorption während der Einheilzeit. Ein großer Vorteil der Sofortimplantation ist hierbei der funktionelle Stimulus der zeitgleich gesetzten Implantate auf den augmentierten Knochen, der zu einer Reduktion der sekundären Resorption des Eigenknochens führt (Abb. 5). Zur Deckung des

augmentierten Bereichs muss das Periost geschlitzt werden, was die Verwendung einer Barrieremembran bedingt (Abb. 6), da aufgrund der raschen Proliferation des bedeckenden Weichgewebes andernfalls mit einer bindegewebigen Einscheidung des Ersatzmaterials anstelle eines knöchernen Durchbaus zu rechnen ist. Auch wenn resorbierbare Kollagenmembranen (Tabelle 2) eine geringere Stabilität und Standzeit aufweisen<sup>43</sup>, sind sie hierbei das Material der Wahl. Die Biodegradation durch Proteasen, Kollagenasen und Makrophagen kann durch Quervernetzung verzögert und die Stabilität erhöht werden.<sup>3,4,21,29,32,47</sup> Mit steigendem Vernetzungsgrad nimmt zwar die Standzeit zu, aber die Ernährung des Augmentats über Vaskularisation ab. Die Resorptionsdauer liegt je nach Produkt bei zwei bis vier Wochen (Bio-Gide), vier bis acht Wochen (Biomend, Biomend Extend) und acht bis 16 Wochen (Tutodent). Durch die chemische Quervernetzung mit Glutaraldehyd (Biomend, Biomend Extend) wird die Biokompatibilität verringert, was auf die Vernetzung mit nativem Kollagen und Polysacchariden nicht zutreffen

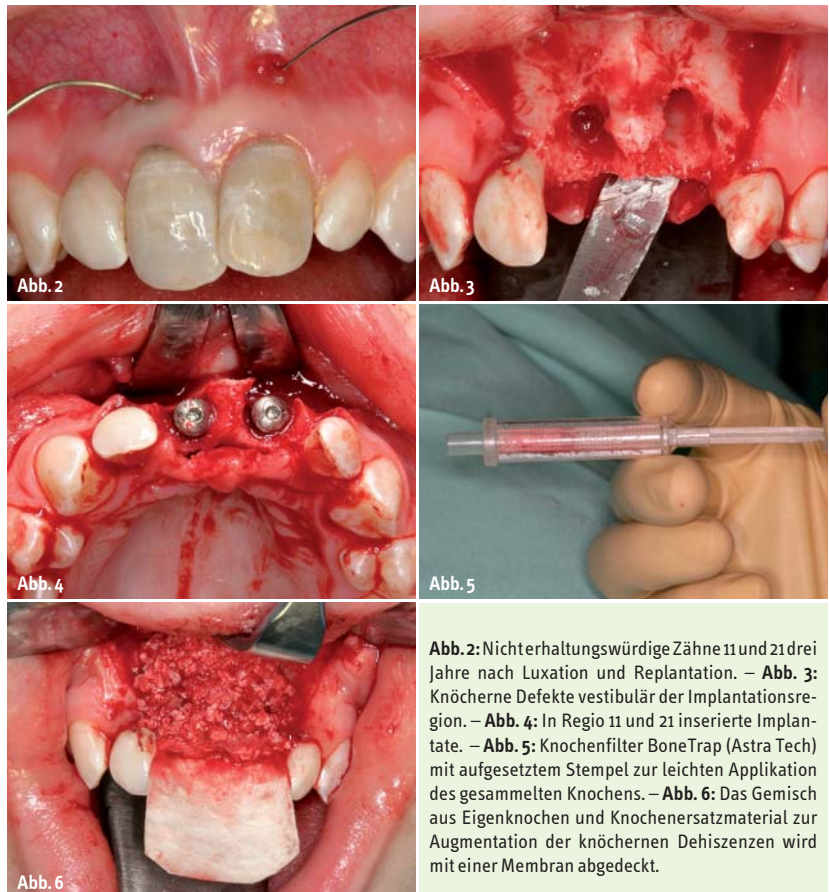


Abb. 2: Nichterhaltungswürdige Zähne 11 und 21 drei Jahre nach Luxation und Replantation. – Abb. 3: Knöcherne Defekte vestibulär der Implantationsregion. – Abb. 4: In Regio 11 und 21 inserierte Implantate. – Abb. 5: Knochenfilter BoneTrap (Astra Tech) mit aufgesetztem Stempel zur leichten Applikation des gesammelten Knochens. – Abb. 6: Das Gemisch aus Eigenknochen und Knochenersatzmaterial zur Augmentation der knöchernen Dehiszenzen wird mit einer Membran abgedeckt.

Produktname	Hersteller	Herkunft und Struktur	Vernetzung	Standzeit
Bio-Gide	Geistlich	porkin Typ I und III Kollagen Bilayer	nativ	2 – 4 Wochen
BioMend	Sulzer	bovin Typ I Kollagen Achillessehne	Glutaraldehyd	4 – 8 Wochen
BioMend Extend	Sulzer	bovin Typ I Kollagen Achillessehne	Glutaraldehyd	6 – 12 Wochen
Ossix	3i	bovin Typ I Kollagen Achillessehne	Polysaccharide	∞
Tutodent	Tutogen	bovin Typ I Kollagen Perikard Bilayer	nativ	8 – 16 Wochen

Tab. 2: Kollagenmembranen.<sup>38</sup>

soll (Bio-Gide, Ossix). Andererseits führt die Quervernetzung mit Glutaraldehyd zu einer biomechanischen Membranstabilisierung, welche im klinischen Alltag die Applikation z.T. wesentlich erleichtert (siehe auch Abb. 6). Die zur Deckung des Augmentats notwendige Periostschlitzung wird bei einer Sofortimplantation umfangreicher ausfallen, da der Bereich der extrahierten Zähne noch nicht – wie bei einer verzögerten Sofortimplantation sechs bis acht Wochen nach Exzision – epithelisiert ist. Der daraus resultierende Verlust an befestigter Gingiva kann bei der Freilegung ausgeglichen werden (Abb. 7).

### Gesteuerte Geweberegeneration bei der Sofortbelastung

*NobelGuide* ist ein Verfahren zur computernavigierten Implantatinserterion mittels Bohrschablonen, welches es ermöglicht, Implantate in Schalllücken, bei Freundsituationen oder im zahnlosen Kiefer bei ausreichender Primärstabilität mit bereits präoperativ unter Verwendung der Bohrschablone angefertigten temporären oder definitiven Zahnersatz sofort zu versorgen (*Teeth-in-one-Hour* Konzept). Dabei kann man sich den Vorteil, dass computergestützte Planungssysteme auf der Grundlage tomografischer Röntgenaufnahmen nicht nur das vorhandene Knochenangebot in beliebigen Schnittebenen

darstellen, sondern auch die Analyse der Knochendichte und der Knochenqualität erlauben, zunutze machen. Auf diese Weise ist es möglich, die Indikation für eine Sofortbelastung von Implantaten exakter zu stellen. Die im CAD/CAM-Verfahren konstruierten Bohrschablonen wurden dahingehend weiterentwickelt, dass die Präzision der Umsetzung die Eingliederung eines zuvor anhand der Schablone hergestellten provisorischen oder definitiven Zahnersatzes erlaubt. Zusätzlich entfällt bei diesem Verfahren die Notwendigkeit der Knochenfreilegung mittels eines Mukoperiostlappens. Die Implantate können über die Bohrschablone durch die ausgestanzte Schleimhaut hindurch (d.h. minimalinvasiv bzw. *flap-*

*less*) inseriert werden. Die Bohrschablone wird mit drei transversalen Verankerungsstiften fixiert und die Implantate nach Schleimhautstanzung und entsprechender Knochenbohrung transgingival eingebracht (Abb. 8). Alle weiteren Operationsschritte erfolgen über die Schablone, die erst nach Abschluss der Insertion aller Implantate entfernt wird. Bei diesem Verfahren wirkt sich vorteilhaft aus, dass die Implantate über eine Stanzung der Schleimhaut inseriert werden, da dies die postoperative Beeinträchtigung des Patienten, insbesondere durch Schwellung und Schmerzen, erheblich reduziert. Allerdings geht durch das minimalinvasive Vorgehen auch die Übersicht verloren, wodurch ein Fehler bei der Planung oder bei der Platzierung der Bohr-

Abb. 7: Eingesetzte Zirkonkronen auf Zirkonabutments nach Papillenrekonstruktionsplastik.





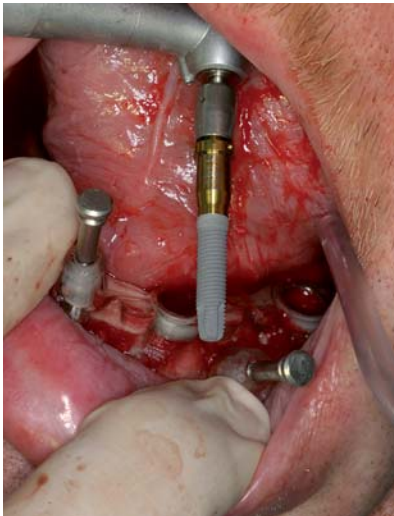


Abb. 8: Computernavigierte Implantation in Regio 33.

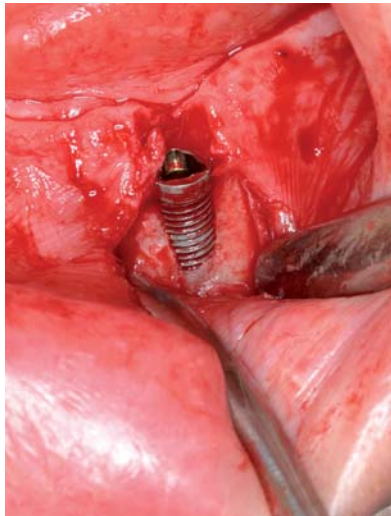


Abb. 9: Nach Entfernung der Operationsschablone zeigt sich ein knöcherner Defekt vestibulär des Implantates.

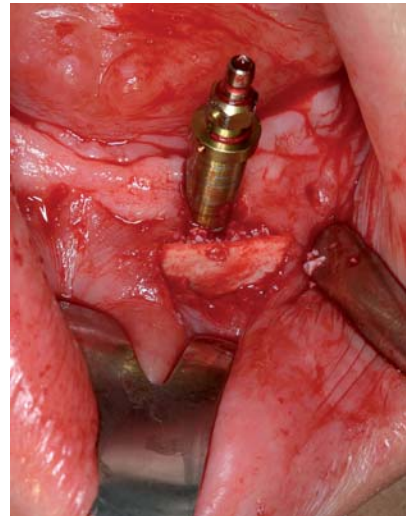


Abb. 10: Augmentation mit Knochenersatzmaterial und Membran.



Abb. 11: Sofortige Versorgung der vier Implantate im Unterkiefer mit einer rein implantatgetragenen, verschraubten Prothese.

schablone erst nach der Insertion des Implantates erkannt wird (Abb. 9). Die gesteuerte Geweberegeneration ermöglicht es, diese iatrogen verursachte Dehiszenz zu decken und den Fehler bei der Platzierung der Bohrschablone auszugleichen. Wenn das Implantat eine Primärstabilität von mehr als 35 Ncm aufweist, ist nach Augmentation mit Bio-Oss und Abdeckung des augmentierten Bereichs mit einer Membran (Abb. 10)

Abb. 12: Kontrolle nach einem Jahr.



trotzdem noch die direkte Verschraubung der Suprakonstruktion möglich (Abb. 11). Durch die sofortige Belastung der Implantate erfährt der augmentierte Knochen einen funktionellen Stimulus, was seine Resorption weitestgehend verhindert (Abb. 12). Auch langfristig ist der periimplantäre Knochen stabil und zeigt im Röntgenbild keinerlei Anzeichen einer Resorption (Abb. 13).

### Zusammenfassung

Bei der Sofortimplantation ist der Einsatz der gesteuerten Geweberegeneration ebenso möglich wie bei der verzögerten Sofortimplantation und der Spätimplantation. Die Vorteile sind die Verkürzung der Behandlungsdauer und die Verhinderung der frühen Resorption des Augmentats durch fehlenden funktionellen Stimulus. Der Nachteil, dass ein Teil der befestigten Gingiva zur Deckung des augmentierten Bereichs verloren geht,



Abb. 13: Röntgenkontrolle ein Jahr nach Insertion der Implantate.

ist durch einen mukogingivalchirurgischen Eingriff während der Freilegung leicht auszugleichen.

Bei der Sofortbelastung von computernavigiert inserierten Implantaten kann durch die gesteuerte Geweberegeneration ein Fehler bei der Platzierung der Operationsschablone kompensiert werden, was – die Primärstabilität der Implantate vorausgesetzt – trotzdem noch die Fixierung der präoperativ erstellten Suprakonstruktion ermöglicht. ◀

## kontakt

Dr. med. dent. Tobias R. Hahn  
 Fachzahnarzt für Oralchirurgie  
 Gustavstraße 1a  
 42329 Wuppertal  
 Tel.: 02 02/78 01 33  
 Fax: 02 02/78 01 32  
 E-Mail: tobias.hahn@wuppertaler-oralchirurg.de  
 www.wuppertaler-oralchirurg.de