

# Parameter der Ästhetik – Teil 1

## Einflussfaktoren für den Erhalt des periimplantären marginalen Knochens

Ein Beitrag von Dr. Frederic Hermann, Dr. Henriette Lerner und Prof. (NYU) Ady Palti

**Zahlreiche Techniken des chirurgischen Hart- und Weichgewebsmanagements können heute zur Erzielung eines perfekten ästhetischen Behandlungsergebnisses herangezogen werden. Die langfristige Aufrechterhaltung der periimplantären Verhältnisse steht jedoch im Vordergrund der heutigen Betrachtungsweise, um Funktion und Ästhetik über einen langen Zeitraum hinweg gewährleisten zu können. Folgende Parameter spielen hierbei eine entscheidende Rolle: Die Berücksichtigung der Biologischen Breite, das Prinzip des „platform switching“, das Implantatdesign im zervikalen Bereich: Nanorauigkeit, Feingewinde und Insertionstiefe, sowie das Abutmentdesign und die Vermeidung von Mikroläsionen im periimplantären Weichgewebe, ausgelöst durch das Auswechseln der verschiedenen Prothetik(sekundär)teile.**

### Einleitung

Ein stabiles Knochenniveau am Implantatthals stellt in der Frontzahnregion eine unabdingbare Voraussetzung dar, um durch die unterstützende Funktion eine optimale langzeitstabile Ausformung der gingivalen Konturen, vor allem der interdentalen Papillen erzielen zu können [1]. Es ist von entscheidender Bedeutung, alle möglichen Einflussfaktoren dieser sensiblen Region bei der Implantatplanung zu beachten, um ein optimales funktionell-ästhetisches Behandlungsergebnis erzielen zu können.

### Die Biologische Breite

Unter dem klinischen Begriff der Biologischen Breite versteht man die Dimensionen parodontaler und periimplantärer Weichgewebsstrukturen, wie (Sulkus), Saumepithel und suprakrestales Bindegewebe. Nach Tarnow *et al.* [2] wird der zur Mundhöhle exponierte Knochen stets von Periost, Bindegewebe und Epithel bedeckt, welche unterschiedliche Dicken besitzen können. Die ursprünglichen Untersuchungen zum „dentogingivalen Komplex“ gehen dabei auf Gottlieb [3] zurück und wurden Jahre später von Orban [4] aufgegriffen. Gargiulo [5] untersuchte die Dimensionen an Leichen. Ein Jahr später, 1962, definierte Cohen dann den klinischen Begriff der Biologischen Breite, der die Dimensionen des epithelialen und bindegewebigen Attachments beinhaltet. Der Begriff des dentogingivalen Komplexes bezieht zusätzlich die vertikale Dimension des Sulkus mit ein.

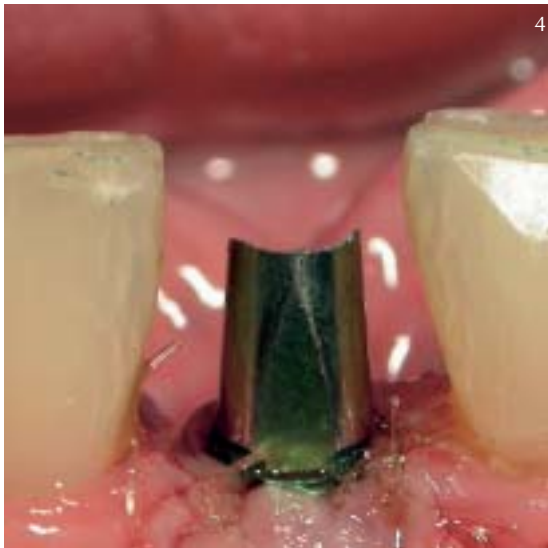
Nach den Untersuchungen von Gargiulo [5] beträgt die durchschnittliche Ausbildung der Biologischen

Breite (Sulkusbasis bis Knochenrand) 2,04 mm, zusammengesetzt aus 0,97 mm epithelalem Attachment und 1,07 mm bindegewebigen Attachment. Dabei sind diese Dimensionen keinen Falls als starr anzusehen, sondern sind interindividuellen Schwankungen unterworfen (von Zahn zu Zahn und von Patient zu Patient) [6] und variieren bei den verschiedenen Gingivatypen und Implantatkonzepten. In zahlreichen Untersuchungen hat sich gezeigt, dass die Resorption am Implantatthalsbereich erst mit der Freilegung und Exposition des Implantates zur Mundhöhle beginnt. Dabei kommt es unweigerlich zur mikrobiellen Kontamination des Spaltes zwischen Implantat und Aufbau [7 bis 10]. Der Knochenumbau schreitet solange voran, bis es zur Ausbildung und Stabilisierung der Biologischen Breite kommt. Diese schreitet nicht nur in vertikaler Dimension nach apikal voran, sondern besitzt nach den Untersuchungen von Tarnow *et al.* [2] auch eine horizontale Komponente von 1-1,5 mm. Aus diesem Grund kommt der Einhaltung des Mindestabstandes von 3 mm zwischen zwei Implantaten und dem „platform switching“ in der ästhetischen Rekonstruktionszone eine entscheidende Bedeutung zu, um eine intakte Papillenausbildung mit stabilem interimplantärem Knochen erzielen zu können. In Abbildung 1 ist das Prinzip der Integration der Biologischen Breite und des „platform switching“ in das chirurgisch-prothetische Konzept schematisch dargestellt.

Abb.1  
Anheftung hemidesmosomaler Fasern an die Nanorauigkeit des Pfostens.  
Stabilisierung und nicht-chirurgische Weichgewebsaugmentation durch Verschmälerung des Pfostens.



Abb.2 bis 5



Die Abbildungen 2 bis 4 zeigen die intraoperative Einbeziehung der Biologischen Breite in die implantologische Behandlung. Das verwendete Implantat (Revois/Curasan) besitzt eine mikro- und nanorauhe Oberfläche bis zur Implantatschulter und berücksichtigt die Biologische Breite durch eine vorpräparierte Stufe 1,9 mm über der Implantatschulter (Abb. 5). Diese integrierte Distanz trägt der durchschnittlichen Ausbildung der Biologischen Breite an Implantaten Rechnung. Hierbei ist der bei diesem Implantattyp vorhandene Parallelisierungsposten, der im Durchmesser dem definitiven Pfosten entspricht und eine Höhe von 1,9 mm besitzt, bei der Überprüfung der optimalen Insertionstiefe und der Abstände zu den benachbarten Zähnen oder Implantaten hilfreich. Die Beachtung der von Tarnow 1992 [11] erstmals definierten und 2003 [12] modifizierten Abstände zwischen Implantat und Zahn und der Abstand zwischen knöcherner Grundlage der Papille und Kontaktpunkt der prothetischen

Rekonstruktion spielen eine weitere entscheidende Rolle. Nur dann kann mit einer kompletten Auffüllung des Interdentalraumes und einem perfekten ästhetischen Endergebnis gerechnet werden.

#### Das Prinzip des „platform switching“

Erstmals beobachtete man den Effekt des „platform switching“ Mitte der 80er Jahre. Damals wurden zahlreiche größere Implantatdurchmesser aufgrund noch nicht vorhandener kongruenter Aufbauten, mittels schmälere prothetischen Aufbauten versorgt (Ankylos/Astra/Bicon). Wie sich später herausstellte, ein bemerkenswerter Zufall.

Bei herkömmlichen Implantattypen schließt der prothetische Aufbau in der Regel bündig mit der Implantatschulter ab. Hierbei entsteht bei einer Vielzahl von Implantatsystemen ein Mikrospace zwischen Implantat und Aufbau. Zahlreiche Untersuchungen [13 bis 15] belegen den Einfluss des

mikrobiellen Spaltes zwischen Implantat und prothetischem Aufbau auf die Stabilität des periimplantären Gewebes. Bei überdurchschnittlicher paraxialer Kraftübertragung auf das Implantat kann es in Abhängigkeit der formschlüssigen internen/externen Verbindung zu einem Pumpeffekt kommen, der aus dem Spalt einen mikrobiellen Flow verursacht und die Ausbildung eines inflammatorischen Bindegewebes in der Implantathalsregion provoziert. Der Begriff des sogenannten Distanzhülsen-assoziierten infiltrierten Bindegewebes (dIBG) wurde von *Ericsson et al.* geprägt [16]. Sie interpretierten die Ausbildung des dIBG als biologischen Abschirmungsmechanismus gegen die im Mikrospace residierenden Bakterien und erklärten damit den plaqueunabhängigen periimplantären Knochenrückgang von durchschnittlich 1 mm im ersten Jahr. Dabei kann es zu einem Rückgang des marginalen Knochenniveaus sowohl in vertikaler, als auch in horizontaler Dimension kommen. Der Vorgang ist als mikrobieller Infekt zu verstehen, der sich natürlicher Weise an transgingivale Implantattypen und bei der Freilegung von submukosal gesetzten Implantaten durch die Verbindung zur Mundhöhle ergibt [7 bis 10]. Liegt der Mikrospace dabei nahe am Knochen, so erfolgt die Bildung der Biologischen Breite auf räumliche Kosten des Knochens [5;17;18;19].

Das Prinzip des „platform switching“ ist es, diesen Mikrospace von der Implantatschulter nach innen zu verlagern, um den Abstand zum Knochen zu vergrößern [20 bis 22]. Dabei kommt in der Regel ein durchmesserreduzierter prothetischer Aufbau zum Einsatz (Revois Implantat, Curasan, Abb. 1 und 6). Das verwendete Implantat besitzt einen standardisierten Durchmesser des prothetischen Pfostens von 3,05 mm. Bei einem Implantatdurchmesser von 3,8/4,3/5,0 mm ergeben sich hier Dimensionen des „platform switching“ zwischen 0,375 und 0,975 mm. Dies ermöglicht ausgehend von der mikrobiellen Betrachtungsweise den Schutz des marginalen Knochens.

Der periimplantäre Knochenerhalt spielt gerade im ästhetischen Bereich und in Bereichen mit reduziertem Knochenangebot eine entscheidende Rolle. Hier geht es darum, keinen weiteren post-prothetischen Knochenabbau zu provozieren, um Knochen und Weichgewebe gleichermaßen langzeitstabil erhalten zu können.

### Das Implantatdesign im zervikalen Bereich: Nanorauigkeit, Feingewinde und Insertionstiefe

Herkömmliche Implantattypen besitzen in der Regel einen unterschiedlich breit dimensionierten, glatt polierten Halsbereich. Seit den radiologischen [23] und histologischen [13] Untersuchungen von *Hermann et al.* wissen wir um den Einfluss der

Positionierung der Implantatschulter auf die krestale Knochenresorption. Dabei spielt die Lage der Verbindung zwischen Implantatschulter und Aufbau zum Alveolarkamm, sowie die Positionierung des Übergangs von glatter zu rauer Implantatoberfläche zum Alveolarkamm eine entscheidende Rolle. In der Literatur wird für ITI-Standardimplantate mit glatter Halspartie (2,8 mm) nach zwölf Monaten ein Abstand zwischen erstem Knochen-Implantat, Kontakt und Implantatschulter von 3,6 mm im Unterkiefer und 4,1 mm im Oberkiefer angegeben [24]. Aktuelle Tendenzen der Implantatentwicklung gehen in Richtung der Reduktion beziehungsweise Aufgabe des glatt polierten Abschnittes. Bei neueren „esthetic plus“-Implantaten wurde der raue Anteil um 1 mm nach koronal verlängert. Hier reduzierte sich die Ausbildung der Biologischen Breite auf durchschnittlich 2,19 mm nach 32 Monaten [25]. Somit ist eine geringere Ausbildung der Biologischen Breite durch die Reduktion des glatt polierten Halsbereiches zu erwarten. Wird dieser allerdings unter Knochenniveau inseriert, so kommt es zu einer Knochenresorption bis zum Übergang glatt-rau [26]. Dabei zeigte sich weiterhin eine Abhängigkeit in Bezug auf die Nachbarstrukturen des Implantates (Freiendsituation, Implantat, natürliche Bezahnung). Die Ausbildung der Biologischen Breite beginnt bei zweiteiligen Implantatsystemen immer am Implantat-Abutment-Interface. Dieser Mikrospace kann (in Abhängigkeit der Formschlüssigkeit der internen oder externen Verbindung) eine Knochenresorption provozieren, die in Abhängigkeit der Insertionstiefe unterschiedlich ausfällt [13].

Unsere Erfahrungen mit einem Implantatdesign der neuesten Generation (Revois, Curasan), das eine bis zum Implantathals durchgängige mikro- und nanorauere Oberfläche und ein Feingewinde im Halsbereich besitzt (Abb. 6), zeigt in zahlreichen klinischen Fällen eine Stabilisierung des krestalen Knochenniveaus. Dabei spielt die Integration des Prinzips des „platform switching“ bei einer komplett rauen Implantatoberfläche eine zentrale Rolle, um den diskutierten Mikrospace horizontal auf der Implantatplattform nach innen zu verlagern und so

Abb.6  
Revois-Implantat mit mikro- und nanorauer Titanoberfläche bis zur Implantatschulter und Feingewinde am Implantathals



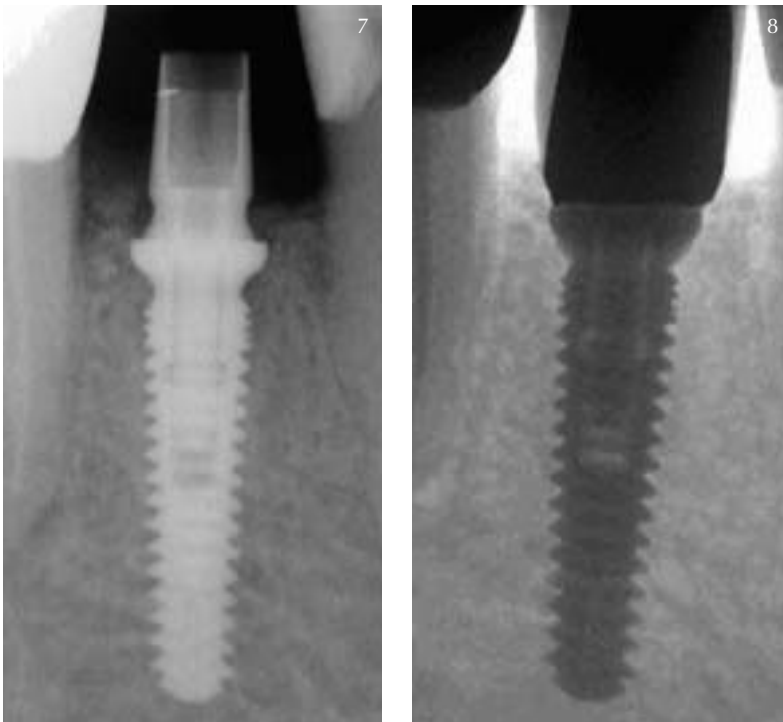


Abb. 7  
Röntgenologische  
Kontrollaufnahme  
vor Abdruck-  
nahme/Revois-  
Implantat mit multi-  
funktionellem  
Präzisionspfosten

Abb. 8  
Röntgenologische  
Aufnahme bei Ein-  
Jahres-Kontrolle/  
Erhalt des margina-  
len Knochniveaus

einer Knochenresorption entgegenzuwirken. Implantate mit einer durchgängig mikro- und nano- rauen Titanoberfläche bis zum Implantatthals ermöglichen eine Osseointegration der gesamten Implantatlänge und Implantatoberfläche. Ein Feingewinde im Halsbereich führt zur funktionellen Krafteinleitung in die angrenzenden knöchernen Strukturen, wodurch die Ausbildung trabekulärer knöcherner Strukturen gefördert wird und zur Stabilisierung dieser Region beigetragen wird. Nach erfolgter Osseointegration und Einbeziehung des Prinzips des „platform switching“ kann somit eine komplette knöcherne Bedeckung der **gesamten** Implantatoberfläche erzielt werden.

Ein zusätzlicher Vorteil des Feingewindes am Implantatthals macht sich bei der Insertion der Implantate im reduzierten ortsständigen Restknochen bemerkbar. Hier führt das Feingewinde zu einer Stabilisierung des Implantates bei einer unterdimensionierten Osteotomie (Implantatbettaufrbereitung) und trägt somit zur primären Stabilität bei. Dies wiederum kann zur Reduzierung der Einheilphase führen.

#### Das Abutmentdesign und die Vermeidung von Mikroläsionen

##### Die röntgenologische Verlaufskontrolle

Die röntgenologische Verlaufskontrolle in Abbildung 7 und 8 zeigt eindrucksvoll die Wirkungsweise des „platform switching“. Nach Sofortimplantation

eines Implantates (Revois 3,8/13 mm/Curasan) in regio 45 wurde ein transgingivaler Einheilungsmodus mit einem schmäleren Gingivaformer durchgeführt. Nach einer Einheilzeit von vier Monaten erfolgte die Abdrucknahme mittels eines sogenannten multifunktionellen Präzisionspfostens, der gleichzeitig bei korrekter 3D-Positionierung des Implantates als definitiver Pfosten dient und nicht mehr entfernt wird (Abb. 7). Bei der Ein-Jahres-Kontrollaufnahme ist der Erhalt des periimplantären marginalen Knochens deutlich sichtbar (Abb. 8). Dadurch kann in Anlehnung an die Untersuchungen von *Abrahamsson et al.* [27] ein zusätzliches Auswechseln des Sekundärteils bei Eingliederung der prothetischen Rekonstruktion mit dem Risiko weiteren marginalen Knochenverlustes vermieden werden. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die Mikrobewegungen beim Wechseln der Sekundärteile (Verletzung der etablierten Biologischen Breite) zu einer apikalen Migration des Epithels am Implantatthals führen können. Die Folge ist ein weiterer Resorptionsvorgang mit Rückgang des marginalen Knochniveaus.

*Berglundh et al.* [28] schlossen aus ihren Untersuchungen, dass zwischen Bindegewebe und Titanoxidoberfläche des Abutments eine Reaktion stattfindet. Diese bezeichneten sie als „bindegewebige Integration“. *Cochran et al.* [29] wiesen die Haftung der Epithelzellen und Fibroblasten an raue und glatte Titanoberflächen nach. Ihre Untersuchungen geben Hinweis darauf, dass ein bindegewebiges Attachment eine Apikalproliferation des Epithels auf Titanoberflächen vermeiden könnte.

Die Erkenntnisse aus der parodontologischen Strukturbiologie hinsichtlich der Ausbildung eines langen Saumepithels nach Wurzelglättung und dessen limitierte Ausbreitung nach apikal durch auf der Wurzeloberfläche inserierenden Bindegewebsfasern, lassen sich auf die periimplantären Verhältnisse übertragen. Hier könnte ein gutes bindegewebiges Attachment zur Titanoberfläche des Implantates/Abutments eine Proliferation des Epithels nach apikal verhindern. Wenn dies allerdings durch Plaqueakkumulation oder durch ein Austauschen der Sekundärteile (Gingivaformer, Pfosten, et cetera) gestört wird, so wird ein Apikalmigration des Epithels bis auf den Knochen ermöglicht, mit dem Risiko weiterer Knochenresorption.

Es gilt nun ein chirurgisch-prothetisches Konzept zu überdenken, das ein dauerhaftes bindegewebiges Attachment als Abgrenzung gegen ein proliferierendes Epithel ermöglicht. Der erste Schritt liegt in einer Reduktion der Traumata wie der Anzahl der chirurgischen Eingriffe, dem Auswechseln der Sekundärteile und der Etablierung einer effizienten Plaquekontrolle.



Der multifunktionelle Präzisionspfosten des verwendeten Implantates (Revois/Curasan) besitzt im Vergleich zum Implantatdurchmesser 3,8 mm einen reduzierten Durchmesser von 3,05 mm, wodurch der biologische Mikrospace in Richtung Implantat-achse nach innen verlegt wird und die Ausbildung des dIGB reduziert wird. Eine zusätzliche nicht-chirurgische Weichgewebsverdickung wird hervorgerufen durch die Verjüngung des Pfostens und die tulpenförmige Entwicklung des Pfostens in Richtung vorpräparierter Stufe 1,9 mm über der Implantatschulter (Abb. 1, 6, 7 und 8). Abbildung 7 zeigt die Situation direkt vor Abdrucknahme, Abbildung 8 ein Jahr nach prothetischer Versorgung. Durch die standardisierte röntgenologische Verlaufskontrolle ist deutlich der Erhalt des interdentalen Knochens erkennbar. Dieser befindet sich auf Höhe der prothetischen Plattform. Dabei gilt es zu beachten, dass dieser Effekt nicht allein durch das „platform switching“ zu begründen ist, sondern nur durch die Einbeziehung aller genannten Einflussfaktoren zu erreichen ist.

Der Einfluss der weiteren Parameter auf das funktionell-ästhetische Langzeitergebnis der implantologischen Therapie soll in der Fortsetzung dieser Artikelreihe „Parameter der Ästhetik“ näher betrachtet werden, um bei der Implantation in der sensiblen Frontzahnregion mögliche viele Kriterien und Literatur basierte Ergebnisse zur Realisierung optimaler langzeitstabiler Behandlungsergebnisse:

- 1. Anatomie: Knochenvolumen/Knochenqualität [30]
- 2. Schleimhautkonstitution: Typ/Dicke [31; 44]
- 3. Zustand der benachbarten Zähne: Palacci-Klassifikation [32]
- 4. Abstände zu benachbarten Zähnen: Tarnow-Relationen [2; 11; 12]
- 5. Biologische Breite und das Prinzip des „platform switching“ [33; 41; 42; 43]
- 6. Implantatdesign: Makro/Mikro/Nano und Implantatdimensionen [34]
- 7. Abutmentdesign: Makro/Mikro/Nano [35]
- 8. Augmentative Maßnahmen: Art/Material/Membranen [36]
- 9. Chirurgisches Procedere: Weichteilmanagement/ Implantationszeitpunkt [37; 38; 39]Insertionstiefe des Implantates [13; 23; 26; 40] Belastungszeitpunkt/Versorgungszeitpunkt
- 10. Prothetisches Procedere: Häufigkeit des Auswech-seln der Sekundärteile [27]

- 11. Nahttechniken: Materialien
- 12. Provisorische Versorgung: Abutmentmaterial/ Abutmentform Kronenmaterial/Kronenform
- 13. Endgültige Versorgung: Abutmentmaterial/ Abutmentform Kronenmaterial/Kronenform
- 14. Compliance des Patienten: Mundhygiene/Rau-chen/Ernährung/Recallintervall

beachten zu können:

**Der Behandlungsfall**

Siehe Abbildung 9 bis 20

**Zusammenfassung**

Ästhetische Behandlungsergebnisse sind nicht einem einzelnen Parameter zuzuordnen, sondern, wie in diesem Artikel gezeigt, Resultat einer Reihe von Einflussfaktoren, denen vor allem in der ästhetischen Zone eine entscheidende Bedeutung zukommt. Das Verständnis um die Bedeutung der Biologischen Breite und die Integration des Konzeptes des „platform switching“ in die implantologische Behandlung ermöglichen es, ein stabiles marginales Knochenniveau am Implantathalsbereich zu erreichen. Diese knöcherne Stabilität stellt die Stütze des Weichgewebes dar und determiniert somit das ästhetische und funktionelle Behandlungsergebnisse langfristig.

Dabei gilt es folgende Punkte zu beachten:

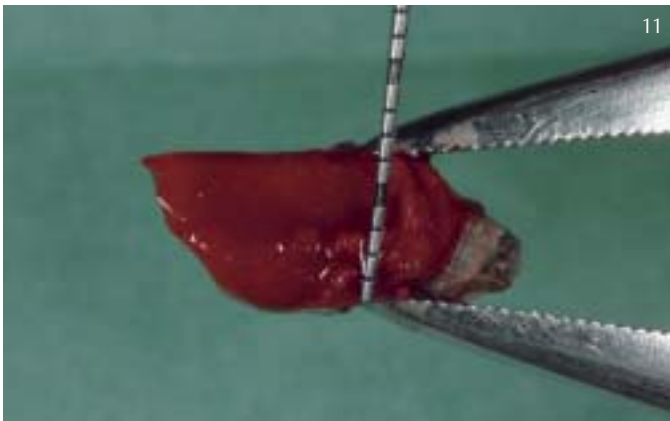
- 1.) Ein präfabrizierter Pfosten, der sowohl als provisorischer wie als endgültiger Pfosten verwendet werden kann, ermöglicht es bei optimaler 3-D Positionierung des Implantates, ein häufiges Auswechseln der Sekundärteile zu vermeiden. Dies bietet die Möglichkeit, eine erneute Zerstörung des bindegewebigen Attachments und der Biologischen Breite mit der Gefahr der Knochenresorption zu vermeiden.
- 2.) Ein spezielles Implantat- und Pfostendesign (Stufe mit Integration der Biologischen Breite/ Verjüngung des Pfostens) ermöglicht eine nicht-chirurgische Verlängerung und Verdickung der periimplantären Weichgewebe, wodurch eine breitere und widerstandsfähigere Bindegewebszone etabliert werden kann.
- 3.) Eine mikro- und nanoraue Titanoberfläche bis zur Implantatschulter verbunden mit dem Prinzip des „platform switching“ ermöglicht die ossäre Integration der gesamten Implantatlänge. Ein Feingewinde führt zur optimalen Verteilung der Kaukräfte im Implantathalsbereich mit der Vermeidung weiteren Knochenverlustes in dieser Region.



9



10



11



12



13



14



15



16

Abb. 9 bis 20 Anmerkung: Aus didaktischen Gründen wurde in Abbildung 10 zur Demonstration der Insertionstiefe des Implantates der grüne multifunktionelle Präzisionspfosten (Einbringpfosten) abgenommen.



**Kontaktadresse:**

Dr. Frederic Hermann  
 Bruchsalerstr. 8  
 76703 Kraichtal  
 Tel: 07251/96980  
 Frederic.hermann@gmx.de

**Vitae**

**Dr. Frederic Hermann**  
 Seit 2005 Gemeinschaftspraxis  
 mit Dr. Ady Palti (Kraichtal),  
 Tätigkeitsschwerpunkt: Im-  
 plantologie  
 Gründungsmitglied der DGOI,  
 Mitglied DGP/DGZMK/ICOI



## Literaturverzeichnis

1. Salama H, Salama MA, Garber D, Adar P: The interproximal height of bone: A guidepost to esthetic strategies and soft tissue contours in anterior tooth replacement. *J Pract Periodontics and Aesthetic Dentistry*, July 3, 2003
2. Tarnow DP, Cho SC, Wallace SS: The effect of inter-implant distance on the height of inter-implant bone crest. *J Periodontol* 2000; 71: 546-549
3. Gottlieb B: Der Epithelansatz am Zahne. *Dtsch Monatsschr Zahnk* 1921;39:142
4. Orban B, Kohler J: The physiologic gingival sulcus. *Z Stomatol* 1924;2:353
5. Gargiulo AW, Wentz FM, Orban B: Dimensions and relations of the dentogingival junction in humans. *J Periodontol* 1961 (7); 111-119
6. Cohen DW: Biologic Width. Washington DC. Presented at Walter Reed Army Medical Center 1962
7. Quirynen M, Van Steenberghe D: Bacterial colonization of the internal part of two-stage implants. An in vivo study. *Clin Oral Implants Res* 1994;4:158-161
8. Quirynen M, Bollen CM, Eysen H, Van Steenberghe D: Microbial penetration along the implant components of the Branemark system. An in vitro study. *Clin Oral Implants Res* 1994 (5); 239-244
9. Ericsson I, Persson LG, Berglundh T, Marinello CP, Lindhe J, Klinge B : Different types of inflammatory reactions in periimplant soft tissues. *J Clin Periodontol* 1995 (22); 255-261
10. Persson LG, Lekholm U, Leonhardt A, Dahlen G, Lindhe J: Bacterial colonization on internal surfaces of Branemark system implant components. *Clin Oral Implants Res* 1996 (7); 90-95
11. Tarnow DP, Magner AW, Fletcher P: The effect of the distance from the contact point to the crest of the bone on the presence or absence of the interproximal dental papilla. *J Periodontol* 1992;63:995-996
12. Tarnow DP, Elian N, Fletcher P, Froum S, Magner A, Cho SC, Salama M, Salama H, Garber DA: Vertical distance from the crest of bone to the height of the interproximal papilla between adjacent implants. *J Periodontol* 2003;74:1785-1788
13. Hermann JS, Schoofield JD, Schenk RK, Buser D, Cochran DL: Influence of the size of the microgap on crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 2001; 72(10): 1372-1383
14. Todescan FF, Pustiglioni FE, Imbronito AV, Albrektsson T, Gioso M: Influence of the microgap in the peri-implant hard and soft tissues: a histomorphometric study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants*;2002 Jul-Aug; 17(4): 467-72
15. Dibart S, Warbington M, Su MF, Skobe Z: In vitro evaluation of the implant- abutment bacterial seal: The locking taper system. *J Oral Maxillofac Surgery*, Sept 2005;20(5):732-737
16. Ericsson I, Persson LG, Berglundh T, Marinello CP, Lindhe J, Klinge B: Different types of inflammatory reactions in peri-implant soft tissues. *J Clin Periodontol* 1995; 22: 255-261
17. Maynard JG, Wilson RD: Physiologic dimensions of the periodontium significant to the restorative dentist. *J Periodontol* 1979 (50); 170-174
18. Carnevale G, Sterrantino SF, Di Febo G: Soft and hard tissue wound healing following tooth preparation to the alveolar crest. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1983 (3);36-53
19. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Cochran DL: Crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged and submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 2000 (71); 1412-1424
20. Lazzara RJ, Porter SS: Platform switching: a new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006 Feb; 26(1): 9-17
21. Baumgarten H, Cocchetto R, Testori T, Meltzer A, Porter S: A new implant design for crestal bone preservation: initial observations and case report. *Pract Proced Aesthet Dent* 2005 Nov-Dez;17(10):735-40
22. Gardner DM: Platform switching as a means to achieving implant esthetics. *N Y State Dent J* 2005 Apr;71(3):34-7
23. Hermann JS, Cochran DS, Nummikoski PV, Buser D: Crestal bone changes around titanium implants. A radiographic evaluation unloaded submerged and nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 1997; 68: 1117-1130
24. Weber HP, Buser D, Fiorellini JP, Williams RC: Radiographic evaluation of crestal bone levels adjacent to non-submerged titanium implants. *Clin Oral Implants Res* 1992 (3); 181-188
25. Gerber C, Hardt N, Von Arx T : « Esthetic plus »- ITI- Implantate (TPS) : Eine prospektive klinische Studie. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2002 (113); 12-19
26. Hämmerle CH, Bragger U, Burgin W, Lang NP: The effect of subcrestal placement of the polished surface of ITI implants on marginal soft and hard tissues. *Clin Oral Implants Res* 1996; 7 :111-119
27. Abrahamsson I, Berglundh T, Lindhe J: The mucosal barrier following abutment dis/reconnection. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 1997;24:569-57
28. Berglundh T, Lindhe J, Ericsson I, Marinello CP, Liljenberg B, Thomsen P: The soft tissue barrier at implants and teeth. *Clin Oral Implants Res* 1991 ;2 :81-90
29. Cochran D, Simpson J, Weber H, Buser D: Attachment and growth of periodontal cells on smooth and rough titanium 1994. *Int J Oral Maxillofac Implants* ;9 :289
30. Misch CE: Contemporary implant dentistry - 2nd ed. 1999 Mosby
31. Kois JC: Predictable single tooth peri-implant esthetics: five diagnostic keys. *Compend Contin Educ Dent*. 2001 Mar;22(3):199-206
32. Palacci P: Esthetic Implant Dentistry, 2001 Quintessence
33. Nentwig GH: The ankylos implant system: Concept and clinical application. *J Oral Implantol* 2004; 30(3):171-177
34. Davies JE: Mechanisms of endosseous integration. *Int J Prosthodont* 1998 Sept-Oct; 11(5):391-401
35. Daftary F: The bio-esthetic abutment system: an evolution in implant prosthetics. *Int J Dent Symp* 1995;3: 10-17
36. Buser D, Ruskin J, Higginbottom F, Hardwick R, Dahlin C, Schenk RK: Osseointegration of titanium implants in bone regenerated membrane-protected defects: a histologic study in the canine mandible.
37. Branemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindstrom J, Ohlsson A : Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg* (1969); 3:81-100
38. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Branemark PI, Lindhe J, Eriksson B, Sbordone L: Marginal tissue reactions at osseointegrated titanium fixtures. A 3-year longitudinal prospective study. *Int J Oral Maxillofac surgery* 1986 ; 15 :39-52
39. Cochran DL, Hermann JS, Schenk RK, Higginbottom FL, Buser D: Biologic width around titanium implants. A histometric analysis of the implant-to-gingival junction around unloaded and loaded nonsubmerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 1997; 68:186-198
40. Davaparnah M, Martinez H, Tecucianu JF: Apical-coronal implant position: recent surgical proposals. Technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000; 15: 865-872
41. Nentwig GH, Mairgünther R: Reaktionen an der Knochen-Implantatgrenze bei Brückenversorgungen mit dem NM- System 1992 Apr; 8(4):251-253
42. Blake A: What every engineer should know about threaded fasteners materials and design. Lawrence Livermore Laboratories, Marcel Dekker, Inc. New York 1986
43. Driskell TD: The DB precision implant system 1000 series: Evolution and rationale. Driskell Bioengineering, Galena, Ohio, 1985
44. Kois JC: Altering gingival levels: the restorative connection. Biological variables. *J Esthet Dent* 1994; 6:3-9