



Peter Gehrke, Marco Degidi, Günter Dhom

## Die dreidimensionale Positionierung von Implantaten – Ein Fokus auf Ästhetik



**Peter Gehrke**  
Dr. med. dent.

**Günter Dhom**  
Prof. Dr. med. dent.

Beide:  
Zahnarztpraxis für  
Oralchirurgie  
Bismarckstraße 27  
67059 Ludwigshafen

**Marco Degidi**  
MD, DDS  
Zahnarztpraxis für  
Oralchirurgie  
Via Spina, 12  
40139 Bologna  
Italien

Bitte richten Sie Ihre  
Korrespondenz an Herrn  
Dr. Peter Gehrke.  
E-Mail: dr-gehrke  
@prof-dhom.de

**INDIZES** *Dreidimensionale Implantatpositionierung, Ästhetik, Behandlungsplanung, marginale Geweberezeptionen, approximale Papillenverluste*

Nach einer Implantattherapie kann es vorkommen, dass die Patienten mit dem ästhetischen Ergebnis ihrer Versorgung unzufrieden sind. Neben mangelnder Aufklärung über das realistisch zu erwartende Endergebnis kann eine Ursache in einer unzureichenden Behandlungsplanung und demzufolge falscher Positionierung der Implantate liegen. In diesen Fällen können marginale Geweberezeptionen und ein Verlust der approximalen Papillen auftreten. Diese ästhetischen Einbußen können jedoch oft durch chirurgische Maßnahmen während der Implantatinserterion vermieden werden. Die prothetisch geführte Implantatinserterion in einer anatomisch orientierten, dreidimensionalen Position ermöglicht dem Behandler, das Auftreten ästhetischer Probleme zu reduzieren. Ziel dieser Arbeit ist es, verschiedene Protokolle aufgrund der aktuellen Literatur zu beleuchten und biologische Grundlagen zu erörtern sowie Empfehlungen für die dreidimensionale Implantatpositionierung unter Berücksichtigung der lokalen anatomischen Gegebenheiten und der geplanten prothetischen Versorgung zu geben. Dabei werden auch Faktoren zur Vorhersagbarkeit und Reproduktion von ästhetischen Implantatversorgungen analysiert.

### ■ Einleitung

Zur Vermeidung ästhetischer Probleme und zur Erzielung vorhersagbarer Langzeitergebnisse bedarf es vor der Implantattherapie einer systematischen Behandlungsplanung. Obwohl Farbe und Form des implantatgetragenen Zahnersatzes für das Endergebnis von großer Bedeutung sind, kann der ästhetische Fokus nicht allein auf die Optimierung von Form- und Farbnuancen ausgerichtet sein. Das ultimative Ziel ist die Wiederherstellung einer natürlichen „Architektur des Lächelns“, bei der die korrekten anatomischen Proportionen und Relationen anhand bewährter Prinzipien berücksichtigt werden<sup>1-6</sup>. Die Vorhersag-

barkeit der Osseointegration hat die Rolle der dentalen Implantologie über die rein funktionelle Wiederherstellung zahnloser Patienten bis hin zu ästhetischen, implantatgetragenen Einzelzahnimplantaten im Frontzahnbereich erweitert. Heute stellen Implantate eine realistische Behandlungsoption für teilbezahnte Patienten dar, die die Abtragung gesunder Zahnschubstanz zur Herstellung von Brücken bzw. die Schädigung von Pfeilerzähnen durch Haltelemente bei herausnehmbarem Zahnersatz sicher vermeiden.

Um sich jedoch als Behandlungsmethode der Wahl etablieren zu können, sollte die Ästhetik einer implantatgetragenen Restauration mit der eines konventionell festsitzenden Zahnersatzes vergleichbar

**Manuskript**  
Eingang: 18.02.2008  
Annahme: 03.06.2008

sein. Dies erfordert das Vorhandensein oder die Entwicklung eines sowohl hinsichtlich des Hart- als auch des Weichgewebes geeigneten Implantatbetts. Nur dadurch können eine günstige Implantatposition und ein natürliches Kronenaustrittsprofil (Emergenzprofil) erreicht werden. Die endgültige Implantatposition richtet sich demnach nicht allein nach den bestehenden Knochenverhältnissen; vielmehr empfiehlt es sich, die Insertion des Implantats an der geplanten Restauration zu orientieren<sup>7</sup>. Darüber hinaus sind alle verfügbaren Therapiemöglichkeiten zu prüfen und ergänzend erforderliche Behandlungen zur Optimierung des Weichgewebes vorzunehmen, um anatomische Unregelmäßigkeiten am Implantatbett und an den Nachbarzähnen zu kompensieren.

Es gibt multiple Faktoren, die die Ästhetik einer Implantatversorgung beeinträchtigen können. Besondere Bedeutung haben dabei eine unzureichende Quantität und Qualität des periimplantären Hart- und Weichgewebes sowie eine falsche Implantatposition in dreidimensionaler Ausrichtung. Ein unzureichendes Knochenvolumen in Höhe und Breite kann durch Augmentationen im Sinne einer Guided Tissue Regeneration (GTR) sowie durch Knochendistraktionstechniken ausgeglichen werden. Die Prognosen für derartige Behandlungen sind gut, vorausgesetzt, die Indikation ist korrekt gewählt und die Eingriffe werden gründlich durchgeführt<sup>8,9</sup>. Andererseits kann gerade eine ungenaue Implantatposition die Gewebereaktion ungünstig beeinflussen. Demzufolge wird die Implantatposition durch die lokalen Gewebestrukturen, die Art der prothetischen Versorgung, aber auch durch die Kenntnisse des Behandlers in Bezug auf die biologische Breite und eine langfristige Stabilität der anatomischen Strukturen beeinflusst. Im Vergleich zu zweiteiligen Implantaten sollen einteilige Implantate bei der Ausbildung und Extension der biologischen Breite dem natürlichen Zahn ähnlicher und dadurch vorteilhafter sein<sup>10</sup>. Dennoch treten selbst Befürworter einteiliger Systeme unter Umständen für die Anwendung eines zweiteiligen Implantatsystems ein, da es eine tiefere Insertion ermöglicht und somit das ästhetische Ergebnis im Frontzahnbereich verbessern kann<sup>11</sup>. Aus diesem Grund werden im Folgenden Protokolle zur Positionierung von zweiteiligen Implantaten im Frontzahnbereich besprochen.

## ■ Apikokoronale Positionierung

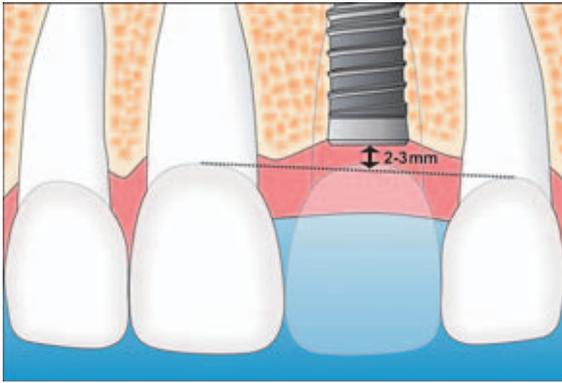
Um ästhetisch befriedigende Ergebnisse zu erzielen, ist es zunächst wichtig, die physiologischen Vorgänge zu verstehen, die am und um den Implantationsitus herum stattfinden. Nach der Implantatinserktion (einteilige Implantate) bzw. dem Einsetzen von Gingivaformern (zweiteilige Implantate) sowie bei der Eingliederung der Suprakonstruktion folgen die Restrukturierung des periimplantären Gewebes und die Ausbildung einer neuen biologischen Breite<sup>12</sup>. Während dieser Prozesse kommt es zum Remodeling der krestalen Knochenanteile. Das marginale Weichgewebe könnte in apikale Richtung migrieren<sup>13,14</sup>. Um das ästhetische Ergebnis nicht zu beeinträchtigen, empfiehlt es sich, das Implantat 2 bis 3 mm unterhalb der Schmelz-Zement-Grenze eines benachbarten Zahns zu setzen – vorausgesetzt, es handelt sich um ein gesundes Parodontium ohne Rezessionen (Abb. 1a).

Wird dieser Parameter beachtet, ist zu erwarten, dass die Mukosa sich entsprechend der gegebenen Architektur formt<sup>15-17</sup>. In den Fällen, in denen das Implantat in direkter Nachbarschaft zu Zähnen mit Gingivarezessionen oder unzureichendem vertikalen Knochenangebot gesetzt wird, eignet sich die Schmelz-Zement-Grenze der Nachbarzähne bzw. der Verlauf der Mukosa-Weichgewebe-Kontur nicht als Referenzpunkt. Hierbei sollte ein Wax-up und eine darauf gefertigte Implantatschablone, deren marginaler Kronenrand als Referenzpunkt fungiert, in Betracht gezogen werden. Das Implantat wird in diesem Fall etwa 1,0 mm apikal zu dieser Grenze inseriert (Abb. 1b)<sup>17</sup>.

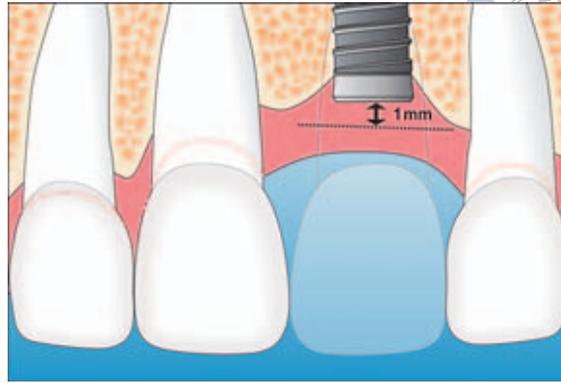
Bei Einzelzahnücken ermöglichen intakte Nachbarzähne und umgebende Stützstrukturen bessere Aussichten auf ein ästhetisches Endergebnis. Das ästhetische Risiko ist eindeutig geringer, wenn die Gingiva an den Nachbarzähnen vom Knochenniveau ap proximal gestützt wird<sup>18</sup>.

Eine größere Herausforderung aus ästhetischer Sicht sind Mehrfachücken. Ob das periimplantäre Hart- und Weichgewebe zwischen Implantaten zuverlässig gestützt werden kann, lässt sich nicht sicher vorhersagen, da die Implantate dort häufig einen konstruktionsbedingten koronalen Knochenabbau bewirken können<sup>19,20</sup>.

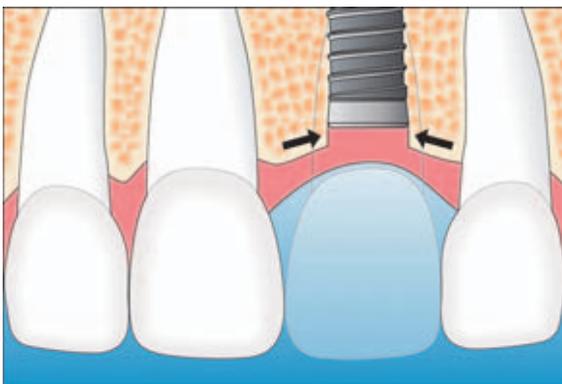
Bei der ästhetischen Risikoanalyse spielt der gin-



**Abb. 1a** Bei gesundem Parodontium sollte das Implantat 2 bis 3 mm unterhalb der Schmelz-Zement-Grenze der Nachbarzähne gesetzt werden.



**Abb. 1b** Wird das Implantat in direkter Nachbarschaft zu Zähnen mit Gingivarezessionen oder unzureichendem vertikalen Knochenangebot gesetzt, kann die Schmelz-Zement-Grenze der Nachbarzähne bzw. die Weichgewebekontur nicht mehr als Referenzpunkt in Betracht gezogen werden. Mit Hilfe einer Implantatschablone, deren marginaler Kronenrand als Referenzpunkt dient, wird das Implantat in diesem Fall ca. 1,0 mm apikal zu dieser Grenze gesetzt.



**Abb. 1c** Liegt gesundes parodontales Weichgewebe mit ungünstigem dünnen und fragilen Biotyp vor, können die Implantate weiter nach apikal positioniert werden. Aufgrund des gewebschwachen Biotyps muss jedoch mit Gingivarezessionen im Zielgebiet gerechnet werden.

gionale Biotyp in der Zielregion eine entscheidende Rolle. Ein gewebestarker Biotyp kann für Einzelkronen im Frontzahnbereich von klinischem Vorteil sein, da er in der Regel rezessionsbeständiger ist. Dieser Biotyp ist durch einen breiten und stark befestigten Gewebestreifen gekennzeichnet. Bei einem gewebschwachen Biotyp begünstigt das dünne, fragile Weichgewebe zwar die Bildung von approximalen Papillen, dennoch ist es rezessionsanfälliger. Dadurch erhöht sich das ästhetische Risiko erheblich<sup>18,21</sup>. Liegt gesundes parodontales Weichgewebe mit einem ungünstigen, dünnen und fragilen Biotyp vor, ist es möglich, die Implantate weiter nach apikal zu positionieren (Abb. 1c). Dennoch muss trotz dieser Implantatpositionierung bei einem gewebschwachen Biotyp mit Rezessionen der Mukosa gerechnet werden, die eventuell zusätzliche chirurgische Weichgewebemaßnahmen erforderlich machen<sup>22</sup>. Der Grad der Verschiebung ist von den lokalen Charakteristika abhängig. Die apikale Positionierung sollte demnach ausreichen, um eine Diskrepanz zwischen dem prothetisch zu rekonstruierenden Kronendurchmesser

an der Weichgewebegrenze (Implantatdurchtrittsprofil) und dem Implantatdurchmesser auszugleichen. Beträgt zum Beispiel die Plattform eines Implantats, das einen mittleren Schneidezahn ersetzen soll, 4 mm und der Durchmesser der Krone an der Durchtrittsstelle 8 mm, so ist eine graduelle Ausformung nur dann möglich, wenn das Implantat etwa 3 mm apikal zur marginalen Gingiva gesetzt wird (Running room). Die Schmelz-Zement-Grenze der Nachbarzähne kann in diesem Fall nicht als Referenzpunkt dienen<sup>13</sup>.

Die apikale Positionierung eines Implantats soll zu einer Verbreiterung des Weichgewebes oberhalb des Implantats führen. Ziel ist die Gestaltung eines Sub- und Emergenzprofils zur Erhaltung von Struktur, Beschaffenheit und Architektur des marginalen Gewebes<sup>14</sup>. Dieses Protokoll kann jedoch nur dann angewandt werden, wenn die benachbarte Knochenstruktur gesund genug ist, um die Architektur der marginalen Weichgewebekontur zu unterstützen, und wenn der mesiodistale Abstand ausreicht<sup>23,24</sup>. Es besteht eine wichtige Wechselwirkung zur Präsenz

einer Papille zwischen einem Zahn und einem Implantat. Choquet et al.<sup>25</sup>, Gastaldo et al.<sup>26</sup>, Wu et al.<sup>27</sup> und Tarnow et al.<sup>24</sup> zeigten, dass in 100 % der Fälle eine Papille vorhanden war, wenn der vertikale Abstand zwischen dem krestalen Knochen und dem Kontaktpunkt der benachbarten Zahnkronen 3 bis 4 mm betrug. Bei einer vertikalen Distanz von  $\leq 2$  mm bzw.  $\leq 7$  mm verschlechterte sich die Papillenpräsenz drastisch. Degidi et al.<sup>28</sup> bestätigten diese Werte in einer neueren retrospektiven Studie an 45 Patienten mit 52 sofortversorgten Implantaten in einem Untersuchungszeitraum von bis zu 72 Monaten. Die Wahrscheinlichkeit einer Papillenformation betrug bei einem vertikalen Abstand von 3 mm 100 %, bei einem Abstand von 3 bis 7 mm noch 91,72 %, sank jedoch signifikant mit zunehmendem Abstand (Tab. 1). Die Regeneration der dentoimplantären Papille scheint demnach nicht von den krestalen Knochenabbauvorgängen beeinflusst zu werden. Zur Erhöhung der Vorhersagbarkeit des ästhetischen Langzeitergebnisses wird daher in der Literatur ein vertikaler Abstand von ca. 3 mm zwischen Knochenkresta und Approximalkontaktpunkt der Kronen angegeben, um das Vorhandensein einer Papille zu gewährleisten<sup>19,26-31</sup>.

Alternative Verfahren zum Erhalt oder zur Wiederherstellung von Papillen umfassen eine apikale Verschiebung des Kontaktpunkts durch restaurative Maßnahmen, eine Veränderung der Form des prothetischen Aufbaus oder eine Verlagerung des krestalen Knochenlevels des Nachbarzahns durch kieferorthopädische Maßnahmen (forcierte Eruption)<sup>15,32</sup>.

## ■ Mesiodistale Positionierung

Die Ausformung der biologischen Breite und die damit einhergehende krestale Knochenrezession hat

nicht nur eine vertikale Komponente, sondern führt auch zu einem horizontalen Knochenverlust und wird auf etwa 1,5 mm geschätzt<sup>26,33</sup>. Daher ist bei der Positionierung des Implantats ein ca. 2 mm großer Abstand zwischen Implantat und Nachbarzahn an der Knochenkresta sinnvoll (Abb. 2a). Ein größerer Abstand von mehr als 3 mm wird zwischen zwei Implantaten empfohlen, um einen lateralen, übergreifenden Knochenabbau sowie einen krestalen Rückgang und eine Vergrößerung des Abstands zwischen Knochenkresta und Kontaktpunkt zu verhindern<sup>33</sup>. Dies würde zu einer Verlagerung der marginalen Weichgewebe nach apikal führen (Abb. 2b)<sup>30</sup>. Degidi et al.<sup>34</sup> zeigten in einer Untersuchung an 52 Patienten mit 159 sofortversorgten Implantaten nach 24 Monaten, dass ein Inter-Implantatabstand von 2 bis 4 mm eine 85%ige Wahrscheinlichkeit der vollständigen Papillenregeneration gewährleistete (Tab. 2). Je geringer der Abstand zwischen Implantat und Nachbarzahn oder Implantat war, desto größer gestaltete sich der krestale Knochenabbau. Ein vergleichbares Phänomen der Zahnwurzelproximität mit dem Engstand natürlicher Zähne wurde bereits 1987 von Kramer<sup>35</sup> in der Parodontologie beschrieben.

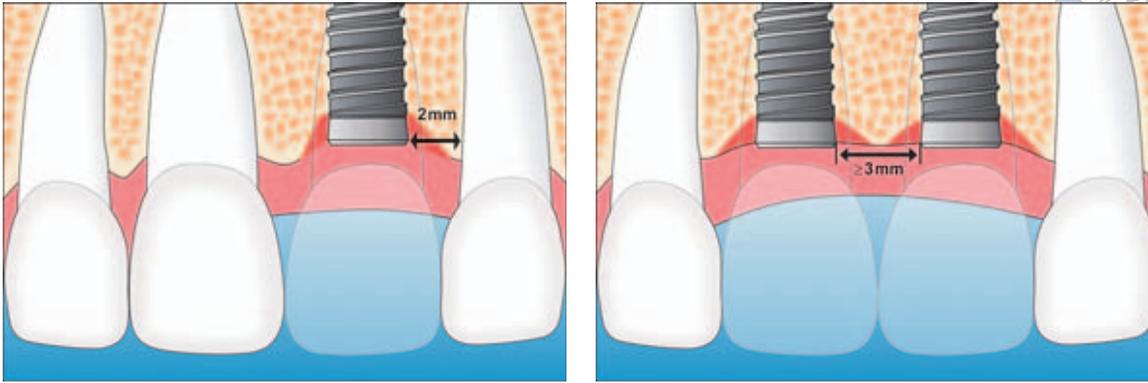
Um das Risiko eines Papillenverlustes zwischen Implantaten zu minimieren, können Implantate mit kleinerem Durchmesser verwendet werden. Eine weitere Möglichkeit ist, die Nachbarzähne vor der Implantatversorgung kieferorthopädisch zu distalisieren, um ein ausreichendes mesiodistales Platzangebot zu schaffen<sup>23,36</sup>.

## ■ Bukkolinquale Positionierung

Natürlicherweise wird die bukkolinquale Position durch eine imaginäre Verbindungslinie zwischen dem Mittelpunkt der benachbarten Schneidezähne oder

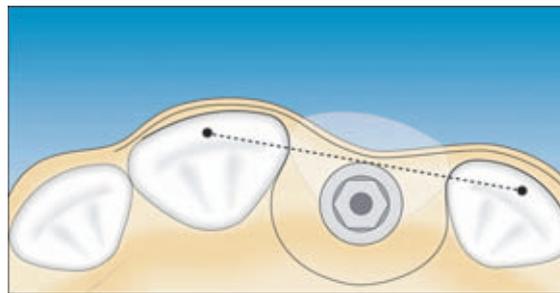
**Tabelle 1** Präsenz der interapproximalen Papille zwischen Zahn und Implantat in Prozent bei zunehmendem vertikalem Abstand (x) zwischen krestalem Knochen und Kontaktpunkt der benachbarten Zahnkronen (Degidi et al.<sup>28</sup>).

Monate	x < 3	3,01 < x < 4	4,01 < x < 5	5,01 < x < 6	6,01 < x < 7	7,01 < x
6	100 %	81 %	86 %	79 %	86 %	100 %
12	100 %	92 %	94 %	86 %	100 %	86 %
24	100 %	100 %	100 %	83 %	100 %	83 %
36	100 %	100 %	100 %	91 %	100 %	66 %



**Abb. 2a und b** Ein minimaler mesiodistaler Abstand von 2 mm zwischen Implantat und natürlichem Zahn (a) oder  $> 3$  mm zwischen Implantaten (b) sollte bewahrt werden, um lateralen Knochenabbau zu vermeiden.

in der Mitte des zahnlosen Kiefers festgelegt. Im ästhetischen Bereich wird das Implantat jedoch nicht direkt mittig gesetzt, sondern etwas nach palatinal (Abb. 3)<sup>37</sup>. Aufgrund dieses Protokolls kann eine bukkale Knochenlamelle von etwa 1 bis 2 mm erhalten und ein Durchscheinen der Implantatschulter oder eines Metallaufbaus durch die Mukosa verhindert werden. Ein solcher Nachteil entsteht infolge der Remodellierung des krestalen Knochens, die im Laufe der Zeit einer Verschmälerung des Kiefers nach bukkolingual verursacht<sup>38-41</sup>.



**Abb. 3** Ästhetisches Fenster nach Gomez-Roman<sup>37</sup> zur Bestimmung der optimalen Implantatposition. Das Implantat sollte geringfügig palatinal gesetzt und stabilisiert werden.

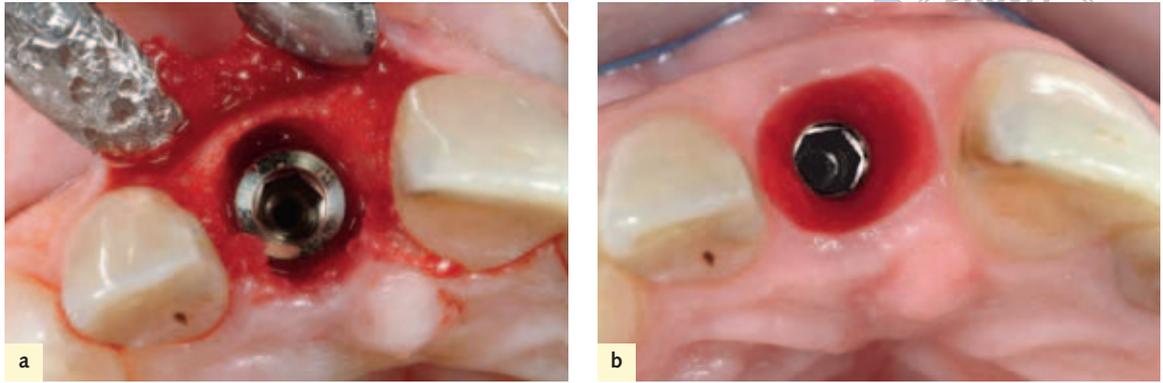
In der Literatur wird mehrfach über den Verlust des periimplantären Weichgewebes berichtet. Dieser tritt vor allem in der frühen Phase der Nachsorge, also in den ersten sechs Monaten nach der Eingliederung der Suprakonstruktion, auf. Danach besteht in der Regel die Tendenz einer Stabilisierung. Eine leichte Verringerung der Sondierungstiefe und der Dicke der periimplantären Schleimhaut wurden ebenfalls beobachtet<sup>42</sup>. Bei der Ausrichtung der Implantatposition im anterioren Oberkieferbereich ist es außerordentlich wichtig, den gesamten Implantatkörper – und nicht nur die Implantatschulter – nach palatinal zu orientieren. Eine Angulation der Implantatschulter nach bukkal ist zu vermeiden, da sonst während der

prothetischen Eingliederung eine Spannung der facialen Gewebe erzeugt und ein Rückgang der ortständigen Weichgewebe verursacht wird. Bei einer palatinal orientierten Implantatpositionierung empfiehlt sich gleichzeitig eine tiefere apikale Insertion des Implantats, um den Erhalt von 4 bis 5 mm Schleimhautdicke für die Erzeugung eines natürlichen Implantataustrittsprofils zu gewährleisten. Die Längsachse des Implantatkörpers wird dabei an den Cinguli der Zahnreihe ausgerichtet, um eine bessere Verteilung der okklusalen Kräfte zu ermöglichen<sup>23</sup>. Im Fall eines unzureichenden Knochenangebots in

**Tabelle 2** Präsenz der interapproximalen Papille zwischen zwei sofortversorgten Implantaten in Prozent bei zunehmendem horizontalen Abstand (x) (Degidi et al.<sup>34</sup>).

Monate	$x < 2$	$2,01 < x < 3$	$3,01 < x < 4$	$x > 4$
0	58 %	56 %	46 %	36 %
6	65 %	71 %	65 %	46 %
12	77 %	91 %	77 %	63 %
24	81 %	88 %	88 %	73 %

**Abb. 4a und b** Sofortimplantation in regio 11 unter Beachtung des mesiodistalen Abstands zwischen Implantat und natürlichen Zähnen von jeweils 2 mm bei der Implantatinserterion (a) sowie nach Hart- und Weichgewebeintegration (b).



**Abb. 4c bis e** Zustand nach periimplantärer Weichgewebeausformung (c) und Einsetzen eines Zirkonium-Implantataufbaus sowie Eingliederung der vollkeramischen Krone (d und e).

Höhe und/oder Breite können vor der Implantation Augmentationsmaßnahmen durchgeführt werden, um das notwendige Knochenvolumen zu erhöhen. Werden Implantate in eine frische Extraktionsalveole gesetzt, empfiehlt es sich, deren Positionierung nicht nach der Alveole auszurichten. Das Implantat wird vielmehr palatinal inseriert und stabilisiert, um die Diskrepanz zwischen Krone und Wurzel zu kompensieren, die bei Implantaten nicht vorliegt<sup>43,44</sup>.

### ■ Klinische Fälle

Einige klinische Fälle sollen das Vorgehen bei der optimalen Implantatpositionierung im Zusammenhang mit der Weichgewebeausformung verdeutlichen (Abb. 4 und 5).

### ■ Schlussfolgerung

In der ästhetisch anspruchsvollen Frontzahnregion stellt die Implantattherapie eine zugleich wertvolle,

aber auch herausfordernde Alternative zum Ersatz verloren gegangener Zähne dar. Es sind Kenntnisse der periimplantären Strukturen und ihrer Veränderungen erforderlich, um funktionelle, stabile und ästhetische Langzeitergebnisse erzielen zu können. Aus diesem Grund wurden im vorliegenden Artikel nicht nur chirurgische und prothetische Protokolle vorgestellt, sondern auch biologische Faktoren berücksichtigt. Von den drei diskutierten Charakteristika scheint der apikokoronale Aspekt am meisten zu polarisieren. In klinischen, radiologischen und histologischen Studien wurde nach Implantatinserterion ein Knochenverlust unterhalb des benachbarten krestalen Knochenniveaus belegt.

Innerhalb der Diagnosefaktoren zur ästhetischen Risikoanalyse gewinnt die dreidimensionale Implantatpositionierung in Kombination mit dem gingivalen Biotyp der Zielregion, dem approximalen Knochenniveau der Nachbarzähne sowie der Höhe und Breite der Hart- und Weichgewebe an Bedeutung. In Fällen, in denen keine Gewebedefizite vorliegen, lassen sich mit implantatgetragenen Einzelkronen im Frontzahnbereich vorhersagbare ästhetische Ergebnisse erzie-

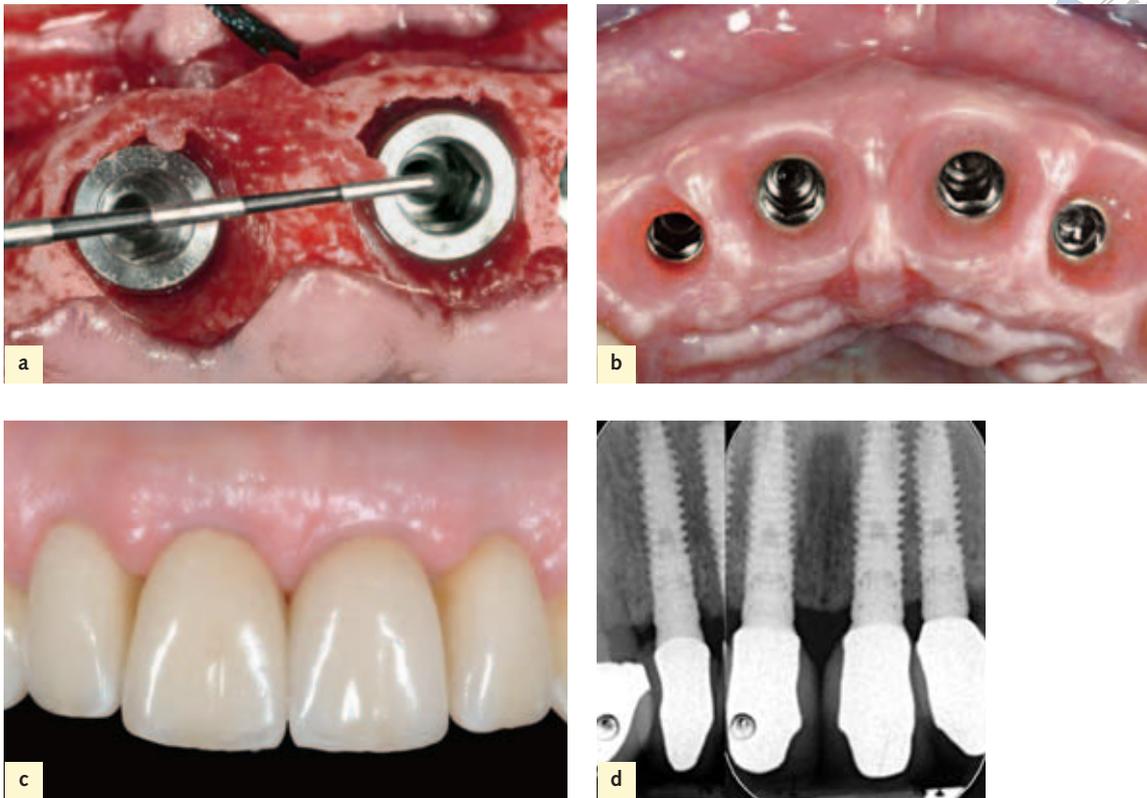


Abb. 5a bis d Periimplantäres Knochenremodelling und Papillenverlust durch Unterschreitung des minimalen mesiodistalen Abstands von  $> 3$  mm zwischen multiplen Implantaten.

len, da die Strukturen der Nachbarzähne zur Unterstützung der periimplantären Gewebe beitragen.

Beim Ersatz von mehreren benachbarten fehlenden Zähnen ist die Berechenbarkeit des ästhetischen Endergebnisses, insbesondere im Hinblick auf das interimplantäre Weichgewebe, schwierig. Während Erfolgskriterien zur funktionellen Beurteilung von Implantaten (Stabilität, krestaler Knochenabbau, prothetische Komplikationen) weithin zur Bestimmung des Implantaterfolgs akzeptiert werden, fehlt es noch immer an präzise definierten Kriterien zur Beurteilung des ästhetischen Behandlungserfolgs, die die Identifikation geeigneter chirurgischer und prothetischer Implantatprotokolle ermöglichen könnten.

## Literatur

- Kokich VO jr, Kiyak HA, Shapiro PA. Comparing the perception of dentists and lay people to altered dental esthetics. *J Esthet Dent* 1999;11(6):311-324.
- Chiche GJ, Pinault A. Esthetics of anterior fixed prosthodontics. Textbook. Chicago: Quintessence Publ, 1994:13-31.
- Magne P, Belser U. Bonded porcelain restorations. Textbook. Berlin: Quintessence Publ, 2002:58-96.
- Salama M, Salama H, Garber DA. Guidelines for aesthetic restorative options and implant site enhancement. *Pract Proced Aesthet Dent* 2002;(14)2:125-130.
- Garber DA, Salama M. The aesthetic smile: diagnosis and treatment. *Periodontology* 2000 1996;11:18-28.
- Jemt T. Regeneration of gingival papillae after single-implant treatment. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1997;17:326-333.
- Garber DA. The esthetic dental implant: letting restoration be the guide. *J Oral Implantol* 1996;22(1):45-50.
- De Boever AL, de Boever JA. Guided bone regeneration around non-submerged implants in narrow alveolar ridges: a prospective long-term clinical study. *Clin Oral Implants Res* 2005;16(5):549-556.
- Emtiaz S, Noroozi S, Carames J, Fonseca L. Alveolar vertical distraction osteogenesis: historical and biologic review and case presentation. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26(6):529-541.
- Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Schoolfield JD, Cochran DL. Biologic width around one- and two-piece titanium implants. A histometric evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:559-571.
- Garber DA, Salama A, Salama MA. Two-stage versus one-stage – is there really a controversy? *J Periodontol* 2001;72:417-421.
- Cochran D, Hermann JS, Schenk R, Higginbottom FL, Buser D. Biologic width around titanium implants. A histometric analysis of the implanto-gingival junction around unloaded and loaded non-submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 1997;68:186-198.
- Schincaglia GP, Nowzari H. Surgical treatment planning for the single-unit implant in aesthetic areas. *Periodontology* 2000 2001;27:162-182.

14. Quirynen M, van Steenberghe D. Bacterial colonization of internal part of two-stage implants. An in vivo study. *Clin Oral Implants Res* 1993;4:158-161.
15. Saadoun A, Le Gall M, Touati B. Selection and ideal tridimensional implant position for soft tissue aesthetics. *Pract Proced Aesthet Dent* 1999;11:1067-1072.
16. Berglundh T, Lindhe J. Dimension of the peri-implant mucosa: biological width revised. *J Clin Periodontol* 1996;26:971-973.
17. Palacci P, Ericsson I, Engstrand P, Rangert B. Optimal implant positioning and soft tissue management for Brånemark system. Chicago: Quintessence Publ, 1995.
18. Kann JY, Rungcharassaeng K, Umezu K, Kois JC. Dimensions of peri-implant mucosa: an evaluation of maxillary anterior single implants in humans. *J Periodontol* 2003;74(4):557-562.
19. Tarnow D, 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(12):1785-1788.
20. Belser U, Buser D, Higginbottom F. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding esthetics in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004; 19(Suppl):73-74.
21. Kois JC. Predictable single tooth peri-implant esthetics: five diagnostic keys. *Compend Contin Educ Dent* 2001;22(3): 199-206.
22. Belser UC, Buser D, Hess D, Schmid B, Bernard JP, Lang NP. Aesthetic implant restorations in partially edentulous patients – a critical appraisal. *Periodontology* 2000 1998;17: 132-150.
23. Grunder U. Stability of the mucosa; topography around single-tooth implants and adjacent teeth: 1-year results. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000;20:11-17.
24. Tarnow D, Elian N, Fletcher P, et al. Vertical distance from the crest of bone to the height of interproximal papilla between adjacent implants. *J Periodontol* 2003;74:1785-1788.
25. Choquet V, Hermans M, Adriaenssens P, Daelemans P, Tarnow DP, Malevez C. Clinical and radiographic evaluation of the papilla level adjacent to single-tooth dental implants. A retrospective study in the maxillary anterior region. *J Periodontol* 2001;72:1364-1371.
26. Gastaldo JF, Cury PR, Sendyk WR. Effect of the vertical and horizontal distances between adjacent implants and between a tooth and an implant on the incidence of interproximal papilla. *J Periodontol* 2004;75:1242-1246.
27. Wu YJ, Tu YK, Huang SM, Chan CP. The influence of the distance from the contact point to the crest of bone on the presence of the interproximal dental papilla. *Chang Gung Med* 2003;26(11):822-888.
28. Degidi M, Nardi D, Piattelli A. Peri-implant tissue in the immediately-restored single tooth implant: a retrospective analysis in a period of 12 to 72 months. (zur Publikation angenommen).
29. Schnabel T, Dhom G, Gehrke P. Anatomische Voraussetzungen für eine Papillenpräsenz bei Einzelzahnimplantaten. *Dent Implantol* 1998;2(3):180-188.
30. Novaes AB jr, Papalexou V, Muglia V, Taba M jr. Influence of interimplant distance on gingival papilla formation and bone resorption: clinical-radiographic study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21:45-51.
31. Gehrke P, Enomoto H, Neugebauer J, Schnabel T. Contribution of interproximal dento-implant architecture on papilla presence or absence. Scientific Poster. 7th International Symposium on Periodontics & Restorative Dentistry Boston, June 1-4,2000.
32. Salama MA, Salama H, Garber DA. Guidelines for aesthetic restorative options and implant site enhancement: The utilization of orthodontic extrusion. *Pract Proced Aesthet Dent* 2002;14:125-130.
33. 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.
34. Degidi M, Nardi D, Piattelli A. Peri-implant tissue and radiographic bone levels in the immediately restored single-tooth implant: a retrospective analysis. *J Periodontol* 2008;79(2): 252-259.
35. Kramer GM. A consideration of root proximity. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1987;7:8-33.
36. Scarano A, Assenza B, Piattelli M, et al. Interimplant distance and crestal bone resorption: a histologic study in canine mandible. *Clin Implant Dent Relat Res* 2004;6:150-156.
37. Gomez-Roman G. Flap methods and implant positioning. Surgical recommendations for the single tooth gap. *Z Zahnärztl Impl* 2003;19(4).
38. Chiche F, Leriche M. Multidisciplinary implant dentistry for improved aesthetics and function. *Pract Proced Aesthet Dent* 1998;10:177-186.
39. Spray JR, Black CG, Morris HF, Ochi S. The influence of bone thickness on facial marginal bone response: stage-1 placement through stage-2 uncovering. *Ann Periodontol* 2000;5:119-128.
40. Hermann JS, Cochran DL, Nummikoski PV, Buser D. Crestal bone changes around titanium implants. A radiographic evaluation of unloaded nonsubmerged and submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 1997;68:1117-1130.
41. 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.
42. Bengazi F, Wennström JL, Lekholm U. Recession of the soft tissue margin at oral implants. A 2-year longitudinal prospective study. *Clin Oral Impl Res* 1996;7:303-310.
43. Schulte W. Klinische und wissenschaftliche Aspekte des Einzelzahnimplantates. *Z Zahnärztl Implantol* 1987;3:135-136.
44. Gomez-Roman G, Schulte W, d'Hoedt B, Axman-Krcmar D. The FRIALIT®-2 implant system: Five-year clinical experience in single-tooth and immediately postextraction applications. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12:299-309.

## Three-Dimensional Positioning of Implants: A Focus on Esthetics

**KEYWORDS** *Three-dimensional implant positioning, esthetics, treatment planning, marginal tissue recession, proximal papilla loss*

Patients may not always be completely satisfied with the esthetic result of their implant treatment and restorations. They may have had unrealistic expectations with regard to expected treatment outcomes – but their dissatisfaction may also have its roots in insufficient treatment planning and incorrect implant positioning. Marginal tissue recession and proximal papilla loss may be the result. In many cases, however, compromised esthetic outcomes can be avoided by appropriate surgical measures being taken at the time of implant insertion. Prosthetically guided implant insertion in an anatomically defined three-dimensional position allows treatment providers to reduce the incidence of esthetic problems. The present article examines different surgical protocols on the basis of recent publications, discusses pertinent biological fundamentals and gives recommendations for three-dimensional implant positioning, taking the local anatomical situation and the future prosthetic superstructure into due account. It also analyzes predictability and reproducibility aspects of an esthetic implant treatment.

