

Louisa Mewes, Jeremias Hey, Ufuk Adali

Die prothetische Suprakonstruktion als Risikofaktor für Periimplantitis*

Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten

Die Behandlung periimplantärer Komplikationen gewinnt im Praxisalltag einen zunehmenden Anteil. Das Verständnis potenzieller Einflussfaktoren kann zu einem langfristigen Behandlungserfolg führen.

Zusammenfassung: Die Periimplantitis ist eine plaqueassoziierte pathologische Erkrankung, die in Geweben um Zahnimplantate auftritt. Sie ist durch eine entzündete periimplantäre Mukosa und einen daraufhin fortschreitenden Verlust von periimplantären Stützknochen gekennzeichnet [8]. Prothetisch ätiologische Faktoren wie hygieneunfähige Zahnersatzgestaltungen oder verbliebene Zementreste scheinen die Entstehung einer Periimplantitis zu begünstigen [43]. Im Verlauf des Artikels werden mehrere Merkmale prothetischer Suprakonstruktionen vorgestellt und ihre Bedeutung im Zusammenhang mit periimplantären Entzündungen wird diskutiert.

Schlüsselwörter: Implantate; Periimplantitis; Prothetik; Suprakonstruktion

Abteilung für Zahnärztliche Prothetik, Alterszahnmedizin und Funktionslehre der Charité – Universitätsmedizin Berlin: Louisa Mewes (Wissenschaftliche Mitarbeiterin), LOA Prof. Dr. Jeremias Hey MME, M.Sc., OA Dr. Ufuk Adali

* Deutsche Version der englischen Erstveröffentlichung Mewes L, Hey J, Adali U: The prosthetic superstructure as a risk factor for peri-implantitis. Dtsch Zahnärztl Z Int 2022; 4: 11–17

Zitierweise: Mewes L, Hey J, Adali U: Die prothetische Suprakonstruktion als Risikofaktor für Periimplantitis. Dtsch Zahnärztl Z 2022; 77: 37–44

Peer-reviewed article: eingereicht: 02.03.2021, revidierte Fassung akzeptiert: 27.07.2021

DOI.org/10.53180/dzz.2022.0005

The prosthetic superstructure as a risk factor for peri-implantitis

Abstract: Peri-implantitis is a plaque-associated pathological disease occurring in tissues surrounding dental implants. It is characterized by an inflamed peri-implant mucosa and subsequent progressive loss of peri-implant supporting bone [8]. Prosthodontic etiologic factors such as hygiene-incompetent prosthetic designs or residual cement seem to favor the development of peri-implantitis [43]. In the course of the article, several characteristics of prosthetic superstructures are presented and their significance in relation to peri-implant inflammation is discussed.

Keywords: implants; peri-implantitis; prosthetic; superstructure

Einleitung

Aus der fünften Deutschen Mundgesundheitsstudie geht hervor, dass der 35- bis 44-jährigen deutschen Bevölkerung im Durchschnitt bereits 2,1 Zähne fehlen [25]. Zu den häufigsten Ursachen für Zahnverlust zählen Karies und Parodontitis. Nur ein kleiner Teil der Zähne geht aufgrund eines Traumas verloren. Durch dentale Implantate ist ein Lückenschluss ohne das Beschleifen gesunder Zähne möglich. Enossale dentale Implantate erreichen Überlebensraten von ca. 96% nach 10 Jahren [22]. Die Langzeitprognose kann durch die Entstehung einer Periimplantitis erheblich beeinträchtigt sein. Systematische Übersichten zeigen eine große Prävalenzbreite der Periimplantitis von 1–47% [13]. Metaanalysen errechneten mittlere Periimplantitis-Prävalenzen von 22% [13] und eine mittlere implantat- und subjektbasierte Periimplantitis-Prävalenz von 9–20% [30]. Um periimplantäre Komplikationen zu verhindern, gilt es Zahnersatz so anzufertigen, dass eine optimale Reinigung des narbigen, abwehrschwachen periimplantären Gewebes möglich ist. Die Implantatplanung legt dafür die Basis. Im Gegensatz zum parodontalen Ligament, bei dem die dentogingivalen und dentoalveolären Kollagenfaserbündel vom Wurzelzement in laterale, koronale und apikale Richtung ausstrahlen, sind die Kollagenfaserbündel am Implantat vom Periost parallel zur Implantatoberfläche orientiert. Zudem enthält das Bindegewebe im supra-

krestalen Bereich mehr Kollagenfasern, aber weniger Fibroblasten und vaskuläre Strukturen.

Implantatplanung

Im Sinne einer rückwärts orientierten Behandlungsplanung steht am Beginn ein zuvor definiertes prothetisches Ziel. Die optimale Gestaltung des Zahnersatzes, beispielsweise durch ein idealisiertes Wax-up/Set-up simuliert, bestimmt eine günstige prospektive Implantatposition. Anhand der vertikalen Höhe bis zum Antagonisten oder auch der Implantatangulation kann im Vorfeld beurteilt werden, ob ein implantatgetragener Zahnersatz feststehend (verschraubt oder zementiert) verankert wird bzw. verblockt werden muss oder eine herausnehmbare Lösung anzustreben ist. Weiterhin kann abgeschätzt werden, inwieweit die Einhaltung der biologischen Breite mit einer Distanz von 2–3 mm von der rauen, auf Knochenniveau befindlichen Implantatoberfläche und der Suprakonstruktion möglich ist und sich ggf. auf das ästhetische Erscheinungsbild auswirkt [42]. Zudem sollte festgelegt werden, ob zusätzliche Eingriffe zur Optimierung des Hart- und Weichgewebelagers erforderlich sind, um den notwendigen Kompromiss zwischen idealer Reinigungsfähigkeit, Ästhetik und mechanischer Belastung so vorteilhaft wie möglich zu gestalten.

Implantatsystem

Die Zahl der auf dem Markt verfügbaren Implantatsysteme ist unüber-

sichtlich geworden. In Untersuchungen zeigte sich, dass es einen relevanten Zusammenhang zwischen dem Risiko für die Entstehung einer Periimplantitis und dem verwendeten System gibt [12, 19]. Designmerkmale könnten dabei eine Rolle spielen. So wird beispielsweise die Höhe der Implantatschulter, das heißt deren Lage auf Knochen- oder Weichgewebsebene, diskutiert. Auch die Konfiguration des Interface wird in Erwägung gezogen. Trotz der großen Präzision der dentalen Implantologie findet eine bakterielle Besiedlung im Inneren dentaler Implantate statt [36]. Der Penetrationsweg der bakteriellen Besiedlung erfolgt über Mikrospalten zwischen dem Implantat und der Suprakonstruktion wie auch über Schraubenkanäle. Diese implantatinterne Mikroflora ist für Mundhygienemaßnahmen unzugänglich. Es zeigte sich, dass bei Implantaten mit konischen Innenverbindungen die Mikrospalte am Übergang von Implantat zu Suprakonstruktion verringert und die bakterielle Penetration reduziert werden kann [5, 7, 14, 28, 45]. Bisher gibt es jedoch keinen Beweis für die klinische Bedeutsamkeit dieses Aspekts. Es kann die Empfehlung gegeben werden, unabhängig vom Implantatdesign Systeme mit guter klinischer Studienlage zu bevorzugen.

Hygienefähigkeit

Prothetische Rehabilitationskonzepte sollten eine vollständige Plaquekontrolle und eine 360°-Reinigungsfähigkeit des periimplantären Bereichs ermöglichen. Dafür muss die Modellierung des Zahnersatzes die Zugänglichkeit für Mundhygieneartikel gewährleisten. Neben der Zahnbürste kommen Interdentalraumbürsten und Superfloss in Betracht. Unzugängliche Bereiche sind zu vermeiden und Führungsfunktionen für Reinigungsinstrumente wie Interdentalraumbürsten sollten eingearbeitet werden. Bei allen Arten der implantatgetragenen Restaurationen ist darauf zu achten, dass der Patient die Reinigung selbstständig durchführen kann. Die häusliche Pflege und eine konsequente professionelle Nachsorge sind für den langfristigen Erfolg von Zahnimplantaten entscheidend [41]. Es bietet sich an, Nachsorgeintervalle nicht

standardisiert, sondern patientenspezifisch nach individueller Risikoeermittlung festzulegen. Bei der Risikoermittlung sollten Indikatoren wie schlechte Mundhygiene zum Beispiel infolge eingeschränkter manueller Fähigkeiten, Zigarettenkonsum, parodontale Vorerkrankungen, genetische Prädispositionen oder auch systemische Erkrankungen wie Diabetes mellitus berücksichtigt werden [21].

Gestaltung der Suprakonstruktion

Der enossale Teil eines osseointegrierten Implantats ist idealerweise von Knochen umgeben und daher nicht der Biofilmbildung ausgesetzt. Im Gegensatz dazu steht der transmukosale Teil, der von Mikroorganismen besiedelt wird [17]. Neben Faktoren wie der Komposition des oralen Mikrobioms beeinflussen auch prothetische Aspekte die lokale Biofilmentstehung. Dies können die Oberflächenbeschaffenheit, das Design des Zahnersatzes selbst und dessen Zugänglichkeit für die Mundhygiene sein [35, 51].

Die üblicherweise zentrale Implantatposition bei zahnbegrenzten Seitenzahnlücken im Molarenbereich verursacht häufig Restaurationen mit viel größerer Ausdehnung als die Durchmesser der Implantatschultern. Aufgrund des Größenunterschieds können am Übergang zwischen Implantatschulter und Restauration Nischen entstehen. Diese erschweren die Zugänglichkeit für Mundhygieneartikel, was die Entwicklung periimplantärer Erkrankungen begünstigen kann [35, 41].

Durch Reduktion der vestibulor-oralen Ausdehnung der Zahnkrone lässt sich die Zugänglichkeit für die Reinigung verbessern. Allerdings müssen ästhetische Einschränkungen aufgrund der abweichenden Zahnmorphologie akzeptiert werden. In einer In-vitro-Untersuchung zur Entfernung simulierter Biofilme an implantatgetragene Molarenkronen wurde alternativ ein modifiziertes Kronendesign vorgestellt [47]. Dabei wird das Implantat unter Berücksichtigung des Mindestabstands zwischen der Implantatschulter und dem Nachbarzahn bzw. Nachbarimplantat weiter mesial oder distal des zu erset-

zenden Zahns platziert. Dies ermöglicht eine Restauration bestehend aus einer Prämolarenkrone in Kombination mit einem freitragenden Brückenglied [50]. Entscheidend ist die Platzierung eines für den Patienten gut erreichbaren Putzkanals im Bereich des Verbinders. Der Reinigung unzugängliche Bereiche können bei diesem Vorgehen vermieden werden, und der Putzkanal kann die Zugänglichkeit für Mundhygieneartikel erleichtern.

Putzkanäle an implantatgetragene Restaurationen führen Hilfsmittel wie Interdentalraumbürsten zu dem periimplantären Weichgewebsabschluss und ermöglichen so eine gezielte Reinigung. Wenn eine Modellation dieser Führungen an der Restauration selbst nicht möglich ist, zum Beispiel bei herausnehmbaren Prothesen mit Funktionsrandgestaltung, können individuelle Putzschienen gefertigt werden.

Bei festsitzendem Zahnersatz ist ein oral und vestibulär offenes Design indiziert, ebenso wie eine konvexe Gestaltung der Basen der Brückenzwischenglieder. Das Emergenzprofil sollte konkav gestaltet und ein Emergenzwinkel von ≥ 30 Grad vermieden werden [51]. Dadurch werden unzugängliche Nischen vermieden, und die Spülfunktion des Speichels wird verbessert. Zudem kann ein Verzicht auf ausgedehnte Verblockungen den Zugang für Mundhygienehilfsmittel optimieren. In zahnlosen Kiefern erleichtern rein implantatgetragene, herausnehmbare Konstruktionen die Pflege.

Die bakterielle Adhäsion an Oberflächen wird stark von der Oberflächenrauheit beeinflusst [10]. So ist die bakterielle Besiedlung auf rauen Oberflächen größer als auf glatten Oberflächen. Verkratzte oder beschädigte transmukosale Aufbauteile sollten daher, sofern möglich, ausgetauscht und Rauigkeiten der Oberflächen nachpoliert und geglättet werden. Ein Mittenrauwert (Ra) der Oberflächenrauheit $< 0,2 \mu\text{m}$, wie zum Beispiel durch Hochglanzpolitur erzielbar, scheint jedoch keinen weiteren Effekt auf die quantitative und qualitative bakterielle Besiedlung zu haben und kann daher als Schwellenwert betrachtet werden [9]. Neben

der Oberflächenrauheit zeigen sich auch materialspezifische Unterschiede, deren klinischer Einfluss auf die Plaquebesiedlung jedoch nicht geklärt ist. So zeigen mehrere Untersuchungen, dass im Vergleich zu Zirkoniumdioxidabutments bei Titanabutments eine stärkere bakterielle Besiedlung stattfindet [15, 20, 40]. Zudem scheint sich die Zusammensetzung des Speichelhäutchens auf verschiedenen Oberflächen zu unterscheiden. Eine In-vitro-Untersuchung zeigte eine andere Proteinzusammensetzung des Speichelhäutchens auf Titanoberflächen im Vergleich zu Schmelzoberflächen [16]. Ein Einfluss auf die bakterielle Zusammensetzung des Biofilms war in den unterschiedlichen Speichelhäutchen jedoch nicht nachzuweisen [31].

Okklusale Überbelastung

Eine vorzeitige, übermäßige okklusale und/oder außeraxiale Belastung kann sich nachteilig auf die Osseointegration von Implantaten auswirken und im schlimmsten Fall zum Verlust führen [38]. Die Rolle einer okklusalen Überbelastung bei osseointegrierten dentalen Implantaten wird kontrovers diskutiert. Die Literatur beschreibt Fälle, bei denen es durch eine Überbelastung der Implantate zu vermehrten biologischen und technischen Misserfolgen gekommen sei, während andere Studien keinen signifikanten Einfluss feststellen konnten [23, 24, 29, 32]. Das Problem besteht darin, dass es keine Werte zur Beurteilung einer Überbelastung gibt.

Bei der provisorischen Sofortversorgung kleiner festsitzender Restaurationen sollten statische und dynamische Kontakte entfernt werden. In Gegensatz dazu kann auf diese bei umfangreichen Konstruktionen nicht verzichtet werden. Eine ausreichende Primärstabilität bei allen Implantaten und ihre Verblockung sind dann dringend anzuraten.

Gelockerte Schrauben oder ein krestaler Knochenverlust gelten als die ersten klinisch erkennbaren Anzeichen einer Implantatüberbelastung. Diese kann viele Ursachen haben, so beispielsweise ein ungünstiges Verhältnis zwischen Implantatdurchmesser oder -länge und den aufzunehmenden Kräften. Auch Zahl



Abbildungen 1a–d Dieses Fallbeispiel zeigt die Versorgung einer Schaltlückensituation Regio 34–36 mittels implantatgetragener Einzelzahnkronen. Dabei erfolgte eine dentalhygienische Gestaltung im Molarenbereich unter Verwendung eines alternativen Kronendesigns mit Putzkanal. Die Implantation wurde mittels Bohrschablone teilgeführt. **Abbildung 1a** Eingegliederte Bohrschablone in situ mit sichtbaren Hülsen Regio 34, 35, 36. Im Rahmen der Implantatplanung und unter Berücksichtigung der Mindestabstände wurde die prospektive Implantatposition 36 weiter distal platziert.



Abbildung 1b Klinische Situation inserierter Implantate 34, 35 und 36 vor Abformung. Die weiter distal gewählte Position von 36 wird deutlich.



Abbildung 1c Gefertigter Zahnersatz auf Meistermodell mit okklusalen Schraubenzugängen



Abbildung 1d Röntgenologische Darstellung der Implantatversorgung 36 nach Eingliederung. Das schlanke Austrittsprofil in Kombination mit einem mesial freitragenden Brückenglied ist erkennbar. Die zusätzliche Schaffung eines Putzkanals durch das konkave Austrittsprofil mesial in Verbindung mit dem freitragenden Brückenglied ermöglicht eine gezielte Reinigung am periimplantären Weichgewebsabschluss.

und Position der Implantate, die Länge von Extensionsgliedern oder übermäßige parafunktionelle Kräfte haben einen Einfluss [44].

Um zu entscheiden, ob Suprakonstruktionen verblockt oder unverblockt angefertigt werden können, wurde in älteren Arbeiten ab einer Relation der Kronenlänge zur osseointegrierten Implantatlänge von $\geq 0,8$ zu einer Verblockung geraten [27]. Neuere Untersuchungen zeigen je-

doch bei nicht verblockten Einzelzahnimplantaten mit einem mittleren Kronen-Implantat-Verhältnis zwischen 0,86 und 2,14 kein vermehrtes Auftreten biologischer oder technischer Komplikationen [34]. Implantate mit verblockten oder unverblockten Suprakonstruktionen zeigten keinen Unterschied im Ausmaß des krestalen Knochenverlusts oder bei den periimplantären Parametern [3, 4]. Wiederum kann sich eine Ver-

blockung negativ auf die Reinigungsfähigkeit auswirken [2]. In einer aktuellen Querschnittsuntersuchung wiesen Implantate mit beidseits verblockten Suprakonstruktionen, besonders in Kombination mit einem Emergenzwinkel von ≥ 30 Grad und einem konvexen Emergenzprofil, ein erhöhtes Periimplantitisrisiko auf [51]. Es gibt keine Hinweise darauf, dass eine verblockte oder unverblockte Gestaltung die Implantatüber-



Abbildungen 2a–c In diesem Fallbeispiel wurde eine Freisituation im dritten Quadranten durch drei Implantate (Regio 35, 36, 37) und eine dreigliedrige implantatgetragene Brückenkonstruktion versorgt. Aufgrund des Verhältnisses der Kronen- zur Implantatlänge wurden die Implantatkronen verblockt. Das mittige Implantat Regio 36 musste aufgrund von periimplantären Komplikationen entfernt werden. **Abbildung 2a** Die Röntgenologische Situation zeigt eine dentalhygienisch ungünstige Gestaltung der Implantatbrücke Regio 36 mit unzugänglichen Nischen mesial und distal sowie einem Emergenzwinkel > 30 Grad. Mesial 36 zeigt sich ein schüsselförmiger knöcherner Defekt.



Abbildung 2b Implantat 36 nach Explantation



Abbildung 2c Klinische Situation nach Explantation 36. Die Brückenkonstruktion wurde distal 35 und mesial 37 getrennt. Der knöcherner Defekt wurde mit Knochenersatzmaterial und einem freien Bindegewebs-Transplantat plastisch gedeckt, zudem wurde eine Vestibulumplastik zur Verbeerung der befestigten Gingiva durchgeführt. Die Implantatkronen Regio 35 und 36 verbleiben in situ und die Trennstellen werden poliert.

lebensrate beeinflusst. Bei beiden Designs können Komplikationen auftreten, wobei verblockte Versorgungen im Allgemeinen weniger technische Probleme aufweisen [37]. Zu wissen, bei welchen Patienten bestimmte Komplikationen wahrscheinlicher sind, ist von strategischer Bedeutung [37].

Verschrauben versus Zementieren

Im Folgenden sollen die Vor- und Nachteile der jeweiligen Befestigungsarten diskutiert und Tendenzen zu periimplantären Komplikationen aufgeführt werden. Zementierte Rekonstruktionen eignen sich für den Ausgleich unterschiedlicher Implantatachsen oder herstellungsbedingter Passungenauigkeiten sowie für ästhetisch anspruchsvolle Kronengestaltungen, da ein okklusaler oder inzisaler Schraubenzugang entfällt. Ein weiterer Vorteil wird dem passiven Sitz der Rekonstruktion zugeschrieben. So erreichten in einer Untersuchung zementierte Brücken im Vergleich zu verschraubten niedrigere Dehnungswerte [26]. Ein Nachteil zementierter Rekonstruktionen besteht in dem Risiko des Verbleibs subgingi-

valer Zementreste. In mehreren klinischen Studien zu zementierten Rekonstruktionen wurde über Weichgewebekomplikationen aufgrund von Zementüberschüssen berichtet [1, 11]. Der zurückgehaltene Zement bewirkt eine erhöhte Retention des Biofilms, was eine Periimplantitis verursachen kann [48]. In der Übersicht von Sailer et al. zeigte sich bei zementierten mehrgliedrigen Rekonstruktionen ein allgemeiner Trend zu mehr Knochenverlust verglichen mit verschraubten Rekonstruktionen [39]. Um biologische Komplikationen durch überschüssiges Zementmaterial auszuschließen, ist dessen ordnungsgemäße Entfernung essenziell. Dabei sollte der Kronenrand nicht tiefer als 1,5–2 mm subgingival liegen, da ein Zusammenhang der Menge des verbleibenden Restzements mit der Tiefe des Kronenrands zu bestehen scheint [18, 33]. Am wenigsten Restzement wird bei einer epi- oder supragingivalen Lage des Kronenrands beobachtet [33]. Durch die Wahl von individuellen Abutments kann die prospektive Lage des Kronenrands festgelegt und eine tiefe subgingivale Platzierung umgangen werden. Um schwerwiegende biologische Komplika-

tionen zu vermeiden, sollten bei der Zementierung der Rekonstruktion die oben genannten Zusammenhänge Berücksichtigung finden.

Verschraubte Rekonstruktionen eignen sich, wenn die Notwendigkeit für eine spätere Entfernung besteht, zum Beispiel aus dentalhygienischen Gründen oder bei provisorischen Restaurationen. Auch provisorische bzw. semipermanente Zementierungen werden in der Literatur diskutiert. Ähnlich wie verschraubte Versorgungen garantieren sie eine spätere zerstörungsfreie Abnahme der Restauration. Ihre klinische Bedeutung im Zusammenhang mit periimplantären Komplikationen ist jedoch unklar.

Zu den Hauptvorteilen von verschraubten Implantatversorgungen gehören die Reparaturfähigkeit und die Vermeidung von Zementresten [48]. Zudem scheinen schwerwiegende biologische Misserfolge, bei guter Passung der verschraubten Rekonstruktion, im Vergleich zu zementierten Alternativen seltener [39]. In einem systematischen Review zeigten verschraubte Rekonstruktionen jedoch mehr Weichgewebekomplikationen, zumeist in losen Abutmentschrauben begründet; die Entzün-

dungen heilten nach deren Wiederbefestigung ab [6, 39]. Der erforderliche Schraubenzugang kann Ästhetik und Okklusion sowie möglicherweise die Festigkeit der Restauration beeinflussen. So sind höhere Frakturraten der Verblendkeramik bei verschraubten Rekonstruktionen zu beobachten, die meist mit dem offenen Schraubenzugang in Verbindung gebracht werden [46, 52]. Die häufigste technische Komplikation bei verschraubten Rekonstruktionen scheint das Lösen der Abutmentschraube zu sein [49]. Verschraubte Rekonstruktionen weisen tendenziell mehr technische Probleme und höhere Verlustraten, aber weniger schwerwiegende biologische Komplikationen auf [39].

Insgesamt zeigen sich Weichgewebsentzündungen bei beiden Befestigungsoptionen. Sie werden mit überschüssigem Zement [1, 11] oder mit losen Abutmentschrauben [6] in Verbindung gebracht. Die vorwiegend technischen Komplikationen der verschraubten Rekonstruktionen sind im Vergleich zu den biologischen Komplikationen bei Zementierung mit wenig Aufwand therapierbar. Um mögliche schwerwiegende biologische Komplikationen zu vermeiden, ist es empfehlenswert, bei geeigneter klinischer Situation implantatgetragene Rekonstruktionen verschraubt zu befestigen. Allerdings gibt es keinen allgemeinen Konsens über die Überlegenheit des einen Verfahrens gegenüber dem anderen. Die Wahl der Befestigung sollte unter Abwägung der patientenspezifischen Vor- und Nachteile sowie der klinischen Situation erfolgen.

In der Literatur zeigte sich im direkten Vergleich hinsichtlich der geschätzten 5-Jahres-Überlebensrate zwischen verschraubten und zementierten Implantatkronen kein signifikanter Unterschied [39]. Bei kombiniert feststehend-herausnehmbaren dentalen Restaurationen deutet sich ein Trend zu mehr Komplikationen bei zementierten Rekonstruktionen an [39]. Bei feststehenden Full-Arch-Versorgungen lag das Komplikationsrisiko bei zementierten Rekonstruktionen signifikant höher als bei verschraubten. Keine signifikanten Unterschiede zeigten sich in den Überlebens- und Erfolgsraten von zemen-



Abbildung 3 Zusammenfassung diskutierter Aspekte, die bei der Gestaltung prothetischer Suprakonstruktionen im Zusammenhang mit Periimplantitis Berücksichtigung finden sollten

tierten und verschraubten mehrgliedrigen Rekonstruktionen.

Fazit für die Praxis

Periimplantitis ist eine plaqueassoziierte pathologische Erkrankung und kann neben patientenspezifischen Einflussgrößen wie Allgemeinerkrankungen auch durch prothetische Einflussgrößen begünstigt werden. Im Sinne des Rehabilitationskonzepts sollten zu Beginn der Implantatplanung patientenspezifische Risiken bekannt sein. Durch die rückwärts orientierte Behandlungsplanung (Backward Planning) können Gestaltungsaspekte der Suprakonstruktion bereits vor Implantation eruiert werden. Bei der Gestaltung ist auf eine 360°-Reinigungsfähigkeit zu achten. Dabei sollten ausgeprägte Verblockungen vermieden und Führungsflächen für Mundhygieneartikel geschaffen werden. Die Führungsflächen sollten eine gezielte Reinigung am periimplantären Weichgewebsabschluss ermöglichen. Putzschienen können dabei behilflich sein. Materialien mit einer geringeren bakteriellen Besiedlung können Verwendung finden und raue Oberflächen durch Politur reduziert werden. Die Kombination von einem Emergenzwinkel von $\geq 30^\circ$ Grad, einem konvexen Emergenzprofil und einer mittigen Position inner-

halb einer Brücke sollte vermieden werden. Bei provisorischer Sofortversorgung ist auf eine ausreichende Primärstabilität zu achten. Ob eine Versorgung feststehend oder herausnehmbar, verblockt oder unverblockt, verschraubt oder zementiert verankert gestaltet wird, sollte patientenspezifisch entschieden werden. Aufgrund schwerwiegender biologischer Komplikationen durch subgingivale Zementreste sollte entweder die verschraubte Befestigung bevorzugt oder eine epi- bis supragingivale Lage der Zementfuge angestrebt werden. Für den Langzeiterfolg maßgebend sind die adäquate Durchführung der häuslichen Mundhygiene und patientenspezifische Nachsorgeintervalle.

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass gemäß den Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. Abboud M et al.: Immediate loading of single-tooth implants in the posterior region. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2005; 20(1): 61–68.

2. Ahn DH et al.: Prevalence and risk factors of peri-implant mucositis and peri-implantitis after at least 7 years of loading. *J Periodontol Implant Sci*, 2019; 49(6): 397–405.
3. Al Amri MD, Kellesarian SV: Crestal bone loss around adjacent dental implants restored with splinted and non-splinted fixed restorations: a systematic literature review. *J Prosthodont*, 2017; 26(6): 495–501.
4. Al-Sawaf O et al.: Randomized clinical trial evaluating the effect of splinting crowns on short implants in the mandible 3 years after loading. *Clin Oral Implants Res*, 2020; 31(11): 1061–1071.
5. Aloise JP et al.: Microbial leakage through the implant-abutment interface of Morse taper implants in vitro. *Clin Oral Implants Res*, 2010; 21(3): 328–335.
6. Andersen E et al.: A prospective clinical study evaluating the safety and effectiveness of narrow-diameter threaded implants in the anterior region of the maxilla. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2001; 16(2): 217–224.
7. Assenza B et al.: Bacterial leakage in implants with different implant-abutment connections: an in vitro study. *J Periodontol*, 2012; 83(4): 491–497.
8. Berglundh T et al.: Peri-implant diseases and conditions: consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Clin Periodontol*, 2018; 45 Suppl 20: 286–291.
9. Bollen CM et al.: The influence of abutment surface roughness on plaque accumulation and peri-implant mucositis. (0905–7161 (Print)).
10. Bollen CM et al.: The influence of abutment surface roughness on plaque accumulation and peri-implant mucositis. *Clin Oral Implants Res*, 1996; 7(3): 201–211.
11. Bornstein MM et al.: Early loading of nonsubmerged titanium implants with a sandblasted and acid-etched (SLA) surface: 3-year results of a prospective study in partially edentulous patients. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2003; 18(5): 659–666.
12. Derks J et al.: Effectiveness of implant therapy analyzed in a Swedish population: prevalence of peri-implantitis. (1544–0591 (Electronic)).
13. Derks J, Tomasi C: Peri-implant health and disease. A systematic review of current epidemiology. *J Clin Periodontol*, 2015; 42 Suppl 16: 158–171.
14. Dibart S et al.: In vitro evaluation of the implant-abutment bacterial seal: the locking taper system. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2005; 20(5): 732–737.
15. do Nascimento C et al.: Oral biofilm formation on the titanium and zirconia substrates. *Microsc Res Tech*, 2013; 76(2): 126–132.
16. Edgerton M, Lo SE, Scannapieco FA: Experimental salivary pellicles formed on titanium surfaces mediate adhesion of streptococci. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 1996; 11(4): 443–449.
17. Fürst MM et al.: Bacterial colonization immediately after installation on oral titanium implants. *Clin Oral Implants Res*, 2007; 18(4): 501–508.
18. Gehrke P et al.: Influence of margin location and luting material on the amount of undetected cement excess on CAD/CAM implant abutments and cement-retained zirconia crowns: an in-vitro study. *BMC Oral Health*, 2019; 19(1): 111.
19. Geisinger ML et al.: Clinical decision making for primary peri-implantitis prevention: practical applications. LID – 10.1002/cap.10115 [doi]. (2163–0097 (Electronic)).
20. Grössner-Schreiber B et al.: Modified implant surfaces show different biofilm compositions under in vivo conditions. *Clin Oral Implants Res*, 2009; 20(8): 817–826.
21. Heitz-Mayfield LJ: Peri-implant diseases: diagnosis and risk indicators. *J Clin Periodontol*, 2008; 35(8 Suppl): 292–304.
22. Howe MS, Keys W, Richards D: Long-term (10-year) dental implant survival: A systematic review and sensitivity meta-analysis. *J Dent*, 2019; 84: 9–21.
23. Isidor F: Loss of osseointegration caused by occlusal load of oral implants. A clinical and radiographic study in monkeys. *Clin Oral Implants Res*, 1996; 7(2): 143–152.
24. Isidor F: Histological evaluation of peri-implant bone at implants subjected to occlusal overload or plaque accumulation. *Clin Oral Implants Res*, 1997; 8(1): 1–9.
25. Jordan AR, Micheelis W, eds.: Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). IDZ-Materialienreihe, Bd. 35, ed. I.D.Z. Zahnärzte. 2016, Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV: Köln. 617.
26. Karl M et al.: In vivo stress behavior in cemented and screw-retained five-unit implant FPDs. *J Prosthodont*, 2006; 15(1): 20–24.
27. Kirsch A NG, Ackermann KL, Nagel R, Dürr W: Die Camlog-Verbindung. Voraussetzung für ein zuverlässiges implantatprothetisches Behandlungskonzept der Zahn-für-Zahn-Restoration. *Quintessenz*, 1999(50): 1001–1018.
28. Koutouzis T et al.: Bacterial colonization of the implant-abutment interface using an in vitro dynamic loading model. *J Periodontol*, 2011; 82(4): 613–618.
29. Lang NP et al.: Ligature-induced peri-implant infection in cynomolgus monkeys. I. Clinical and radiographic findings. *Clin Oral Implants Res*, 1993; 4(1): 2–11.
30. Lee CT et al.: Prevalences of peri-implantitis and peri-implant mucositis: systematic review and meta-analysis. *J Dent*, 2017; 62: 1–12.
31. Leonhardt A, Olsson J, Dahlén G: Bacterial colonization on titanium, hydroxyapatite, and amalgam surfaces in vivo. *J Dent Res*, 1995; 74(9): 1607–1612.
32. Lindhe J et al.: Experimental breakdown of peri-implant and periodontal tissues. A study in the beagle dog. *Clin Oral Implants Res*, 1992; 3(1): 9–16.
33. Lindquist LW, Rockler B, Carlsson GE: Bone resorption around fixtures in edentulous patients treated with mandibular fixed tissue-integrated prostheses. *J Prosthet Dent*, 1988; 59(1): 59–63.
34. Meijer HJA et al.: Is there an effect of crown-to-implant ratio on implant treatment outcomes? A systematic review. *Clin Oral Implants Res*, 2018; 29 Suppl 18(Suppl Suppl 18): 243–252.
35. O’Mahony A, MacNeill SR, Cobb CM: Design features that may influence bacterial plaque retention: a retrospective analysis of failed implants. *Quintessence Int*, 2000; 31(4): 249–256.
36. Quirynen M, van Steenberghe D: Bacterial colonization of the internal part of two-stage implants. An in vivo study. *Clin Oral Implants Res*, 1993; 4(3): 158–161.
37. Ravidà A et al.: Biological and technical complications of splinted or non-splinted dental implants: a decision tree for selection. *Implant Dent*, 2018; 27(1): 89–94.
38. Sagara M et al.: The effects of early occlusal loading on one-stage titanium alloy implants in beagle dogs: a pilot study. *J Prosthet Dent*, 1993; 69(3): 281–288.
39. Sailer I et al.: Cemented and screw-retained implant reconstructions: a systematic review of the survival and complication rates. *Clin Oral Implants Res*, 2012; 23 Suppl 6: 163–201.
40. Scarano A et al.: Bacterial adhesion on commercially pure titanium and zirconium oxide disks: an in vivo human study. *J Periodontol*, 2004; 75(2): 292–296.
41. Serino G, Ström C: Peri-implantitis in partially edentulous patients: association with inadequate plaque control. *Clin Oral Implants Res*, 2009; 20(2): 169–174.
42. Spinato S, Fau-Galindo-Moreno P et al.: Minimum abutment height to eliminate bone loss: influence of implant neck

design and platform switching. (1942–4434 (Electronic)).

43. Stanford C: Dental implant outcomes may vary in patients with a history of periodontal disease. *J Evid Based Dent Pract*, 2010; 10(1): 46–48.

44. Swanberg DF, Henry MD: Avoiding implant overload. *Implant Soc*, 1995; 6(1): 12–14.

45. Tesmer M et al.: Bacterial colonization of the dental implant fixture-abutment interface: an in vitro study. *J Periodontol*, 2009; 80(12): 1991–1997.

46. Torrado E et al.: A comparison of the porcelain fracture resistance of screw-retained and cement-retained implant-supported metal-ceramic crowns. *J Prosthet Dent*, 2004; 91(6): 532–537.

47. Tuna T et al.: Removal of simulated biofilm at different implant crown designs with interproximal oral hygiene aids: An in vitro study. *Clin Oral Implants Res*, 2019; 30(7): 627–636.

48. Wadhvani C et al.: Radiographic detection and characteristic patterns of residual excess cement associated with cement-retained implant restorations: a clinical report. *J Prosthet Dent*, 2012; 107(3): 151–157.

49. Weber HP, Sukotjo C: Does the type of implant prosthesis affect outcomes in the partially edentulous patient? *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2007; 22 Suppl: 140–172.

50. Wolfart S ed.: A patient-oriented strategy (1st ed.). *Implant prosthodontics*. 2016.

51. Yi Y et al.: Association of prosthetic features and peri-implantitis: A cross-sectional study. *Journal of Clinical Periodontology*, 2020; 47(3): 392–403.

52. Zarone F et al.: Fracture resistance of implant-supported screw- versus cement-retained porcelain fused to metal single crowns: SEM fractographic analysis. *Dent Mater*, 2007; 23(3): 296–301.



Foto: L. Mewes

LOUISA MEWES

(Korrespondierende Autorin)
Abteilung für Zahnärztliche Prothetik,
Alterszahnmedizin und Funktionslehre
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Campus Benjamin Franklin – CC3
Aßmannshäuser Str. 4–6, 14197 Berlin
louisa.mewes@charite.de



Foto: U. Adali

DR. UFUK ADALI

Abteilung für Zahnärztliche Prothetik,
Alterszahnmedizin und Funktionslehre
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Campus Benjamin Franklin – CC3
Aßmannshäuser Str. 4–6, 14197 Berlin
ufuk.adali@charite.de

Autorinnen und Autoren für wissenschaftliche Beiträge gesucht

- Beschäftigen Sie sich mit einem zahnärztlichen Thema besonders intensiv?
- Möchten Sie andere an Ihrem Wissen und Ihren Erfahrungen teilhaben lassen?
- Dann schreiben Sie eine Originalarbeit, einen Übersichtsartikel oder einen Fallbericht für die DZZ – gerne in deutscher Sprache.

Nähere Informationen zum Aufbau eines wissenschaftlichen Beitrags finden Sie unter:

<https://www.online-dzz.de/autorengutachter/>

Wir beraten Sie gern! Wenn Sie eine Idee für einen wissenschaftlichen Beitrag haben, melden Sie sich gerne bei der DZZ-Schriftleitung. Unsere Kontaktdaten finden Sie auf unserer Webseite unter

<https://www.online-dzz.de/redaktion/>