



Claudio Cacaci, Hans-Joachim Lotz, Peter Randelzhofer, Paul Weigl

## Ein Zahnersatz für zwei Lebensabschnitte Ein innovativer Lösungsansatz unmittelbar vor und in der Lebensphase mit altersbedingten Erkrankungen und Behinderungen



**Claudio Cacaci**  
Dr. med. dent.

**Peter Randelzhofer**  
Dr. med. dent.

Beide:  
Kompetenzzentrum  
Implantologie München  
Balanstraße 73 / Haus 10  
81541 München

**Hans-Joachim Lotz**  
Zahntechnikermeister  
Kreuzstraße 6  
97990 Weikersheim

**Paul Weigl**  
OA Dr. med. dent.  
ZZMK Carolinum  
Johann Wolfgang Goethe-  
Universität, Abteilung für  
Zahnersatzkunde  
Theodor-Stern-Kai 7  
60590 Frankfurt/Main

**Korrespondenzadresse:**  
Dr. Claudio Cacaci  
Weinstraße 4  
80333 München  
E-Mail: dr.cacaci@cci-m.de

**INDIZES** *Teleskopretinierter Zahnersatz, Zirkoniumdioxid, implantatgetragener Zahnersatz, Geroprothetik, konisches Abutment, festsitzende Konstruktionen, herausnehmbare Konstruktionen*

Teleskopretinierter, implantatgetragener Zahnersatz war lange Zeit aufgrund fehlender geeigneter Behandlungsstrategien sowohl von zahnärztlicher als auch zahntechnischer Seite in der Implantologie vermieden worden. Die notwendige Präzision zur Herstellung einer optimalen Gerüstpassung zur Vermeidung jeglicher Prothesenkinematik ließ die Versorgungsform schnell unwirtschaftlich werden, obwohl die Vorteile für die Geroprothetik auf der Hand liegen: Eine vereinfachte Hygiene und einfache Erweiterbarkeit nach Pfeilverlust stellen klinisch relevante Vorteile dar. Basierend auf den wissenschaftlichen Arbeiten von Weigl et al. wurde es Mitte der 90er Jahre möglich, durch Galvanomesostrukturen und deren intraorale Verklebung mit der Tertiärstruktur eine spannungsfreie und hochpräzise Gerüstpassung (Spaltbildung < 5 µm) zu erreichen. Dadurch konnte nicht nur das Behandlungsprotokoll vereinfacht, sondern auch der zahntechnische Aufwand wesentlich verringert und dadurch wirtschaftlicher gestaltet werden. Im Mittelpunkt standen die intraorale Verklebung und die Einführung eines neuen Haltelements – das konische Abutment aus Keramik. Bei geriatrischen Lösungsansätzen sind in der Implantatprothetik entweder herausnehmbare oder festsitzende Konstruktionen möglich. Die Entscheidungskriterien für oder gegen festsitzenden Zahnersatz im fortgeschrittenen Alter sind vielschichtig. Von Bedeutung sind Faktoren, wie Atrophiegrad, Implantatanzahl, mögliche Implantatlokalisierung, operativer Aufwand, die manuelle und visuelle Fähigkeit des Patienten für die notwendigen Hygienemaßnahmen und letztendlich der finanzielle Aufwand. Festsitzende Konstruktionen ermöglichen die höchste Patientenakzeptanz, sind jedoch im Hygieneaufwand seitens der Patienten nicht für jeden handhabbar. Herausnehmbare Implantatkonstruktionen vereinfachen die notwendigen hygienischen Maßnahmen erheblich und sind vor allem bei reduzierter Implantatanzahl und bei Patienten angezeigt, die altersbedingt die hohen hygienischen Anforderungen, die bei festsitzendem Zahnersatz notwendig sind, nicht mehr erfüllen können oder möchten. Bei allen Konstruktionen in der geriatrischen Implantatprothetik darf der Zukunftsaspekt in Bezug auf den Allgemeinzustand des Patienten nicht außer Acht gelassen werden. Unsere Patienten altern mit den Implantatkonstruktionen. Besonders bei der Integration festsitzender Konstruktionen muss diesem Aspekt Rechnung getragen werden. Die Hygienemaßnahmen müssen also im Fall einer Pflegebedürftigkeit durch Dritte erbracht werden können, damit periimplantäre Probleme bis hin zum Implantat- respektive Konstruktionsverlust vermieden werden können. Als Halteelement wäh-

**Manuskript**  
Eingang: 02.02.2009  
Annahme: 02.03.2009



len wir die konische Primärkrone als Patrizie; als Matrize fungiert die Galvanomesostruktur, die am Ende der Prothesenherstellung in das Tertiärgerüst eingeklebt wird. Aus hygienischen und mechanischen Gründen kommt als Material für das Halteelement ausschließlich Zirkondioxid zum Einsatz. Die prothetische Konstruktion ist als Einstück-Brückenkonstruktion auf enossalen Implantaten konzipiert und wird zunächst auf den Primärteilen zementiert. Es können verschiedene Gerüst- und Verblendmaterialien zum Einsatz kommen. Die Konstruktion sichert folglich die Anpassung an veränderte gesundheitliche Lebensumstände des alternden Patienten und ist ohne Aufwand von der primär festsitzenden Lösung zu einer herausnehmbaren Lösung veränderbar.

## ■ Problemstellung

Geriatrische Lösungsansätze in der Implantatprothetik unterscheiden sich hauptsächlich hinsichtlich herausnehmbarer und festsitzender Konstruktionen. Die Entscheidungskriterien für oder gegen festsitzenden Zahnersatz im fortgeschrittenen Alter sind vielschichtig. Von Bedeutung sind Faktoren, wie Atrophiegrad, Implantatanzahl, mögliche Implantatlokalisierung, operativer Aufwand, die manuelle und visuelle Fähigkeit des Patienten in Bezug auf die notwendigen Hygienemaßnahmen und letztendlich der finanzielle Aufwand.

Teleskopretinierter, implantatgetragener Zahnersatz war lange Zeit aufgrund fehlender geeigneter Behandlungsstrategien sowohl von zahnärztlicher als auch zahntechnischer Seite in der Implantologie vermieden worden. Es wurden besondere Anforderungen an Implantathardware, Behandlungs- und Labortechnik gestellt, um diese Art des Retentionselements erfolgreich einsetzen zu können<sup>1</sup>. Die Vorteile für die Geroprothetik liegen jedoch auf der Hand: vereinfachte Hygiene und einfache Erweiterbarkeit nach Pfeilverlust sowie eine mögliche Einbindung von vorhandenem Restzahnbestand in die hybridprothetische Konstruktion<sup>2</sup>.

Basierend auf dem Behandlungsregime<sup>3</sup> und auf wissenschaftlichen Untersuchungen von Weigl et al.<sup>4</sup> sowie Zipprich et al.<sup>5</sup> wurde es möglich, durch Galvanomesostrukturen und deren intraorale Verklebung mit der Tertiärstruktur eine hochpräzise Gerüstpassung ( $< 5 \mu\text{m}$ ) reproduzierbar und einfach zu erreichen. Zudem reduziert das innovative Behandlungsprotokoll auch den zahntechnischen Aufwand und den Schwierigkeitsgrad, wodurch eine Verringerung der Herstellungskosten bei diesem Qualitätsniveau der Passung erreicht wird<sup>6,7</sup>.

Herausnehmbare Implantatkonstruktionen vereinfachen die notwendigen hygienischen Maßnahmen erheblich und sind vor allem bei reduzierter Implantatanzahl und bei Patienten angezeigt, die altersbedingt die hohen hygienischen Anforderungen, die bei festsitzendem Zahnersatz notwendig sind, nicht mehr erfüllen können oder möchten<sup>8</sup>.

Bei allen Konstruktionen in der geriatrischen Implantatprothetik ist der Zukunftsaspekt in Bezug auf den Allgemeinzustand des Patienten zu berücksichtigen. Wenn von Gerostomatologie gesprochen wird, bedeutet dies die Versorgung des alten oder auch sehr alten Menschen vornehmlich mit Zahnersatz. Diese Lebensphase ist bei vielen Patienten von Mehrfacherkrankungen geprägt, mit denen es zu leben gilt und die die Lebensqualität hinsichtlich Agilität, Mobilität und mentaler Fähigkeiten erheblich einschränken.

Unsere Patienten altern mit den inkorporierten Implantatkonstruktionen, die auf exzellenten Überlebensraten enossaler Implantate basieren<sup>9-13</sup>. Besonders bei der Integration festsitzender prothetischer Konstruktionen muss diesem Aspekt Rechnung getragen werden. Die zum Erhalt des festsitzenden Zahnersatzes erforderlichen Hygienemaßnahmen müssen dann im Fall einer Pflegebedürftigkeit zwingend durch Dritte erbracht werden.

Die Nachfrage nach festsitzendem Zahnersatz auf dentalen Implantaten steigt beim zahnlosen Patientenkontext. Zielsetzung dieses Beitrags ist es, der Problematik des betagten Patienten, nämlich den altersbedingten Erkrankungen und Behinderungen, die zumeist mit einer Reduktion der Mundhygienemaßnahmen einhergehen, Rechnung zu tragen.

Implantatgetragener, festsitzender Zahnersatz kann sich in einer solchen Lebensphase sehr schnell negativ auf die Mundgesundheit auswirken. Zudem



wissen wir aus der Praxis, dass Patienten sich im fortgeschrittenen Alter nur sehr schwer an neu angefertigten Zahnersatz gewöhnen. Wir zeigen in diesem Artikel ein hochqualitatives Versorgungskonzept, das wir bei älteren, zum Zeitpunkt der Versorgung gesunden, zahnlosen Patienten anwenden. Im Fall einer Gesundheitsverschlechterung, vornehmlich durch altersbedingte Erkrankungen, die dazu führen, dass die Mundhygienemaßnahmen nicht mehr ausreichend durchgeführt werden können, kann die festsitzende Versorgung durch einfache Maßnahmen in eine herausnehmbare Versorgung geändert werden. Die Neuanfertigung einer prothetischen Versorgung und damit die Gewöhnung an einen neuen Zahnersatz entfällt in dieser schwierigen Lebenslage.



**Abb. 1** Apoplex-Patient mit Halbseitenlähmung rechts. Durch eine stark eingeschränkte manuelle Mundhygienefähigkeit ist der Patient auf die Hilfe Dritter angewiesen.

## ■ Für die Implantatprothetik relevante altersbedingte Erkrankungen und Behinderungen

Der Patient ist im fortschreitenden Alter einem erheblich höheren Risiko in Bezug auf Erkrankungen und altersbedingte Behinderungen ausgesetzt. Diese führen häufig zur Einschränkung der manuellen und/oder mentalen Fähigkeiten, sodass die oralen Hygienemaßnahmen erschwert oder für den Patienten selbst kaum bzw. nicht möglich sind. Bei entsprechendem Schweregrad der Erkrankung ist der Patient vollständig auf die Hilfe durch Dritte (Pflegepersonal) angewiesen. Mechanisch schwer zu reinigende Suprastrukturen führen dann sekundär zu periimplantären Entzündungen, die bis zum Implantatverlust und konsekutiv zum Konstruktionsverlust führen können (Abb. 1).

Relevante Krankheitsbilder bzw. Ereignisse mit zum Teil erheblicher Auswirkung auf die Mundhygienefähigkeit können in dieser Lebensphase sein:

- Augenerkrankungen mit Einschränkung bzw. Verlust der Sehkraft (Glaukom, altersabhängige Makuladegeneration (AMD))
- Gelenkerkrankungen, die die manuelle Geschicklichkeit beeinträchtigen (Arthrose)
- neurologische Erkrankungen, wie Apoplex oder Alzheimer-Demenz (AD)

## ■ Ophthalmologische Erkrankungen

### Glaukom

Das Glaukom geht häufig mit einer Erhöhung des Augeninnendrucks einher. Der erhöhte Augeninnendruck schädigt im Laufe der Zeit den Sehnerv, sodass dieser die Seheindrücke nicht mehr vollständig an das Gehirn weiterleiten kann. Eine Einschränkung des Sehvermögens ist die Folge, die unbehandelt bis zur Erblindung führen kann. Da dieser Prozess sehr langsam voranschreitet, bleibt auch die Einschränkung des Gesichtsfeldes oder des Sehvermögens vom Patienten zunächst unbemerkt. Vor allem der Erhalt der Sehschärfe maskiert die Funktionsausfälle und begründet das Heimtückische dieser Erkrankung. Auch in Industrienationen mit guter medizinischer Versorgung bleiben ca. 50 % aller Glaukome unerkannt. Das Glaukom stellt auch heute noch das höchste Risiko für eine Erblindung dar. In Deutschland sind über 40-Jährige zu 1,5 % und über 70-Jährige zu über 5 % von dieser Erkrankung betroffen<sup>14</sup>.

### Altersabhängige Makuladegeneration

Die altersabhängige Makuladegeneration ist in den Industrienationen die häufigste Ursache für den Verlust der zentralen Sehschärfe im höheren Alter. Sie führt auch im Endstadium nicht zur Erblindung. Die Orientierung im Raum bleibt erhalten, aber Lesen und Autofahren sind nicht mehr möglich.

Die altersabhängige Makuladegeneration ist eine fortschreitende Erkrankung, das Tempo jedoch unterschiedlich und damit nicht vorhersehbar. Die Häufigkeit der Erkrankung nimmt mit steigendem Le-



bensalter zu. Frühformen der altersbedingten Makuladegeneration treten bei 20 % der Altersgruppe zwischen 65 und 74 Jahren auf und bereits bei 35 % der 75- bis 84-Jährigen. Das Endstadium der Erkrankung wird bei ca. 5 % der 75- bis 84-Jährigen diagnostiziert<sup>15</sup>.

## ■ Erkrankungen des Bewegungsapparats

### Arthrose

Die Arthrose beschreibt eine vorwiegend degenerative, nichtentzündliche und nichtinfektiöse chronische Gelenkerkrankung, die mit Schmerzen und zunehmenden funktionsbehindernden Gelenkveränderungen einhergehen kann. Die folgenden charakteristischen Symptome an den für die Arthrose typischen Gelenken (Schulter, Knie, Hüfte, Finger) lenken den Verdacht auf eine Arthrosis deformans: belastungsabhängige Schmerzen, Schmerzen nach längerer Ruhe. In fortgeschrittenen Stadien dominieren der Schmerz in Ruhe, die Bewegungseinschränkung und eine zunehmende Verformung des betroffenen Gelenks. Über 50 % der über 60-Jährigen sind erkrankt; zu 60 % ist das Kniegelenk und zu 30 % sind die Fingergelenke betroffen<sup>16</sup>.

## ■ Neurologische Krankheitsbilder

### Apoplex

Die jährliche Häufigkeit des Hirninfarkts beträgt 2,7 % (Männer) bzw. 2,1 % (Frauen). Im Alter unter 45 Jahren findet sich eine Häufigkeit von 0,3 %, zwischen dem 45. und 65. Lebensjahr von 8 % und bei über 65 Jahren von 20 %<sup>17</sup>. Von den Betroffenen sterben 37 % innerhalb des ersten Jahrs nach dem Schlaganfall; 70 % der Überlebenden bleiben langfristig behindert; 64 % der überlebenden Patienten bleiben ein Jahr nach dem Schlaganfall pflegebedürftig – davon müssen ca. 15 % in einer Pflegeeinrichtung versorgt werden.

### Alzheimer-Demenz

Die Alzheimer-Demenz (AD) ist die häufigste Erkrankung des Gehirns im Alter. Bereits 2 bis 3 % der 65- bis 70-Jährigen und rund 30 % der über 80-Jährigen

sind von dieser Krankheit betroffen. Bei 50 bis 60 % der bei 65-Jährigen auftretenden Demenzformen handelt es sich um AD. Als Hauptsymptom treten Gedächtnisstörungen auf. Die kognitiven Funktionen und das Verhalten werden zunehmend beeinträchtigt<sup>18-20</sup>.

## Morbus Parkinson

Das Parkinson-Syndrom ist eine langsam fortschreitende neurologische Erkrankung. Sie zählt zu den degenerativen Erkrankungen des extrapyramidal-motorischen Systems. Die Hauptsymptome sind Rigor (Muskelstarre), Tremor (Muskelzittern) und Bradykinese (verlangsamte Bewegungen), die bis hin zu Akinese (Bewegungslosigkeit) führen kann<sup>17</sup>.

## ■ Anforderungsprofil für eine geriatrisch geeignete Implantatprothetik

Ein Patient sollte die Pflege seines Zahnersatzes auch im hohen Alter selbstständig durchführen können. Die Mundhygienemaßnahmen an festsitzenden Meso- oder Suprastrukturen sind für einen Patienten schwierig, wenn dessen manuelle und/oder mentale Fähigkeiten alters- oder krankheitsbedingt abgenommen haben. Die Reinigung von primär unverblochten Halteelementen (Magnet, Kugelanker, Doppelkrone) erweist sich dagegen als sehr leicht und durchaus auch von Dritten durchführbar.

Der Wunsch nach implantatgetragener Zahnersatz zeigt sich nicht nur in unserem Patientenkontext, sondern findet auch in den deutschen Mundgesundheitsstudien DMS III und DMS IV Niederschlag<sup>21,22</sup>. War implantatgetragener Zahnersatz in der Altersgruppe der 65- bis 74-Jährigen in der 3. Mundgesundheitsstudie noch kaum vertreten (0,7 %), so zeigte sich in der DMS IV ein deutlicher Trend zu implantatgetragener Zahnersatz in dieser Altersgruppe (2,6 %)<sup>21,22</sup>. Allerdings überwiegen bei den Senioren nach wie vor herausnehmbare Versorgungen.

Durch die sehr hohen Verweildauerprognosen für enossale Implantate<sup>10-13</sup> müssen altersgerechte Suprakonstruktionen (einfache Hygiene, auch durch Dritte; einfache Handhabung) bereits zum Zeitpunkt des Behandlungsbeginns geplant werden<sup>2</sup>.



## ■ Lösungsansatz

Eine echte implantatprothetische „Langzeitlösung“ für den alternden Patienten versucht die Anforderungen sowohl zum Zeitpunkt der Planung bzw. Integration der prothetischen Rehabilitation als auch zu einem späteren Zeitpunkt während der Erhaltungsphase der Rekonstruktion zu erfüllen. Stehen aus Sicht des Patienten zunächst Anforderungsmerkmale wie „festsitzend“ und „ästhetisch“ ganz im Vordergrund, werden aus zahnärztlicher Sicht die Anforderungen an den Zahnersatz im fortgeschrittenen Patientenalter auf die Prävention und somit die Erhaltung der noch vorhandenen oralen Strukturen verschoben. Dieser Veränderung des Anforderungsprofils muss bei der Planung bereits Rechnung getragen werden.

Der vorgestellte Lösungsansatz für den zahnlosen Kiefer berücksichtigt diesen Interessenskonflikt: Die initial festsitzende implantologische Versorgung kann zu jedem Zeitpunkt und ohne zusätzlichen Aufwand zu einer durch den Patienten einfach herausnehmbaren Konstruktion umfunktioniert werden.

Diese Konstruktionen basieren auf bekannten und in der Praxis bewährten Konstruktionsprinzipien, die Mitte der 90er Jahre von Weigl et. al.<sup>3,23</sup> publiziert wurden. Die Langzeitlösung sichert folglich die Anpassung an altersbedingt veränderte Lebensumstände. Die Anpassung erfolgt durch die Vereinfachung der Hygienefähigkeit der implantatprothetischen Konstruktion für den alternden Patienten und gegebenenfalls auch für das Pflegepersonal. Der im Alter sehr häufigen Malnutrition (Inzidenz: selbstständige Senioren 30 %, institutionalisierte Senioren über 80 %) kann dadurch vorgebeugt werden<sup>18</sup>.

## ■ Konstruktionsprinzip

Das Konstruktionsprinzip des vorgestellten Konzepts basiert auf zwei zusammengeführten und anerkannten prothetischen Versorgungsprinzipien – der festsitzenden Brücke und der Galvano-Doppelkronenprothese.

Der BDIZ / EDI (Bundesverband der implantologisch tätigen Zahnärzte in Europa / European Association of Dental Implantologists) hat am 17.09.2008 die Indikationsklassen für die Konsensuskonferenz

Implantologie neu beschrieben bzw. bestätigt: So sind für die Anfertigung festsitzenden Zahnersatzes beim zahnlosen Patienten im Oberkiefer acht Implantate und im Unterkiefer sechs Implantate notwendig. Exemplarisch besprechen wir in der vorgelegten Arbeit die Versorgung des zahnlosen Oberkiefers.

## ■ Halteelement

Das Halteelement für die Lebensphase, in der altersbedingt ein herausnehmbarer Zahnersatz indiziert ist, basiert auf dem Doppelkronenprinzip. Die Doppelkronen ist ein geroprothetisch geeignetes, weil sekundär verblocktes Halteelement mit guter Kippmeiderfunktion<sup>2</sup>.

## ■ Geometrie der Patrize

Die Konusgeometrie bietet gegenüber parallelwandigen Teleskopen den Vorteil einer größeren Freiheit bei der Wahl der Einschubrichtung. Die tägliche Handhabung durch den Patienten wird durch diese Geometrie erleichtert. Ein Konuswinkel von 2° hat sich klinisch bewährt. Die zirkuläre Abutmenthöhe sollte 7 mm betragen, damit ein wirkungsvoller Kippmeidereffekt zu einem klinisch ausreichenden Prothesenhalt führt.

## ■ Material der Patrize

Die Materialwahl der Patrize unterliegt folgenden Anforderungen:

- Gewebefreundlichkeit
- geringste Plaqueadhärenz
- Ästhetik im Übergangsbereich zwischen Marginalrand und Gingiva
- Individualisierbarkeit.

Die geringe Plaqueaffinität glatter Dentalkeramiken oder von Zirkondioxid erweist sich insbesondere als großer Vorteil, wenn konstruktionsbedingt schwer zugängliche Areale entstehen oder wenn altersbedingte Einschränkungen der Mundhygienefähigkeit vorliegen. Die klinisch erkennbare geringe Plaqueadhärenz von Zirkondioxid<sup>24</sup> und die hervorragende Gewebeverträglichkeit von Zirkondioxidabutments



konnte von Degidi et al.<sup>25</sup> auch histologisch und immunhistologisch zweifelsfrei nachgewiesen werden. Durch die weiße Farbe der Zirkondioxidkeramik wird zudem bei gingivalen Retraktionen ein störender sichtbarer Metallanteil vermieden<sup>26,27</sup>.

Nicht immer ist eine optimale Platzierung der enossalen Implantate aus prothetischer Sicht im zahnlosen Kiefer möglich. Vorteilhaft für die Erhöhung der Haftkraftwerte sind die notwendige zirkuläre Mindesthöhe und die zahnpositionsanaloge Ausdehnung der Abutments beim Austreten aus der periimplantären Weichgewebsummantelung. In vielen Fällen kann die notwendige Formgebung der konischen Patrize nur durch individuelle Anfertigung erreicht werden.

Zur Realisierung dieser Patrizen werden zweiteilige Konusabutments hergestellt. Die eigentlich konische Zirkondioxidpatrize wird hierbei mit einem entsprechend vorbereiteten Titanabutment verklebt. Zur Anwendung kamen bis dato aus dem Camlog-System (Camlog Vertriebs-GmbH, Wimsheim) folgende Konfektionsabutments als individuelle Klebebasen:

- individuell modifizierte Standardabutments (gerade oder anguliert)
- Esthomic Abutment Inset
- Logfit Abutment.

Seit kurzem stehen für diesen Arbeitsschritt die CAD/CAM-Klebebasen zur Verfügung.

Die Herstellung der konischen Zirkondioxidpatrize kann durch Kopierfräsung und anschließende Sinterung erfolgen (Zirkonzahn, Gais, Italien), oder sie erfolgt durch eine primäre Modellierung aus Kunststoff mit anschließender optischer Laserabtastung zur Weiterverarbeitung in entsprechenden Fräsmaschinen (KaVo Everest; KaVo, Biberach).

Aktuelle CAD/CAM-Verfahren ermöglichen die computerassistierte Formgebung, die Findung der gemeinsamen Einschubrichtung und letztendlich die Produktion dieser Abutments im Fräszentrum<sup>8</sup>.

### ■ Material der Matrize

Die Matrize muss aufgrund der auftretenden Zugspannungen weiterhin aus Metall gefertigt werden. Zwischen Metall und Keramik treten keine Spaltkorrosion und keine Kaltverschweißung auf. Die feh-

lende Kaltverschweißung erhöht die Relevanz der restlichen Haftmechanismen, die auf einem minimalen Fügspalt zwischen Patrize und Matrize beruhen<sup>2</sup>.

### ■ Formgebung der Matrize

Der zur Retention notwendige minimale Fügspalt zwischen Patrize und Matrize kann durch das direkte Aufgalvanisieren von Feingold auf die keramische Oberfläche der Patrize erzielt werden. Messungen an metallographischen Schliffen zeigen die hohe Passungspräzision zwischen den Fügeflächen, die im Mittel 5 µm beträgt<sup>28</sup>.

### ■ Haftmechanismus

Das tribologische System aus Keramikpatrize, Speichel und Feingoldmatrize verhält sich beim Fügen und Trennen anders als konventionelle gegossene Sekundärkronen auf metallischen Konuskronen<sup>29,30</sup>. Zwischen der Keramikoberfläche und Feingold findet eine gewisse Anpassung statt. Die Verklebung des Systems ist durch das duktile Feingold und die glatten Oberflächen viel geringer; eine Kaltverschweißung wie in der konventionellen Konusprothetik findet nicht statt<sup>3,19,30</sup>. Der Haftmechanismus dieses Systems beruht auf den physikalischen Gesetzen der Adhäsion von Flüssigkeiten und der von der Spaltbreite abhängigen Strömungswiderstände (Hagen-Poiseuille'sches Gesetz). Sie sind unabhängig von der Größe der Kraft, die die Matrize und die Patrize in der Einschubrichtung zusammenpresst<sup>31</sup>.

### ■ Verblockung und Passivierung

Die enorme Passungspräzision zwischen Keramikoberfläche und galvanogeformter Matrize muss auch bei weitspanniger, sekundärer Verblockung durch die Prothesengerüste beibehalten werden. Die Technik der intraoralen Verklebung erfüllt diese Anforderung durch eine enorme Passgenauigkeit<sup>6,7,23</sup> reproduzierbar und nachhaltig<sup>5</sup>.

Ein spezielles Vorgehen wurde von der Arbeitsgruppe um Hildebrand mit Hilfe verbesserter Implantathardware vorgestellt. Hiernach erfolgt die Verklebung bzw. Passivierung nicht mehr intraoral, sondern auf einem speziell generierten Klebepräzisionsmodell im Labor<sup>4,32</sup>.



## ■ Gerüstherstellung

Die Gerüstherstellung hängt von der Wahl des Gerüstmaterials ab. Grundsätzlich sind folgende Werkstoffe möglich:

- hochgoldhaltige Legierungen
- Metalle (z. B. Reintitan)
- edelmetallreduzierte Legierungen
- Zirkondioxid
- Verbundwerkstoffe.

Aufgrund der hohen Edelmetallpreisentwicklung haben wir seit 2005 auf edelmetallbasierte Legierungen zur Anfertigung dieser Arbeiten verzichtet. Zur Anwendung kamen kopiergefräste Zirkongerüste (Zirkonzahn), CAD/CAM-Zirkongerüste (KaVo Everest) und CAD/CAM-Gerüste aus Verbundwerkstoff (faserverstärkter Polymerkunststoff, C-Temp KaVo).

Die Herstellung des Gerüsts erfolgt **nicht** wie beim „Weigl-Konzept“ zeitgleich mit der Herstellung der Konuspatrizen und der Galvanomatrizen, sondern erst nach der Herstellung des Präzisionsmodells durch die Aufnahme der Galvanomatrizen über einen Kunststoffträger.

Durch die Herstellung des Präzisionsmodells sind die endgültigen enorale Abutmentpositionen registriert. Dadurch ist es möglich, Tertiärgerüste anzufertigen, die einen deutlich geringeren Spalt zwischen der Galvanomatrizie und dem Gerüstwerkstoff aufweisen. Das somit gewonnene Tertiärgerüst kann anschließend – je nach Fertigungsverfahren – kopiergefräst oder per Scanner digitalisiert werden, um anschließend manuell oder maschinell gefertigt zu werden.

## ■ Verblendmaterial

Als Verblendmaterialien kommen Verblendkeramiken oder Verblendkunststoffe infrage. Wichtig ist, dass das Verblendmaterial auf den Gerüstwerkstoff abgestimmt ist und neben Zahnfarben auch Gingiva-farben im Sortiment sind. Die Zirkongerüste werden mit spezieller Verblendkeramik rot und zahnfarben (Cerabien ZR, Noritake, Nagayo, Japan), der faserverstärkte Verbundwerkstoff mit Hybridkomposit-Verblendmaterialien verblendet. Wichtig hinsichtlich der Materialauswahl sind eine geringe Plaqueaffini-

tät, eine hohe Abriebfestigkeit und eine entsprechende Farbauswahl nicht nur im zahnfarbenen Bereich, sondern vor allem im gingivalen Farbbereich, um eine ansprechende Rot-weiß-Ästhetik zu erhalten.

## ■ Implantathardware und Passivierung

Die Implantat-Abutment-Verbindung des Camlog-Implantatsystems hat sich in diversen Untersuchungen für ein breites Indikationsspektrum nachhaltig bewährt<sup>33-38</sup>. Herauszuheben ist, dass die Nocken des Abutments bei der Fügung einen flächenbündigen Anschlag in den Cams eingehen. Dieser flächenbündige Anschlag ist mit hoher Sicherheit bei jeder Fügung reproduzierbar, wie eine kürzlich publizierte Arbeit von Nelson et al. zeigte<sup>32</sup>.

Hierbei ist es wichtig zu betonen, dass bei jeder Fügung von Implantatabutment und Implantat sowohl im Mund des Patienten als auch bei allen zahn-technischen Arbeitsschritten (Verbindung auf dem Modell, Verbindung Abutment-Laboranalog etc.) zunächst das Abutment ins Implantat oder Laboranalog gesteckt wird und die Abutmentbefestigungsschraube erst angezogen wird, wenn das Abutment mit Fingerkraft nach rechts drehend auf Anschlag fixiert ist. Zusätzlich sollten alle an der Herstellung Beteiligten die identischen Drehmomente auf die Halteschrauben ausüben. Durch die exakte Hardware und das entsprechende Verfahrensprotokoll bei der Implantat-Abutment-Fügung (intraoral und extraoral) kann die Gerüstherstellung und schließlich die Passivierung auf einem Präzisionsklebmodell im Labor erfolgen.

Die detaillierte klinische und zahntechnische Vorgehensweise soll anhand eines Patientenfalls beschrieben werden.

## ■ Patientenfall

### ■ Anamnese, Befunderhebung, Primärdiagnostik, Planung

Der 61-jährige, männliche Patient stellte sich im Jahr 2006 erstmals mit einer akuten apikalen Parodontitis des Zahns 21 in unserer Praxis vor. Anamnestisch lag



Abb. 2a Klinische Ausgangssituation, Frontalansicht.



Abb. 2b Lateralansicht rechts.



Abb. 2c Lateralansicht links.



Abb. 2d Extraorale Ansicht (frontal).

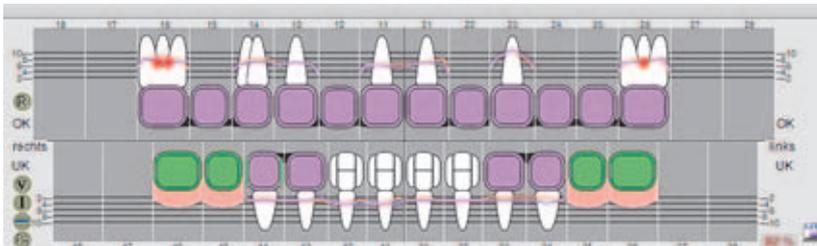


Abb. 2e Dentaler Ausgangsbefund (violett = Metallkeramik; grün = Kunststoff).

keine Allgemeinerkrankung vor. Die extraorale Untersuchung war unauffällig; enoral zeigte sich eine periapikale druckdolente Schwellung am Zahn 21 mit erheblicher Lockerung (Grad 3). Der Oberkiefer war feststehend mit Brücken versorgt; alle Oberkieferzähne wiesen trotz primärer Verblockung eine erhöhte Lockerung auf (Grade 2 bis 3). Der Unterkiefer war mit einer funktionstüchtigen Geschiebearbeit versorgt (Abb. 2a bis e).

Nach primärer Schmerztherapie mittels Trepanation des Zahns 21, medikamentöser Einlage und an-

tibiotischer Therapie über fünf Tage mit einem Oralpenicillin klang das akute Beschwerdebild ab.

Die klinische Untersuchung ergab eine parodontale Insuffizienz aller Restzähne im Oberkiefer; die Zähne im Unterkiefer waren stabil (Lockerungsgrad 1). Im Rahmen der Anamnese berichtete der Patient von wiederholten systematischen Parodontaltherapien.

Die radiologische Untersuchung zeigte im Oberkiefer eine Parodontitis marginalis profunda mit Attachmentverlusten zwischen 50 und 70 %, Furkationsbefunde (Grad 3) der endständigen Molaren 16 und 26 sowie ein vertikal reduziertes Knochenangebot im Seitenzahnbereich des Oberkiefers. Im Unterkiefer lag der Attachmentverlust im Schnitt bei ca. 20 %; die fehlenden Zähne (35-37 und 45-47) waren durch eine herausnehmbare Prothese ersetzt worden (Abb. 3).

Nach erfolgter gründlicher Befunderhebung wurde der Patient einer systematischen Parodontaltherapie unterzogen. Nach Vorbehandlung, Deep Scaling und Reevaluation zeigte sich nach fünf Mo-



Abb. 3 Panoramaschichtaufnahme.

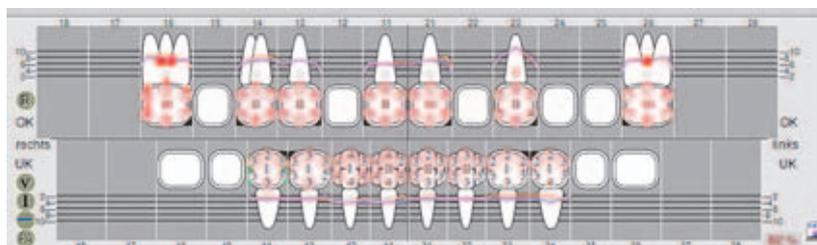


Abb. 4 Sondierungsbefund.



Abb. 5a Fixierung der Kollagenmembran mit Titanpins.



Abb. 5b Defektauffüllung mit Knochenersatzmaterial (BioOss).

naten keine deutliche Besserung des klinischen Befundes im Oberkiefer (Abb. 4). Um einen weiteren Verlust knöchernen Stützgewebes zu vermeiden und wegen der gewünschten festsitzenden Versorgung des Oberkiefers entschlossen wir uns in Absprache mit dem Patienten, den Restzahnbestand im Oberkiefer zu extrahieren. Die Unterkieferversorgung sollte erhalten bleiben.

Als therapeutischer Lösungsansatz wurde für den Oberkiefer nach Entfernung aller Restzähne die anschließende implantatprothetische Rehabilitation gewählt. Für den Unterkiefer wurde eine systematische Parodontaltherapie in Verbindung mit konservierenden zahnerhaltenden sowie funktionsverbessernden Maßnahmen am herausnehmbaren Zahnersatz geplant.

### Arbeitsvorbereitung, Planung

Es wurden Situationsmodelle mit Zahn- und Kieferanteilen erstellt und dupliert. Im Dentallabor wurde

zunächst eine Immediatprothese auf dem Duplikatmodell hergestellt. Die Oberkieferzähne wurden entfernt. Die durch die fortgeschrittene Parodontalerkrankung hervorgerufenen Alveolarfortsatzdefekte wurden im Sinne einer „Ridge preservation“ mittels xenologer Materialauffüllung und Abdeckung mit einer resorbierbaren Kollagenmembran (Bio-Oss-Spongiosagranulat, Bio-Gide-Membran, Geistlich) behandelt (Abb. 5a und b).

Bei der Entfernung des Zahns 26 wurde die linke Kieferhöhle eröffnet. Der primäre Wundverschluss erfolgte nicht in klassischer Weise über eine Rehrmann-Plastik, sondern über einen palatinal gestielten Rotationslappen (Abb. 6a). Diese Deckungsmethode wird – wenn immer möglich – bevorzugt.

Die Wundheilung verlief komplikationslos (Abb. 6b).

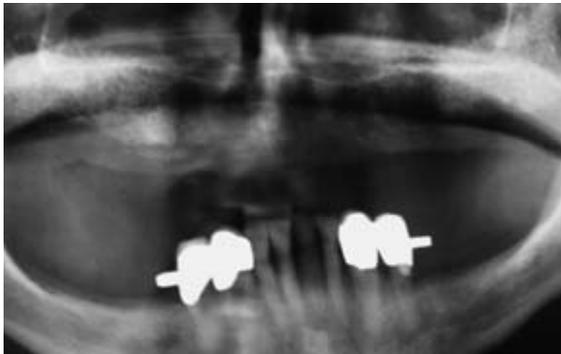
Während der insgesamt 15-wöchigen Abheilungsphase nach der Zahnextraktion wurde die systematische Parodontaltherapie im Unterkiefer durch eine geschlossene Kürettage initiiert und die Fül-



**Abb. 6a** Palatinaler Schwenklappen zur primären Deckung einer Mund-Antrum-Verbindung im zweiten Quadranten und primärer Wundverschluss im Bereich der augmentierten Alveolen im ersten Quadranten.



**Abb. 6b** Weichteilsituation nach fünfwöchiger Abheilungsphase.



**Abb. 7** Orthopantomogramm nach umfangreichem augmentativem Eingriff mit bilateraler Sinusbodenaugmentation.

lungstherapie durchgeführt. Im Oberkiefer wurde die präprothetische Planung begonnen und die Prothese aufgestellt. Das Set-up wurde zusammen mit dem Patienten hinsichtlich funktioneller und ästhetischer Aspekte entwickelt. Die Prothese wurde dupliert und in eine identische Röntgenschablone mit radiopaken Zähnen überführt.

### ■ Chirurgische Implantatbehandlung

Die chirurgische Behandlung sah zunächst die knöchernen Rekonstruktion der Alveolarfortsatzdefekte und die beidseitige Sinusbodenelevation in Intubationsnarkose vor. Die Alveolarfortsatzdefekte wurden mit einem Gemisch aus xenogenem Material, Defektblut und gewonnenen Knochenspänen versorgt; die Sinusbodenelevation erfolgte in der gleichen chirurgischen Sitzung mit xenogenem Material, das mit Venenblut gemischt war (Abb. 7). Die Abheilungsphase verlief unter einer fünftägigen perioperativen

oralen Antibiose völlig komplikationslos und betrug bis zur sekundären Implantation insgesamt neun Monate.

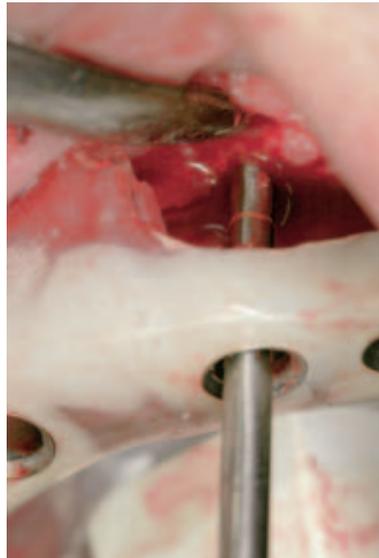
Mit Hilfe der Röntgenschablone wurde eine DVT-Aufnahme (KaVo 3D eXam, Biberach) angefertigt. Mittels des Planungsprogramms CeHa imPLANT/med3D (Hafner, Pforzheim) wurden die generierten DICOM-Daten vom externen Planungslabor eingelesen und die möglichen Implantatpositionen vorgeschlagen. Die Implantatpositionen wurden von uns korrigiert, die Planung dadurch autorisiert und verriegelt. Die Röntgenschablone wurde zur Positionierungsschablone gemäß den im Computer generierten Implantatpositionen umgearbeitet.

Der Einsatz der Implantate erfolgte unter schablonenunterstützter Positionierung. In den frontolateralen Segmenten wurden die Implantate nach einer piezoelektrischen Knochenspaltung und -spreizung (Bone spreading) inseriert. Das Implantat in regio 16 stellte sich als „spinning implant“ mangels zu geringer Primärstabilität dar, daher wurde distal ein zusätzliches Implantat in regio 17 eingebracht. Insgesamt wurden auf diese Weise also neun enossale Camlog-Implantate (Screw-Line) mit Promote-Oberfläche (Camlog Vertriebs-GmbH, Wimsheim) in den Positionen 12, 14, 15, 16, 17 sowie 23, 24, 25 und 26 inseriert (Abb. 8a bis d).

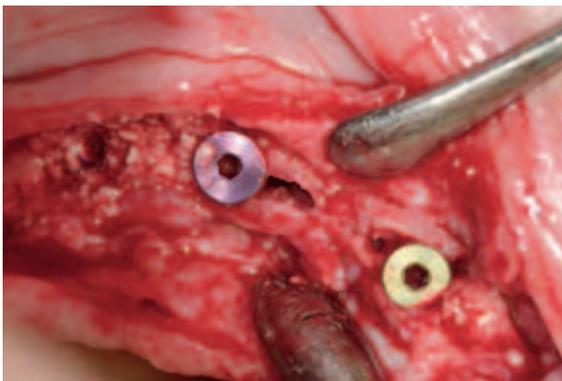
Die Abheilung erfolgte geschlossen über einen Zeitraum von vier Monaten. Bei der Freilegung der Implantate wurden Verschiebelappenplastiken gebildet, um allseitig eine stabile keratinisierte Gingiva schaffen zu können (Abb. 9a und b). Die Prothese wurde hohl gelegt und mit weich bleibendem Material direkt unterfüttert.



**Abb. 8a** Knochenspreizung nach Spaltung mittels Splitcontrol (Hager & Meisinger, Neuss).



**Abb. 8b** Bone spreading mittels Osteotomen durch die Positionierungsschablone hindurch.



**Abb. 8c** Eingebachte Implantate und Verfüllung der Spalträume mit xenologem Material (Bio-Oss).



**Abb. 8d** Orthopantomogramm – postoperative Kontrollaufnahme.



**Abb. 9a** Verschiebelappenplastiken zur Schaffung stabiler periimplantärer Schleimhautverhältnisse.



**Abb. 9b** Gingivale Verhältnisse nach einer Abheilzeit von acht Wochen.



Abb. 10 Abformpfosten für offene Abformtechnik.



Abb. 11a Fixierte Bissträgerplatte.



Abb. 11b Erste zentrische Registrierung.

### ■ Prothetische Behandlung

Nach einer Abheilzeit von acht Wochen wurden die Implantatpositionen abgeformt. Hierzu wurde die offene Abformtechnik mittels individuellem Löffel gewählt (Abb. 10). In dieser Phase und allen darauffolgenden Phasen, in denen Aufbauteile mit Implantaten oder Laboranalogen verschraubt werden müssen, sollte die folgende Technik angewandt werden:

Der Abformpfosten wurde in die enossale Implantatkomponente eingesteckt. Mit Fingerkraft wurde der Pfosten im Uhrzeigersinn verdreht und somit die Nocken auf Anschlag in den Cams positioniert. In dieser Position wurde das Hilfsteil dann mit dem durchmesserentsprechenden Drehmoment (nach Herstellerangaben) festgezogen.

Es schloss sich die konventionelle Modellherstellung im Labor an. Auf dem ersten Modell (Primärmodell) wurden vier Implantatpositionen ausgewählt, um eine verschraubbare Bissträgerplatte lagestabil im Mund fixieren zu können.

In der zweiten Sitzung erfolgten die Mittelwertregistrierung sowie die Registrierung der zentrischen

und vertikalen Relation (Abb. 11a und b). Das primär erstellte Set-up für den Interimszahnersatz wurde den neuen Kieferkammverhältnissen entsprechend angepasst und in einer dritten Sitzung einprobiert. Dieses Set-up wurde lagestabil an drei Implantaten mit Halteschrauben fixiert und im Patientenmund einprobiert. Anschließend wurden sämtliche funktionellen und ästhetischen Aspekte überprüft und gegebenenfalls korrigiert (Abb. 12a und b).

Danach erfolgte auf dem Modell die Herstellung der vollkeramischen Konuspatrizen. Auf konventionellen Camlog-CAD/CAM-Basen wurden aus Kunststoff (Pattern Resin, GC, Japan) die Rohpatrizen aufgeklebt und angefertigt. Die Abutments wurden im Fräsgerät konisch gefräst (Angulation: 2°); den Abschluss bildete eine Hohlkehlpräparation. Die zirkuläre minimale Höhe der konischen Patrizen sollte 7 mm nicht unterschreiten (Abb. 13).

Die Abutments wurden zur laseroptischen Abtastung (Digitalisierung) und zur anschließenden Fräsung ins Fräslabor geschickt. Nach der Fräsung und dem Feinschleifen der Oberfläche wurden die Zirkonpatrizen auf den Camlog-CAD/CAM-Basen mit



Abb. 12a Adaptiertes primäres Set-up.



Abb. 12b Überprüfung sämtlicher funktioneller Aspekte.



Abb. 13 Gefräste Kunststoffpatrizen (2°) auf Primärmodell.



Abb. 14 Fertig hergestellte Zirkondioxidprimärteile.



Abb. 15a und b Direkt aufgalvanisierte Sekundärteile (Galvanocopings).



einem Kompositzement verklebt (Panavia F 2.0, Kuraray, Frankfurt/Main).

### ■ Abutmenteinprobe

Die Primärteile wurden im Mund fixiert und die Schraubenzugangskanäle mit Wachs verschlossen. Zur Anpassung des marginalen Abutmentverlaufs erfolgte eine Situationsabformung. Mit Hilfe dieser Information konnte der marginale Abutmentverlauf

entsprechend dem perimplantären Weichteilverlauf im Labor angepasst werden. Nach Anpassung der Primärteile und deren Fräsung zum Hochglanz folgte die Herstellung der Galvanomatrizen. Sie wurden direkt auf die Keramikpatrizen aufgalvanisiert (Abb. 14 sowie 15a und b).

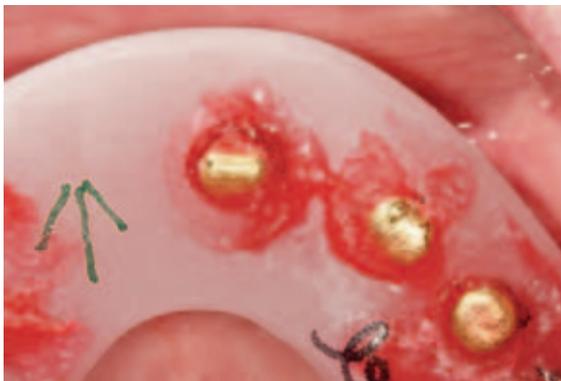
Zur enorale Aufnahme der Galvanomatrizen wurde ein Träger aus Löffelmateriale hergestellt. Der Träger musste verwindungssteif sein (Dicke 4 mm) und sollte so angefertigt werden, dass er die auf dem



**Abb. 16** Stabiler Träger aus Löffelmateriale zur Aufnahme der Galvanocopings.



**Abb. 17a** Montierte Primär- und Sekundärteile.



**Abb. 17b** Fixierte Galvanocopings am Träger.



**Abb. 17c** Trägerplatte mit fixierten Galvanocopings.

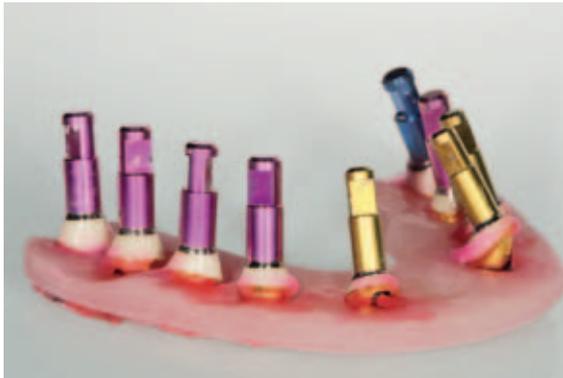
Modell verschraubten Primärteile und die aufgesteckten Galvanomatrizen im oberen Drittel fassen konnte. Zwischen Trägerplatte und Galvanomatrizen musste ein ausreichend dimensionierter Spalt vorhanden sein, damit eine spannungsfreie enorale Verklebung der Sekundärteile mit dem Träger erfolgen konnte (Abb. 16).

Die enorale Verklebung der Matrizen mit der Trägerplatte erfolgte nach der Montage der konischen Matrizen auf den enossalen Implantaten. Jede Montage der Primärteile mit dem enossalen Implantat respektive Laboranalog muss immer in folgender Weise erfolgen: Das Abutment wird ins Implantat/Laboranalog eingesteckt und mit Fingerkraft im Uhrzeigersinn drehend fixiert. Dann erst erfolgt die Fixierung durch die Abutmentbefestigungsschraube, wobei enoral wie im Labor immer das gleiche Drehmoment verwendet wird. Nur so kann sichergestellt werden, dass die Implantat-Abutment-Position durch den flächigen Anschlag mit hoher Genauigkeit reproduziert werden kann.

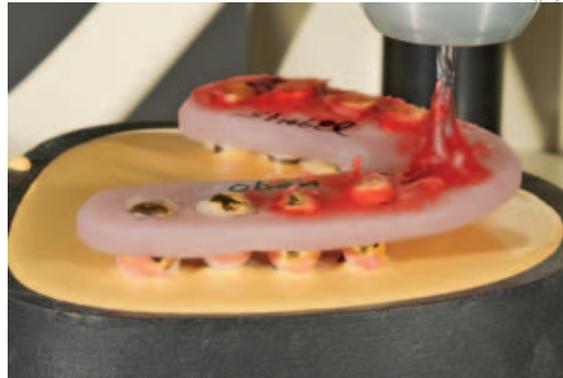
Nach der Fixierung der Primärteile wurden die Galvanomatrizen aufgesteckt und die exakte Passung optisch kontrolliert. Der Träger wurde über den montierten Matrizen positioniert und durch deren sukzessive Verklebung mit Pattern Resin auf dem Träger aufgenommen.

Nach der Aushärtung wurde die Trägerplatte samt den fixierten Matrizen entnommen; die Primärteile wurden ausgeschraubt und der Patient mit montierten Gingivaformern wieder entlassen (Abb. 17a bis c).

Im Dentallabor wurde nun das Präzisionsklebmodell hergestellt. Hierfür wurden in die fixierten Galvanomatrizen die auf Laboranalogen verschraubten Primärteile eingesteckt und mit Wachs zirkulär fixiert. Die Modellherstellung erfolgte durch Eintauchen der Laboranaloge in flüssigen Gips, der idealerweise nur eine geringfügige Abbindeexpansion aufweisen sollte; Artikulationsgipse sind hier zu bevorzugen (Fixare Presto Plus, Picodent, Wipperfürth). Das Präzisionsklebmodell gab nun die exakte



**Abb. 18a** Kunststoffträger mit reponierten Keramikabutments.



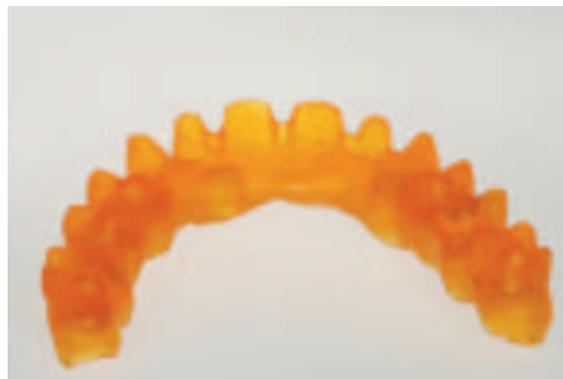
**Abb. 18b** Herstellung des Präzisionsmodells durch Eintauchen in Spezialgips.



**Abb. 18c** Präzisionsklebmodell.



**Abb. 19a** Finale, passgenaue Herstellung des Gerüstes aus Kunststoff auf Präzisionsklebmodell.



**Abb. 19b** Hergestelltes Gerüst aus Kunststoff zur Digitalisierung im Fräszentrum.

Lage und die Implantat-Abutment-Position wieder (Abb. 18a bis c).

Das Gerüst wurde mit Hilfe der aus dem Set-up gewonnenen Silikonschlüssel zur anatomischen Gestaltung sowohl auf dem Primärmodell als auch zur genauen marginalen Passung auf dem Präzisionsmodell aus Kunststoff (Pi-Ku-Plast, Bredent, Senden) hergestellt. Da sich die Passung nach unserer Erfahrung auf dem Primärmodell fast immer vom Präzisionsklebmodell unterscheidet, wurden bei der Umsetzung des Präzisionsklebmodells auf das Primär-

modell (zur basalen anatomischen Gerüstgestaltung) nur wenige Implantatabutments benutzt. Die marginale Randgestaltung fand final mit allen auf dem Präzisionsmodell fixierten Primärteilen statt (Abb. 19a und b).

Das Gerüst wurde ins Fräszentrum geschickt, wieder laseroptisch abgescannt und nach der digitalen Datenerfassung gefräst. Als Gerüstmaterial kam in diesem Fall ein hochfester Polymerkunststoffblock (3-Punkt-Biegefestigkeit: 500 mPa; Biegemodul: 2000 mPa) zur Anwendung (KaVo-Everest, C-Temp



Abb. 20a und b Mit enormer Passungspräzision gefrästes Gerüst aus einem Kunststoffpolymerblock.



Abb. 21a Zum Verblenden vorbereitetes Gerüst.



Abb. 21b Mit Kunststoff verblendetes Gerüst.



Abb. 21c Die Galvanocopies sind in der Prothese verklebt.

Blank). Nach der Gerüstfräsung wurde die Passungskontrolle auf dem Präzisionsklebmodell vorgenommen (Abb. 20a und b).

Danach erfolgte die Verblendung des Gerüsts mit zirkoniumsilikatgefülltem Komposit (Ceramage, Shofu, Japan), wobei strikt auf die Hygienisierbarkeit mit Interdentalbürsten zwischen den Implantaten, der Prothesenbasis und den Durchtrittsstellen der

Abutments geachtet werden sollte (Abb. 21 a bis c). Im letzten Arbeitsschritt wurden die Galvanomatrizen im Gerüst auf dem Präzisionsklebmodell verklebt (Nimetic Cem, Espe, Seefeld). Nach der Verklebung und der Ausarbeitung der Fugeränder konnte die Arbeit eingesetzt werden (Abb. 22).

Die konischen Abutments wurden in der beschriebenen Weise eingeschraubt, die Prothese ein-



**Abb. 22** Fertigestellte Arbeit, bereit zum Einsetzen im Patientenmund.



**Abb. 23** Zementierung der Arbeit: Nur die Spitzen der Abutments werden mit einem Tropfen temporären Zements versehen.



**Abb. 24a** Konische Patrizen vor Aufnahme der Arbeit.



**Abb. 24b** Zementierte Arbeit in situ.



**Abb. 24c** Lippenbild.

gesetzt und die Passung an den Rändern der Galvanomatrizen zum Zirkonabutment kontrolliert.

Soll die Arbeit zunächst zementiert werden, so wird der Schraubenzugangskanal nicht vollständig verschlossen, sondern nur der Kopf der Abutment-

schraube abgedeckt. Zur Zementierung der Brücke wurde ein Temp-Bond-Modifier-Gemisch (Kerr, Orange, USA) angerührt und die Abutmentspitzen jeweils mit einem Tropfen Zement versehen (Abb. 23 und 24).



## ■ Gesamtbeurteilung und Diskussion

Das vorgestellte Konzept der implantatprothetischen Langzeitlösung beim zahnlosen, im Alter fortgeschrittenen Patienten baut auf bekannte und klinisch bewährte Prinzipien der Implantatprothetik auf. Das Konzept kann deshalb als Langzeitlösung angesehen werden, weil aufgrund des Verankerungselements (Doppelkrone) die Suprastruktur sowohl als fest zementierte als auch als herausnehmbare Arbeit funktioniert.

Die Autoren haben seit 2005 insgesamt 35 Arbeiten im Ober- und Unterkiefer nach dieser Konzeption auf Camlog-Implantaten gefertigt. Bis dato traten keine Implantatverluste während der Funktionsphase auf. Die Patienten werden je nach Mundhygienefähigkeit einem engmaschigen Recall unterzogen.

Mit diesem Versorgungskonzept kann dem primär oft geäußerten Wunsch nach einer festsitzenden Restauration auch bei einem gealterten Patienten entsprochen werden, weil diese Prothetik im Ernstfall bei einer eintretenden Mundhygieneverschlechterung ohne Mehrkosten in eine herausnehmbare Arbeit umfunktioniert werden kann.

Diese Arbeiten werden in der Regel zunächst zementiert und – falls später nötig – lediglich durch Abnahme beim Zahnarzt und Entfernung der Zementreste in eine herausnehmbare Arbeit umgewandelt. In unserer Praxis wurden bisher sechs Arbeiten (fünf im Oberkiefer und eine im Unterkiefer) jeweils zu einer herausnehmbaren Versorgung umfunktioniert. Es entstanden hierbei keine Kosten, und eine Umgewöhnung an einen neuen Zahnersatz war durch den Patienten nicht notwendig, was maßgeblich zur Akzeptanz eines herausnehmbaren Zahnersatzes beitragen kann.

Die Gerüstgestaltung hat bei der Anfertigung der Tatsache Rechnung zu tragen, dass es sich primär um eine nichtabnehmbare Prothetik handelt. Zuführungskanäle für Hygieneinstrumente müssen derart gestaltet werden, dass die Mundhygienemaßnahmen auch im schwerer zugänglichen Molarenbereich effektiv erfolgen können. Das Brückengerüst ist konvex zu gestalten, damit Plaqueanlagerungen unterbleiben.

Der Herstellung der Halteelemente aus Zirkonoxidkeramik kommt in dem vorgestellten Konzept

eine zentrale Bedeutung zu: Die Plaqueanlagerung im Bereich der tegumentalen Abutmentdurchtrittsstelle wird auf ein Minimum reduziert. Dies ist in der Literatur bestätigt worden und deckt sich mit unseren Erfahrungen<sup>24,25</sup>. Dies ist insbesondere in der zementierten Tragephase sinnvoll, da hier die Mundhygienemaßnahmen stets schwieriger auszuführen sind als in der Tragephase, in der die Suprastruktur vom Patienten extraoral gereinigt werden kann. Außerdem können die Implantatpfeiler nach Abnahme der Prothese viel leichter gereinigt werden.

Bezüglich der Materialwahl sind von uns bei der Herstellung dieser Konstruktionen verschiedene Wege beschritten worden: So kamen Gerüste aus Zirkondioxid (CAD/CAM und in Kopierfräsung gefertigt) zur Anwendung. Die Zirkondioxidgerüste wurden mit dafür vorgesehenen Dentalkeramiken verblendet. Durch die geringe Plaqueaffinität der Verblendkeramiken kommt es insbesondere in schwer zugänglichen Bereichen zu einer erheblich geringeren Plaqueanlagerung an den Suprastrukturen. Die Kombination aus Zirkondioxidabutments im gingivalen Durchtrittsbereich und einer vollkeramischen Suprastruktur führt aus hygienischer Sicht zu den besten Ergebnissen (Abb. 25).

Als nachteilig hat sich bei dieser Art der Arbeiten das Phänomen der Keramikabplatzung (Chipping) gezeigt. Die Reparaturfähigkeit dieser Konstruktionen ist sehr eingeschränkt. Zudem kann angenommen werden, dass bei der herausnehmbaren Konstruktion im Funktionsstadium durch mechanische Einwirkungen (Fallenlassen) weitere schwierige Reparaturen notwendig werden können.

Konstruktionen, die wie im beschriebenen Verfahren mit Kunststoffen verblendet werden, haben den Vorteil, vollumfänglich reparierbar zu sein. Die Verblendungen können teilweise oder auch ganz erneuert werden. Auch bei ungewollten mechanischen Einflüssen kann in kürzester Zeit auf sehr einfache Art und Weise eine notwendige Reparatur erfolgen.

Das Prinzip der Passivierung durch eine extraorale Modellverklebung wurde von der Arbeitsgruppe um Nelson, Hildebrand und Mehrhof übernommen<sup>32,39</sup>. Die Reproduzierbarkeit der Implantat-Abutment-Position nach Fixierung der Halteschraube ist nur bei ganz bestimmter Implantathardware möglich. Diese Reproduzierbarkeit der Abutmentposition im Implantat beruht auf einem flächigen Anschlag der No-



**Abb. 25a** Vollkeramische Rehabilitation: konische Patrizen aus Zirkonoxidkeramik, Galvanocopings, Zirkonoxidgerüst, Keramikverblendung.



**Abb. 25b** Beste hygienische Eigenschaften durch geringste Plaqueaffinität auch im schwer zugänglichen Bereich.

cken am Abutment in den Cams des Implantatkopfes. Wie neueste Studien gezeigt haben, lässt sich die Situation beim Camlog-Implantat in höchstem Maße reproduzieren<sup>40</sup>.

Die meisten heute erhältlichen Implantatsysteme weisen eine Indexierung in der Implantat-Abutment-Verbindung auf. Neben der Rotationssicherung wird der Index zur Übertragung der Rotationsposition des Originalabutments vom Meistermodell zum Patientenmund genutzt<sup>5</sup>. Da die Fertigungstechnologie bei gefügten Komponenten mit zur Insertionsrichtung parallelwandigen Fügeflächen eine Spielpassung vorsehen muss, ist ein geringes rotatives Spiel unvermeidbar<sup>5</sup>. Dieses Spiel ist für die sehr hohen Präzisionsanforderungen in der Konustechnologie mit Galvanomatrizen stets zu groß, um einen absolut passiven Prothesensitz reproduzierbar erzielen zu können. Die bekannte Lösung hierzu ist die intraorale Gerüstfügung<sup>7</sup>. Letztere kann jedoch ersetzt werden, wenn die Spielpassung im Indexbereich durch einen definierten Anschlag des Abutments seine negative Wirkung zur Übertragung der Rotationsposition verliert. So eine definierte Anschlagposition ist im Indexdesign des Camlog-Implantatsystems realisiert. Nach einer neuen Studie ist die Rotationsposition des Abutments beim Camlog-Implantat aufgrund des flächigen Anschlags der Nocken am Abutment in den Cams des Implantatkopfes exakt reproduzierbar<sup>40</sup>. Allerdings ist zu beachten, dass alle an der Herstellung beteiligten Personen, Zahntechniker und Zahnarzt, das Abutment in der identischen von zwei möglichen Anschlagpositionen fixieren und dabei das identische Drehmoment verwenden. Die dabei erzielte Gerüstpräzision ist bei korrekter Vorge-

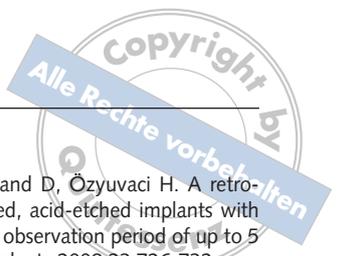
hensweise vergleichbar mit der Methode der intraoralen Gerüstfügung.

Falls kein Implantatsystem mit solch einem Indexdesign verwendet wird oder sich Ungenauigkeiten bei der Vorgehensweise eingeschlichen haben, kann auf die alternative Methode der enoralen Gerüstfügung zurückgegriffen werden.

Das vorgestellte Konzept stellt eine hochwertige Versorgungsart dar. Ist festsitzender Zahnersatz im zahnlosen Kiefer geplant, so muss eine Mindestanzahl von Implantaten an strategisch sinnvollen Positionen eingesetzt werden. Dadurch wird die Versorgungsform an sich schon teurer, als dies bei herausnehmbaren geroprothetischen Konzepten der Fall ist, bei denen einfachere Halteelemente auf weniger Implantaten abgestützt werden. Wir sehen die vorgestellte Versorgungsform als Alternative zu anderen festsitzenden Implantatversorgungen des zahnlosen Kiefers, wie Einzelkronen oder Brückenzahnersatz. Eine Reduktion der Implantatanzahl auf sechs im Oberkiefer kann bei einer mit Kunststoff verblendeten Arbeit durchaus in Erwägung gezogen werden, wodurch die Kosten entsprechend reduziert werden könnten.

## ■ Schlussfolgerung

Der Wunsch nach festsitzender implantatgetragener Rehabilitation wird immer mehr auch von älteren Patienten geäußert. Die implantatprothetischen Therapiekonzepte sind vorhanden, nur muss mit diesen Möglichkeiten verantwortungsvoll umgegangen werden.



Das Risiko dieser Patientengruppe, Erkrankungen zu erleiden, die eine nicht unerhebliche Einschränkung der eigenen Mundhygiene/Prothesenhygiene nach sich ziehen können, ist groß. Weil unsere modernen Implantatsysteme lange Überlebensraten aufweisen, kann bei nachlassenden Hygienemaßnahmen die festsitzende, implantatfixierte Rehabilitation für den Patienten zum großen Problem werden.

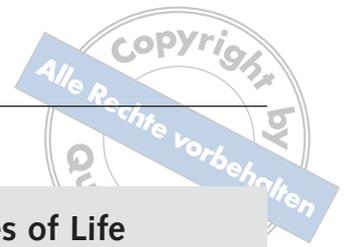
Unser vorgestelltes Konzept berücksichtigt auf der einen Seite den Patientenwunsch nach festsitzender Prothetik, auf der anderen Seite können wir unserer Verantwortung dieser Patientengruppe gegenüber dahingehend gerecht werden, dass Zahnersatz in seiner Funktionsweise einfach verändert werden kann: von festsitzend zu herausnehmbar.

## ■ Literatur

- Besimo C, Graber G. A new concept of overdentures with telescopic crowns on osseointegrated implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1994;14:487-495.
- Weigl P, Kleutges D. Ein innovatives und einfaches Therapiekonzept für herausnehmbare Suprastrukturen mit neuem Halteelement – konische Keramikpatrize vs. Feingoldmatrize. In Weber HP, Mönkmeyer UR (Hrsg.). *Implantatprothetische Therapiekonzepte. Die Versorgung des Oberkiefers*. Berlin: Quintessenz, 1999:117-158.
- Weigl P, Hauptmann J, Lauer H-Ch. Vorteile und Wirkungsweise eines biokompatiblen neuen Halteelements: Vollkeramische Primärkrone kombiniert mit metallischer Sekundärkrone. *Quintessenz Zahntech* 1996;22:507-525.
- Weigl P, Hahn L, Lauer H-Ch. Advanced biomaterials used for a new telescopic retainer for removable dentures: ceramic vs. electroplated gold copings, Part I: In vitro tribology effects. *J Biomed Mater Res* 2000;53:320-336.
- Zipprich H, Weigl P, Lange B, Lauer H-C. Erfassung, Ursachen und Folgen von Mikrobewegungen am Implantat-Abutment-Interface. *Implantologie* 2007;15:31-46.
- Weigl P. Intraoral adhering – a method improving accuracy of fit of rigid tapered crown anchorage on implants. Oral presentation. 82nd World Dental Congress FDI. Vancouver, 2.-8. October 1994.
- Janko S, Weigl P, Lauer H-Ch. Long-term behaviour of intraoral adhered rigid tapered crown anchorage. *J Dent Res* 1998;77:1240(Abstr. 267).
- Randelzhofer P. The return of retro classic double-crown technique in high-end dentistry. Oral presentation. 2nd International Camlog Congress. Basel 9.-10. May 2008.
- Hämmerle C, Glauser R, Jung R, Pjetursson B, Ramel C. *Orale Implantologie. Klinik für Kronen- und Brückenprothetik, Teilprothetik und zahnärztliche Werkstoffkunde*, ZZMK Universität Zürich. 2005:151-158.
- Bryant SR, Zarb GA. Osseointegration of oral implants in older and younger adults. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13:492-499.
- Nelson K, Heberer S, Glatzer C. Survival analysis and clinical evaluation of Implant-retained prostheses in oral cancer resection patients over a mean follow-up period of 10 years. *J Prosthet Dent* 2007;98:405-410.
- Nelson K, Semper W, Hildebrand D, Özyuvaci H. A retrospective analysis of sandblasted, acid-etched implants with reduced healing times with an observation period of up to 5 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23:726-732.
- Semper W, Heberer S, Nelson K. Early loading of root form and conical implants with a sandblasted large-grit acid-etched surface: a 6-year clinical follow-up. *Implants* 2008; 2:14-19.
- Gerste R. Was sollte man über Glaukome wissen? Glaukom – Informationen zur Vorsorge. April 2007, www.glaukom.de, Januar 2009.
- Burk A, Burk R. *Checkliste Augenheilkunde*. Stuttgart: Thieme, 2005.
- Imhoff AB, Baumgartner R, Linke R. *Checkliste Orthopädie*. Stuttgart: Thieme, 2005.
- Poeck K, Hacke W. *Neurologie*. Berlin: Springer, 2006.
- Besimo C. Mehrdimensionale Erfassung des alternden Menschen. *Quintessenz* 2005;56:645-654.
- Gahr KK. *Microstructure and wear of materials*. Amsterdam: Elsevier, 1987.
- Friedlander A, Norman DC. Late-life depression: psychopathology, medical interventions and dental implications. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;94:404-412.
- Micheelis W, Reich E. 3. *Mundgesundheitsstudie (DMS III)*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag, 1999.
- Micheelis W, Schiffner U. 4. *Mundgesundheitsstudie (DMS IV)*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag, 2006.
- Weigl P, Schlegel KA, Fichtner G, Cacaci C, Demal FG, Lauer H-Ch, Hermann I. A New Abutment and Prosthetic Procedure for Telescopic Denture Supported by Brånemark Implants. *Proceedings 2nd World Congress of Osseointegration*. Rom 1996: 285-290.
- Scarano A, Piattelli M, Caputi S, Favero GA, Piattelli A. Bacterial adhesion on commercially pure titanium and zirconium oxide disks: An in vivo human study. *J Periodontol* 2004;75:292-296.
- Degidi M, Artese L, Scarano A, Perrotti V, Gehrke P, Piattelli A. Inflammatory infiltrate, microvessel density, nitric oxide synthase expression, vascular endothelial growth factor expression and proliferative activity in peri-implant soft tissues around titanium and zirconium oxide healing caps. *J Periodontol* 2006;77:73-80.
- Weigl P. Halteelement für einen herausnehmbaren Zahnersatz. Patent No. 97105901.9-2309 (1996).
- Weigl P. Primärkronen aus Keramik mit direkt aufgalvanisierten Matrizen – ein innovatives Halteelement mit neuen Eigenschaften. In: Wirz J, Hoffmann A (Hrsg.). *Galvano-prothetik – neue Wege zum biologischen Zahnersatz*. Berlin: Quintessenz, 1999: 268-317.
- Weigl P, Kirschner T, Hopp M, Lauer H-Ch. Qualities of direct electroplated gold copings used as telescope retainer. *J Dent Res* 1998;77:1239 (Abstr. 263).
- Hahn L, Weigl P, Lauer H-Ch, Hamacher O. In vitro model for the wear of taper crown systems. 30. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Grundlagenforschung in der DGZMK, Mainz T15 (1998).
- Okawa S, Okane H, Nagasawa T, Tsuru H. Changes in retention of various telescope crown assemblies over long-term use. *J Prosthet Dent* 1990;64:153-158.
- Weigl P, Lauer H-Ch. Advanced biomaterials used for a new telescopic retainer for removable dentures: ceramic vs. electroplated gold copings. Part II: Clinical effects. *J Biomed Mater Res* 2000;53:337-347.
- Mehrhof J, Nelson K. A fixed implant-supported restoration based on electroforming for the esthetic rehabilitation of the edentulous patient. *QDT Yearbook* 2008; 9-18.
- Nelson K, Heberer S, Glatzer C. Survival analysis and clinical evaluation of implant-retained prostheses in oral cancer resection patients over a mean follow-up period of 10 years. *J Prosthet Dent* 2007;98:405-410.



34. Strietzel FP, Reichart PA. Oral rehabilitation using Camlog<sup>®</sup> screw-cylinder implants with a particle-blasted and acid-etched microstructured surface. *Clin Oral Implants Res* 2007;18: 591-600.
35. Krennmair G, Weinländer M, Krainhöfner M, Piehslinger E. Implantatgetragene Deckprothesen im Unterkiefer auf Kugelgeschieben oder Teleskopkronen – Eine prospektive Dreijahresstudie. *Implantologie* 2006;14:235-243.
36. Krennmair G, Weinländer M, Krainhofner M, Piehslinger E. Implant-supported mandibular overdentures retained with ball or telescopic crown attachments: A 3-year prospective study. *Int J Prosthodont* 2006;19:164-170.
37. Nelson K, Semper W, Hildebrand D, Özyuvaci H. A retrospective analysis of sandblasted, acid-etched implants with reduced healing times with an observation period of up to 5 years. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23: 726-732.
38. Semper W, Heberer S, Nelson K. Early loading of root form and conical implants with a sandblasted large-grit acid-etched surface: a 6-year clinical follow-up. *Implants* 2008;2: 14-19.
39. Nelson K, Hildebrand D, Mehrhof J. Fabrication of a fixed retrievable implant-supported prosthesis based on electroforming: A technical report. *Int J Prosthodont* 2008;17:591-595.
40. Semper W, Heberer S, Mehrhof J, Schink T, Nelson K. Effects of repeated manual disassembly and reassembly on the position stability of various implant-abutment complexes: An experimental study. *Int J Oral Maxillofac Implants* (zur Publikation eingereicht).



## **An Implant-Supported Prosthetic Solution for Two Stages of Life A New Approach for the Phase of Life Before and With Age-Related Disorders or Handicaps**

**KEYWORDS** *Tapered crown, zirconia, elderly patient, fixed prosthesis, geriatric solution, dental implants, hygienic maintenance, removable prosthesis*

Implant-supported, tapered crown retained prosthesis have been avoided for a long time in implant rehabilitation since appropriate therapeutical and technical solutions were missing. The required effort for an accurate passive fitting of the prosthetical scaffold led to an uneconomic dental construction even if the benefits for geriatric dentistry are obvious: simplified hygienic procedure ease of adjustment if implant or tooth are lost. Based on the scientific findings of the group around Weigl in the mid 90's it was possible to achieve an accuracy of fit of rigid tapered crown anchorage on implants due to intraoral adhesive luting of the galvano mesostructure with the framework. The scientific work was focused on a new telescopic retainer for removable dentures, ceramic tapered crowns vs. electroplated gold copings, and the accuracy of fit by intraoral adhesive luting, which made these suprastructures much easier and economic in its fabrication. Solutions in implant-retained geriatric dentistry differentiate fixed and removable constructions. The criteria to accept or reject a fixed prosthetic solution for the elderly patient are complex: important are factors like atrophic degree of the jaws, possible number of implants, possible implant locations, surgical effort, manual and visual possibilities of the patient for dental hygiene and last but not least the financial possibilities of the patient. Fixed prosthetic reconstructions are known as well accepted but the need of hygienic efforts for a good maintenance are not achievable for every patient. Removable solutions and the reduction of implants simplify the hygienic demands and are appropriate for elderly patients who have limited dexterity. Regarding the different geriatric solutions we should not forget about future aspects regarding the patient's general health in the coming life phase. Our patients get older with their implant supported prostheses. This fact is increasingly important for the preservation of fixed implant retained rehabilitations: the cleansability for appropriate maintenance must be performable also by others in case of a long-term care patient to avoid periimplant inflammation up to implant loss or even loss of the prosthetic reconstruction. As retention element we chose the tapered crown anchorage versus an electroplated galvano coping which is adhesively luted at the end of the reconstruction to the framework. For hygienic and mechanical reasons zirconia material is selected for the inner coping. The prosthetic construction is made as an one-piece bridge first at all cemented on the implant-supported tapered crowns. Different materials for frame construction and facing can be used. The reconstruction can be adapted to changing general health conditions of the elderly patient if necessary from a first of all cemented version to a removable version without any additional work.