



### Zusammenfassung

Verbundtechnologien haben in der Implantatprothetik eine hohe Relevanz, beispielsweise beim Vereinen von Titanbasis und keramischem Aufbau für ein CAD/CAM-Hybridabutment. Das Autorenteam beschreibt ein bewährtes Vorgehen aus dem Alltag, wobei der Fokus im Artikel auf den gesicherten Klebeverbund liegt. Verfahrensrelevante Schritte werden argumentiert und step-by-step aufgezeigt.

### Indizes

Abutment, Abutmentoberfläche, Hybridabutment, CAD/CAM-Abutment, Klebeverbund

## Taktische Einheit: CAD/CAM-Hybridabutments

Step-by-step mit dem Fokus auf dem Klebeverbund

**Carsten Fischer, Peter Gehrke**

Was kommt obendrauf? Diese Frage steht heutzutage im Mittelpunkt einer implantologischen Therapie. Darüber, ob das Implantat einheilt, wird kaum noch diskutiert, denn die Osseointegration ist in den meisten Indikationen selbstverständlich. Die weitaus höhere Aufmerksamkeit obliegt der zahntechnischen Implantatprothetik. Hier befindet sich die große Herausforderung im Bereich der Transitionszone, also dem Bereich zwischen dem periimplantären Knochen und der Schleimhaut. Das Abutment als Verbindung zwischen Implantat und Restauration bestimmt das Ergebnis maßgeblich. Individuelle CAD/CAM-Abutments bieten eine gesicherte Retention, gewähren eine vorhersagbare Adaption an den Weichgewebeverlauf und ermöglichen hervorragende ästhetische Resultate. Der Artikel beschäftigt sich mit zweiteiligen CAD/CAM-Hybridabutments. Grundsätzlich bedarf es bei deren Herstellung reproduzierbarer Regeln. Viele Bausteine greifen ineinander. Hierzu werden in diesem Beitrag zentrale Fragen beantwortet.

### Einleitung

- Baustein 1: Die Fertigung des Hybridabutments (Inhouse oder Outsourcing):
  - Wie wird eine präzise und vorhersagbare Ergebnisqualität erreicht?
- Baustein 2: Der Klebeverbund zwischen Titanbasis und Abutmentkappe:
  - Wie kann ein definiert kleiner Klebespalt für den stabilen Verbund erreicht werden?
  - Welche Maßgaben gelten als Voraussetzung für einen sicheren Klebeverbund?
  - Wie erfolgt die Konditionierung von Titanbasis sowie keramischer Kappe?
  - Was muss beim Klebevorgang beachtet werden?
- Baustein 3: Die Oberflächentopografie des Abutments sowie die Reinigung vor dem Einsetzen:
  - Wie kann eine definierte Oberflächenrauheit für das optimale Anheften des periimplantären Weichgewebes erzielt werden?
  - Wie können die Anforderungen an ein adäquat gereinigtes Abutment erreicht werden (Abutment = semikritisches Bauteil im Sinne des Medizinproduktegesetzes)?

Dem Zahntechniker kommt beim Herstellen des CAD/CAM-Hybridabutments eine verantwortungsvolle Aufgabe zu. Präzision, Materialqualität, Klebeverbund sowie Oberflächentopographie und Abutmenthygiene sind wichtige Parameter. Das Autorenteam beschäftigt sich seit vielen Jahren mit individuellen Abutments und hat ein erprobtes implantatprothetisches Protokoll erarbeitet sowie grundlegende Parameter für Hybridabutments definiert. Diese basieren auf klinischen Studien und praxisrelevanten Erfahrungen aus dem Praxis- und Laboralltag. Insbesondere gilt die Aufmerksamkeit der Fertigung (Präzision der Hülse, Verklebung auf der Titanbasis), der Topografie der Oberfläche im submukösen Bereich (Rauigkeit) und der Abutment-Hygiene.<sup>5,6</sup> Sind entsprechende Voraussetzungen beim Verkleben erfüllt, gelten zweiteilige CAD/CAM-Hybridabutments als sichere implantatprothetische Versorgungsoption.<sup>4,12</sup>

### Individuelle Abutments: Einteilung

Um die Vorzüge zweiteiliger keramischer Abutments zu erkennen, ist ein Blick auf einteilige Abutments angebracht. Einteilige Abutments sind vollständig im CAD/CAM-Verfahren gefräst. Als Materialien werden Titan oder Zirkonoxid verwendet, wobei beide Vor- und Nachteile haben. Titan steht für hohe Stabilität, allerdings bedeutet die graue Farbe eine potenzielle ästhetische Beeinträchtigung im periimplantären Bereich. Daher werden Titanabutments in ästhetisch anspruchsvollen Situationen und bei einem dünnen periimplantären Biotyp als nicht optimal erachtet.<sup>10,11,14</sup> Hier haben keramische Aufbauten ihre Vorzüge, die zudem hinsichtlich der Gingivaverträglichkeit Vorteile ausspielen. Doch auch einteilige Zirkonoxidabutments haben eine Limitation. Beim direkten Kontakt von Keramik (Abutment) auf Metall (Implantatkörper) kann die härtere Keramik bei Mikrobewegungen zu Abrieberscheinungen der Metalloberfläche führen. Bei einteiligen Zirkonoxidabutments ist ein verstärkter Abrieb an der Implantat-Abutment-Verbindung zu befürchten. Zweiteilige Abutments wiederum vereinen die positiven Materialeigenschaften von Titan mit den optischen sowie biokompatiblen Vorzügen einer Keramik. Eine etablierte Methode für zweiteilige Implantataufbauten sind CAD/CAM-Hybridabutments.



**Abb. 1** Eine optimale Geometrie der individuellen Titanbasis bietet die Sicherheit, auch Materialien mit geringerer Biegefestigkeit, wie Hybridkeramik (hier CERASMART, GC) oder Lithiumdisilikat (hier: IPS e.max, Ivoclar Vivadent), für die Hybridkrone verwenden zu können.

Bei einem Hybridabutment wird eine Klebebasis aus Titan mit einem CAD/CAM-gefertigten keramischen Aufbau verklebt. Der graue Titankern ist durch die Keramik maskiert. Zu unterscheiden ist das Hybridabutment (Kronenkappe) von der Hybridabutmentkrone (monolithische, okklusale verschraubte Krone). Je nach Indikation führen verschiedene Materialpaarungen zum Ziel.

Mögliche Materialpaarungen:

- Titanbasis zu Zirkonoxid,
- Titanbasis zu Lithiumdisilikat,
- Titanbasis zu Hybridkeramik und
- Titanbasis zu zirkonoxidverstärktem Lithiumsilikat.

Moderne keramische Materialien bieten hervorragende Möglichkeiten, hohen Ansprüchen gerecht zu werden, sowohl in der Funktion als auch der Ästhetik (Abb. 1). Hinweis: Entsprechend der Materialpaarung variiert das Vorgehen beim Verkleben der Titanbasis mit der Abutmentkappe.

Vorteile zweiteiliger Abutments sind Sicherheit und Stabilität.<sup>4,7</sup> Untersuchungen bezeichnen zweiteiligen Zirkonoxidabutments mit interner Titanverbindung hohe Biegemomente.<sup>13</sup> An der Verbindung zwischen Implantat (Titankörper) und Abutment (Titanbasis) trifft – im Gegensatz zum einteiligen Keramikabutment – nur ein Werkstoff zusammen (Metall-zu-Metallverbindung); ein erhöhter Abrieb am Interface ist nicht zu befürchten. Auch die vor Jahren oft thematisierte Verklebung in Höhe der Implantatschulter löst keine Komplikationen aus.<sup>3</sup> Zusammengefasst: Das metallische Innenleben mit seinem keramischen Mantel hat sich bewährt, sofern der Klebeverbund exakt vorgenommen wird (Abb. 2).<sup>4,12</sup>

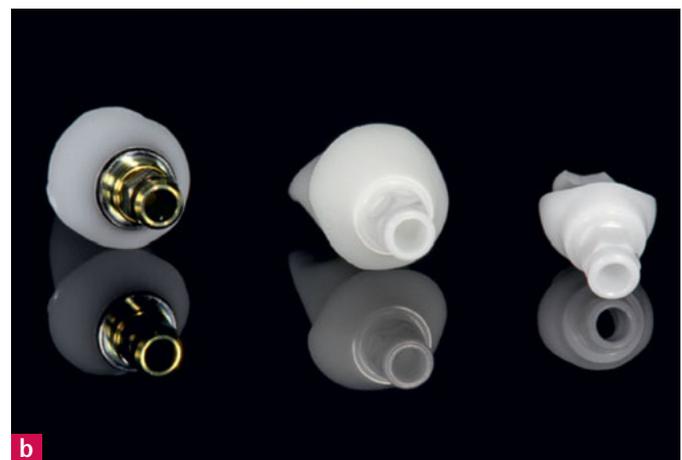
Unterschieden wird zwischen Standardklebebasen und individualisierten CAD/CAM-Klebebasen. Beide sind für die Autoren gängige und bewährte Möglichkeiten, um ein Hybridabutment herzustellen. Individuelle CAD/CAM-Klebebasen sind eine sinnvolle Indikationserweiterung. Zwar kann mit der standardisierten Basis aus dem Katalog ein sicherer Klebeverbund geschaffen werden, aber individuelle CAD/CAM-Klebebasen bieten in der Regel eine deutlich höhere Retention sowie vielfältige Möglichkeiten. Auch mögliche

### Varianten moderner Hybridabutments

### Standardisierte versus individuelle Klebebasen



**Abb. 2 und 3** Die Abbildungen resultieren aus einer Studie zur Verklebung zweiteiliger CAD/CAM-Hybridabutments.<sup>4</sup> Die mittlere Klebekraft von allen untersuchten Resin-Zementen überschritt die Bruchgrenzwerte von 380-430 N für Zirkonoxidabutments mit internen Verbindungen. Es kommt also eher zum Bruch der Zirkonoxidhülse, bevor ein Retentionsverlust auftritt.



**Abb. 4a und b** Die Abbildungen aus einer Studie zur Belastung von angulierten Abutments.<sup>7</sup> Zusammengefasst wurde festgestellt, dass zweiteilige Hybridabutments im „High-Load-Area“-Bereich (hohe Belastung) die bessere Alternative sind im Vergleich zu einteiligen Katalogabutments und einteiligen CAD/CAM-Aufbauten.

Angulationen können ausgeglichen werden, ohne dass es zu einem Verlust der Retentionsfläche kommt. Zudem obliegt der individuellen CAD/CAM-Klebebasis der Vorteil einer optimalen biomechanischen Unterstützung der Restauration sowie das Anpassen der Randbereiche an den Gingivaverlauf. Beispiel: Bei einer Hybridkrone bildet der relativ kleine Schacht der Standardklebebasis die Grundlage für die Vollanatomie (Abb. 5a und b).



**Abb. 5a bis d** Gegenüberstellung von Restaurationen auf einer standardisierten Klebebasis (links) und einer individuellen CAD/CAM-Klebebasis.

**Abb. 6** Individuelle CAD/CAM-Klebebasis mit unterschiedlicher Schulterhöhe 0–3mm. Das Emergenzprofil ist in Höhe und horizontaler Ausdehnung der klinischen Situation angepasst. Die Hybridkrone wird somit durch die anatomische Form optimal unterstützt.

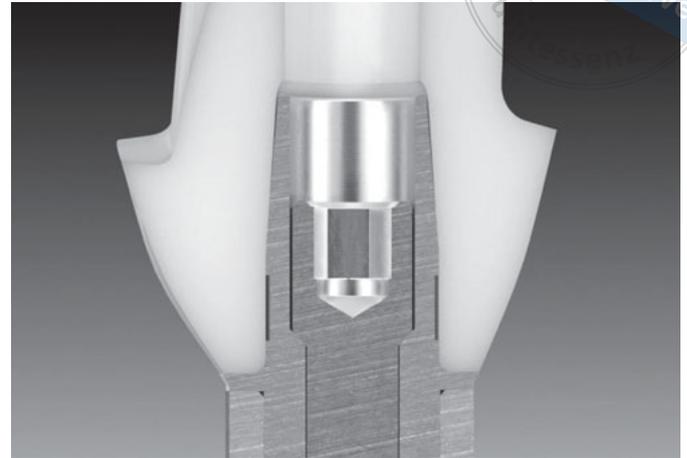
Demgegenüber ist auf den Abbildungen 5b und c verdeutlicht, wie eine individualisierte Klebebasis die Krone perfekt unterstützt. Die Krone wurde zunächst vollanatomisch konstruiert und über ein Split-File in den Metall- (Klebebasis) und Keramikanteil (Hybridkappe) separiert.

Hinweis: Die optimale anatomische Unterstützung durch eine individualisierte Titanbasis (Abb. 6) gibt die Sicherheit, Materialien wie Hybridkeramik oder Lithiumdisilikat – geringere Biegefestigkeit als Zirkonoxid – für die Hybridkrone zu verwenden (s. auch Abb. 1).

Eine Klebebasis kann auf zwei Wegen generiert werden. Zum einen können Titanbasen in unterschiedlichen Konfigurationen eingekauft werden. Alternativ werden individuelle CAD/CAM-Klebasen im Labor (spezielle Rohlinge) oder vom Fertigungsdienstleister hergestellt. Grundsätzlich gilt: Die eigentliche Verbindung zum Implantat erfolgt immer über eine konfektionierte Schnittstelle. Der Bereich unterhalb der Klebefläche – Verbindung zum Implantat – bleibt bei der Be- und Erarbeitung unangetastet! Zu beachten ist u. a., dass die Klebebasis über ausreichend Retention verfügt. Empfohlen wird, eine Höhe von 5 mm nicht zu unterschreiten.

**Fertigung des Hybrid-  
Abutments  
Titanbasis**

**Abb. 7** Querschnitt eines Hybridabutments. Die Fertigungspräzision und damit der Klebspalt spielen eine elementare Rolle für die Haltekraft des Klebeverbundes. Es muss ein definiert geringer Klebspalt (20 µm bis max. 30 µm) eingehalten werden.



**Abb. 8** Untersuchung der Passungsqualität laborgefertigter (optimale Laborbedingungen) und zentral gefertigter Hybridabutments (Fotos: Gehrke P, Sing T et. al.<sup>8</sup>).

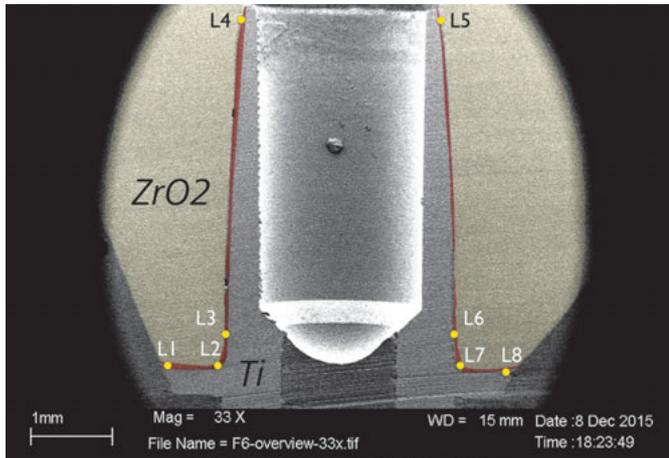
### *Keramische Kappe/Krone*

Die keramische Abutmentkappe wird CAD/CAM-gestützt hergestellt; entweder im Dentallabor oder von einem externen Dienstleister. Egal ob standardisierte oder individuelle Klebebasis, ob im Labor oder vom Fräszentrum gefertigt, die Forderung ist immer gleich.

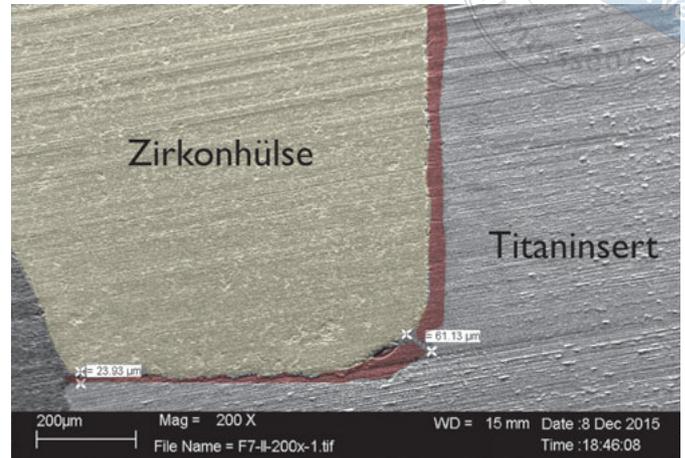
Hinweis: Die präzise Passung der Abutmentkappe auf der Titanbasis ist Garant für maximale Sicherheit (Klebeverbund).

### *Klebspalt*

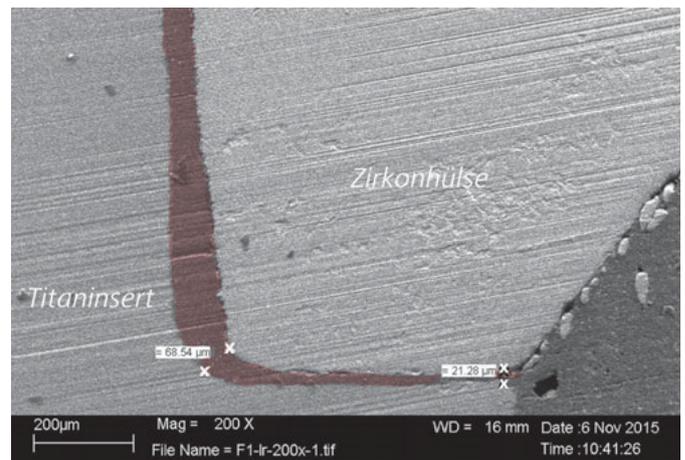
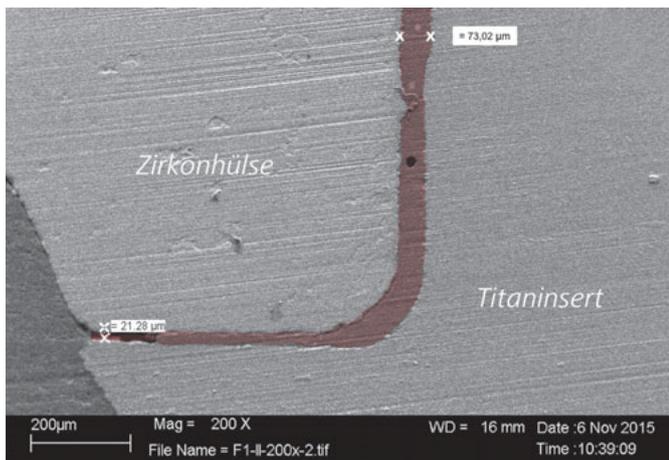
Aus der Passung heraus ergibt sich der Klebspalt. Es gelten klare Vorgaben, denn der Klebspalt ist ein grundlegender Aspekt für den sicheren Klebeverbund (Abb. 7). Die Abutmentkappe sollte so auf der Titanbasis sitzen, dass ein feiner Widerstand beim Aufsetzen zu spüren ist. Eine lockere Spielpassung ist ebenso kontraindiziert wie eine Klemmwirkung oder Friktion. Es ist ein definiert geringer Klebspalt von max. 30 µm anzustreben. In einer Untersuchung zur Passung wurden laborgefertigte (optimale Laborbedingungen) und zentral gefertigte Hybridabutments gegenübergestellt (Abb. 8)<sup>8</sup>. Hierbei wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Die zentrale Fertigung ist eine bewährte Option. Aber auch ein Labor, welches innerhalb einer qualitativ hochwertigen, gesicherten CAD/



**Abb. 9** Rasterelektronenmikroskopisches Schnittbild (REM) eines Hybridabutments. Weiß eingefärbt: ZrO<sub>2</sub>-CAD/CAM-Abutment auf Titanbasis. Rot eingefärbt: interne Klebefuge mit den Messpunkten und externe Klebefuge (Kontakt zur Mukosa) mit Messpunkten L1 und L8 (Fotos: Gehrke P, Sing T et al.).<sup>8</sup>



**Abb. 10** Vergrößerung des externen Klebespalts (L1) mit einer Größe von 0,21µm. Der Klebefugenspalt ist mehr als die Hälfte geringer als bei der adhäsiven Befestigung von Kronen auf Zähnen, bei denen eine Klebefuge von 50 µm als ideal erachtet wird (Fotos: Gehrke P, Sing T et al.).<sup>8</sup>



**Abb. 11 und 12** Die REM-Bilder zeigen, dass der Klebespalt unterschiedliche interne und externe Maße haben kann. Das linke Bild zeigt das Ergebnis der Laborfertigung, das rechte Bild das der zentralen Fertigung. Fertigungsbedingte Schwankungen können nie ganz ausgeschlossen werden. Wichtig ist, dass an relevanten Messpunkten (z. B. Randbereich) der geforderte Wert erzielt wird (Fotos: Gehrke P, Sing T et al.).<sup>8</sup>

CAM-Prozesskette arbeitet, kann die Präzision der industriellen Fertigung erreichen. Es muss jedoch eine vorhersagbare, reproduzierbare und schwankungsfreie Ergebnisqualität sichergestellt sein. Rasterelektronenaufnahmen zeigen, dass optimal gefertigte Hybridabutments in externen Randbereichen eine hohe Passungsqualität haben<sup>8</sup>. Dies unterstreicht, dass die Diskussionen um den Einfluss des Klebespaltes im submukösen Bereich (Kontakt Weichgewebe) eine akademische Frage und nicht als echtes Risiko zu bewerten sind (Abb. 9 bis 12).



**Abb. 13** Ein für das Labor sicheres und überschaubares Verfahren bietet das Befestigungskomposit PANAVIA™ V5 (Kuraray Noritake).

### Klebeverbund zwischen Titanbasis und Abutmentkappe Die Relevanz des Verbundes

Der Klebeverbund zwischen Titanbasis und Abutmentkappe sichert die stabile Einheit zwischen Implantat und Abutment. Die Haftfestigkeit wird durch die Passung, die exakte Oberflächenbehandlung und das adäquate Anwenden der Befestigungsmaterialien so stabil wie möglich gestaltet. Der Klebeprozedur kommt eine federführende Bedeutung zu. So eindringlich wie auf den definierten Klebespalt hingewiesen wird, so deutlich wird das standardisierte Vorgehen beim Verkleben betont. Es ist ein konsequentes Protokoll einzuhalten.

### Klebe- bzw. Befestigungsmaterial

Zum Verkleben sind nur dafür zugelassene Materialien zu verwenden (z. B. PANAVIA™ V5, Kuraray Noritake; Multilink Hybrid Abutment, Ivoclar Vivadent). Um einen Farbshift zu vermeiden, wird ein opakes Material empfohlen. Die Autoren favorisieren PANAVIA™ V5, ein adhäsives Kompositzementsystem für diverse Indikationen (extraoral, intraoral; Abb. 13). Das dualhärtende Material (licht- und/oder selbsthärtend) ist in fünf verschiedenen Farben erhältlich. Der zum System gehörende selbstätzende Primer (CLEARFIL™ CERAMIC PRIMER PLUS) verbessert nach entsprechender Vorbehandlung der Klebeflächen den Verbund.

Hinweis: Kleber ≠ Kleber! Das Material muss der Norm entsprechen (mind. 380 Nm Haltekraft) und für die Indikation Hybridabutment freigegeben sein. Zudem gibt es Abweichungen im Verfahrensprozess, die dem Zahntechniker geläufig sein sollten.

Grundsätzlich beeinflussen viele Parameter die Klebekraft. Zusammengefasst werden können als Faktoren für den sicheren Verbund folgende Punkte:

- Höhe der Klebebasis: zirka 5 mm;
- definierter Klebespalt: zirka 20 µm bis max. 30 µm;
- Anstrahlen der Titanbasis: Aluminiumoxid 110 µm bei 1–1,5 bar;
- Anstrahlen der Klebefläche des keramischen Aufbaus: Aluminiumoxid, materialspezifisch;
- saubere, fettfreie Klebeflächen: Reinigung Ultraschall in mind. 80%igem Alkoholbad für 5 Minuten);
- für die Indikation freigegebenes Befestigungsmaterial (opak): Beispiele: Multi Link Hybrid Implant, Ivoclar Vivadent; PANAVIA™ V5, Kuraray Noritake;
- Einhalten eines konsequenten Protokolls und Verkleben exakt nach Herstellervorgaben.



**Abb. 14** Abstrahlen der Innenfläche der Abutmentkappe aus Zirkonoxid mit 50 µm bei 0,5 bis 1 bar.



**Abb. 15** Abstrahlen der Titanklebebasis mit Aluminiumoxid bei 110 µm und 1,5 bar.



**Abb. 16** Titanbasis vor und nach dem Abstrahlen mit entsprechendem Strahlschutz (Plastikröhrchen) im Schraubenkanal.



**Abb. 17** Markierung mit wasserfestem Stift als Positionierungshilfe. Der Bereich der Klebefuge ist auszusparen.

Voraussetzung für eine sichere Verbindung ist die präzise Vorbereitung der Klebeflächen. Bei der Konditionierung der keramischen Abutmentkappe sind die abweichenden Vorgehensweisen zu beachten, die sich aus den Materialpaarungen heraus ergeben. Das Abstrahlen einer Zirkonoxidabutmentkappe erfolgt mit 50 µm bei 0,5 bis 1 bar (Abb. 14).

Die Titanklebebasis besteht aus Klebefläche, Klebeschulter und Implantatanschlussgeometrie. Die Klebefläche und die Oberseite der Klebeschulter werden mit Aluminiumoxid abgestrahlt (100 µm für 20 Sekunden bei 1–1,5 bar; Abb. 15). Die Unterseite der Klebeschulter bleibt ab dem Übergang zum Implantat unberührt. Hinweis: Vor dem Abstrahlen muss in den Schraubenkanal der Strahlschutz eingebracht werden. Es darf kein Strahlsand in die inneren Anteile des Abutments gelangen (Abb. 16).

Nach dem Abstrahlen erfolgt ein Reinigen im Ultraschallgerät (mind. 80%iges Alkoholbad für 5 Minuten). Um eine Referenz für das Positionieren der Abutmentkappe auf der Titanbasis zu haben, ist eine Markierung ratsam. Empfohlen werden kann eine Anzeichnung mit einem wasserfesten Stift auf der Restauration und dem basalen Anteil der Titanbasis (Abb. 17).

**Verfahrenstechnik:**  
**Verklebung**



**Abb. 19** Saubere Platzierung des Klebers am oberen Rand der Titanbasis (Hinweis: opakes Material verwenden).



**Abb. 20** Verfugen von Abutmentkappe und Titanbasis.



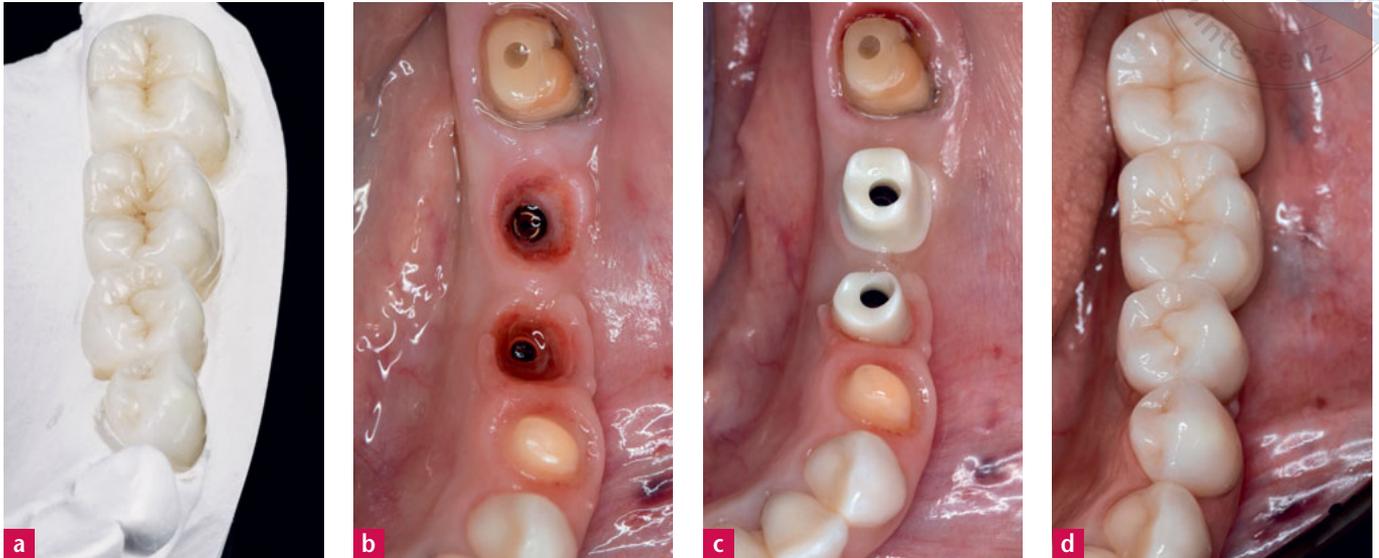
**Abb. 21** Sorgfältiges Entfernen des überschüssigen Klebers mit einem abrasiven Polierer (Panther edition Lense 260 rough, Sirius Ceramics).



**Abb. 22** Erarbeiten der geforderten Oberflächentopografie (RA-Wert 0,21-0,40  $\mu\text{m}$ ) im submukösen Bereich mit entsprechendem Polierer (Panther edition Lense 260 smooth, Sirius Ceramics).

Hinweis: Die Klebefuge sollte beim Anzeichnen der Positionierungshilfe ausgespart werden, um Verfärbungen des Zements zu vermeiden.

Anschließend wird die Klebefläche (Titanbasis, Abutmentkappe) mit dem Primer mittels Applikationsbürste bestrichen und mit einem milden, ölfreien Luftstrom ausreichend getrocknet (Abb. 18). Die Mischkanüle wird auf die Pastenspritze des Zweiphasenklebers aufgesteckt. Es empfiehlt sich, zuvor eine kleine Menge der Paste herauszudrücken und zu kontrollieren, dass aus beiden Öffnungen gleich große Mengen austreten. Bei ungleicher Menge besteht die Gefahr einer schlechten Polymerisation. Der Kleber wird direkt aus der Spritze auf die obere Kante der Titanbasis aufgetragen (Abb. 19) und anschließend die Objekte entsprechend der Markierung zusammengeführt (Abb. 20). Es folgt die Polymerisation unter der Lichthärtelampe (effektiver Wellenbereich zwischen 400 und 515 nm). Das vorherige Auftragen von Glycerinöl verhindert eine Sauerstoffinhibition. Abschließend kann die Klebefuge sorgfältig mit entsprechenden Polierern überarbeitet werden (Abb. 21 und 22).



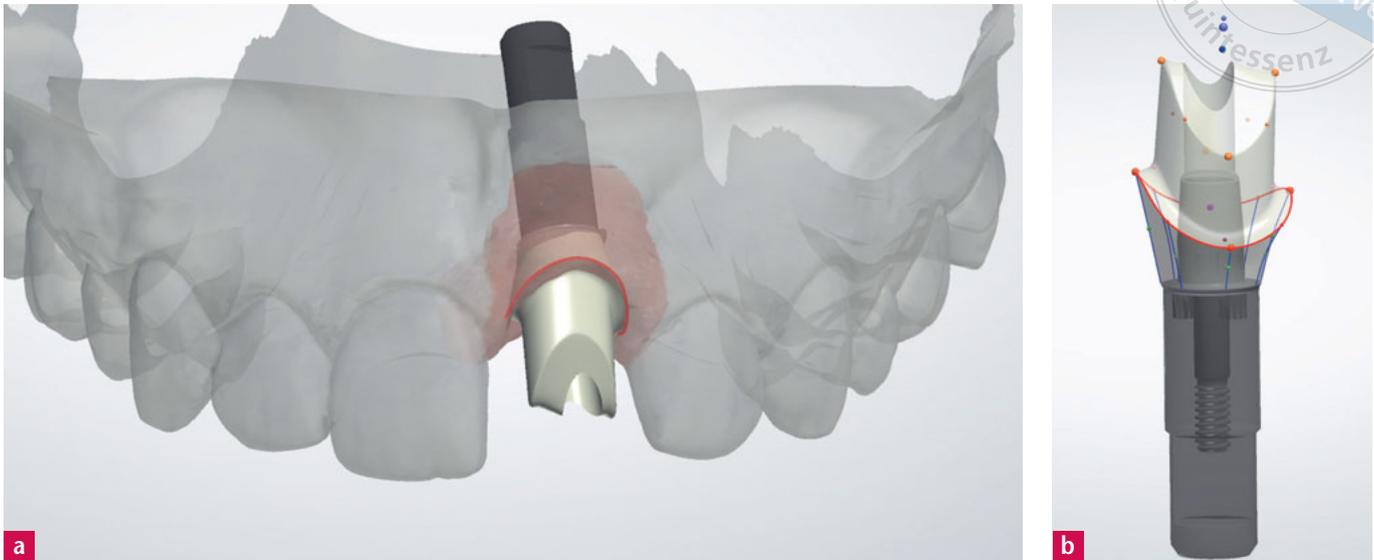
**Abb. 23** Implantatprothetische Versorgung im Seitenzahnbereich. **a** Restauration auf dem Modell. **b** Ausgeformtes Emergenzprofil. **c** Hybridabutments aus Zirkonoxid. **d** Eingegliederte Restauration.

Auf diesen wichtigen Aspekt wird im Verlauf des Beitrags noch einmal explizit eingegangen.

Hinweis: Überschüssigen Kleber erst nach dem vollständigen Aushärten entfernen, um den Abbindeprozess nicht zu stören. Wird nicht ausgehärteter Kleber mit einem Schaumpellet entfernt, können Unterschnitte entstehen. Hierbei kann sich eine Rille bilden, die sich nicht adäquat auspolieren lässt und ein Herd für Bakterien ist.

Im funktionell stark beanspruchten Seitenzahngebiet ist die monolithische Restauration zu bevorzugen. Verblendete Implantatkronen sind im Gegensatz zur monolithischen Variante einem vergleichsweise hohem Chippingrisiko ausgesetzt, da Implantate keine Eigenbeweglichkeit besitzen. Hybridkeramiken (z. B. CERASMART, GC) bieten aufgrund einer gewissen Duktilität Vorzüge. Hybridkeramiken vereinen die Vorteile von Keramik und Komposit. Die Ingredienz Keramik sorgt für zahnähnliche lichtoptische Eigenschaften. Der Polymeranteil gibt dem Material biomechanische Eigenschaften, ähnlich dem natürlichen Zahn. Beachtenswert sind die vom Hersteller deklarierten Dämpfungseigenschaften. Die leichte Flexibilität lässt eine Pufferung der Kaukräfte vermuten, was das Material unter anderem in der Implantatprothetik interessant werden lässt. Erfahrungsgemäß empfinden Patienten den soften Aufbiss als sehr positiv (Wohlfühlaspekt). Im gezeigten Fallbeispiel (Abb. 23) wurden zwei Implantate im Seitenzahnbereich mit Hybridabutments und monolithischen Keramikronen versorgt. Wie in einem modernen implantatprothetischen Behandlungsprotokoll üblich, wurde die Emergenz zunächst mit individuellen Healing-Abutments ausgeformt. Die finale prothetische Versorgung erfolgte über Hybridabutments aus Zirkonoxid und monolithische Kronen aus Hybridkeramik.

**Patientenfall: Der ästhetische Monolith**



**Abb. 24a und b** Ausgangssituation sind der präzise Scan und die CAD-Konstruktion. Hierbei sind die Softwarevorgaben zu beachten und vorgegebene Grenzen nicht zu überschreiten.



**Abb. 25** Klebevorrichtung: Spannfeder sorgt beim Verkleben für eine gesicherte und gleichbleibende Krafteinwirkung.

### Patientenfall: Der Klassiker

Eine häufige Indikation für Hybridabutments ist die implantatprothetische Versorgung im ästhetischen Bereich. Aufgrund der hohen Ansprüche wurde im gezeigten Fall (Abb. 24) auf die klassische Variante des Hybridabutments zurückgegriffen. Auf eine Titanklebebasis wurde eine Abutmentkappe aus Zirkonoxid verklebt und die Suprakonstruktion einer individuell geschichteten Krone realisiert. Das Verkleben von Titanbasis und Abutmentkappe folgte dem bereits beschriebenen Prozedere. Als sinnvolles Hilfsmittel beim Verkleben ist an dieser Stelle die Spannfeder zu nennen (Abb. 25), die während des Klebezyklus eine gesicherte und gleichbleibende Krafteinwirkung gewährt.



**Abb. 26** Die diamantierten Polierer für die adäquate Nachbearbeitung des submukösen Anteils eines CAD/CAM-Hybridabutments. Der orange Polierer (Panther edition Lense 260 rough) dient dem Entfernen der Zementreste. Mit dem lilafarbenen Polierer wird der mittlere Rauwert erzielt.



**Abb. 27** Gezieltes Erarbeiten einer Oberflächentopografie (mittlerer Rauwert von 0,21-0,4 µm) mit dem speziellen diamantierten Gummipolierer.

Nach dem Verkleben von Titanbasis und keramischem Aufbau gilt die Aufmerksamkeit der Oberflächenbearbeitung des submukösen Anteils. Angestrebt wird ein Anhaften der Fibroplasten im Bereich der periimplantären Mukosa. Ziel ist, dass sich die periimplantäre Mukosa fest an das Abutment adaptiert. Eine zu raue Oberfläche ist unerwünscht, da sie ein Herd für die Bakterien- sowie Plaqueanlagerung und eine potenzielle Gefahr für Entzündungen ist. Ist die Oberfläche zu glatt poliert, scheinen die Fibroplasten der periimplantären Mukosa nicht optimal anzuwachsen. Die Autoren gehen auf Grundlage ihrer langjährigen Erfahrungen sowie Untersuchungen davon aus, dass es für die Oberflächenrauigkeit einen definierten Schwellenwert gibt, bei dem die Bakterienanlagerung gering ist und zugleich eine Anlagerung der Fibroplasten unterstützt wird. Als ideale Oberfläche erachten sie einen mittleren Rauwert (RA 0,21–0,40 µm).<sup>6</sup>

Hinweis: Ganz gleich, ob im Labor oder vom externen Dienstleister gefertigt, es besteht immer die Gefahr, dass das Abutment eine zu hohe Rauigkeit im basalen Bereich aufweist. Nach Ansicht der Autoren kann eine reproduzierbar definierte Rauigkeit nicht maschinell generiert werden. Es muss eine manuelle Nachbearbeitung erfolgen.

Um eine entsprechende Oberflächenvergütung zu generieren, wurde ein validiertes Arbeitsprotokoll definiert. Gemäß dieses Protokolls wird der basale Bereich des Abutments mit speziellen diamantierten Gummipolierern überarbeitet.<sup>6</sup>

Um zunächst den Klebeüberschuss zu beseitigen, wird mit dem entsprechenden Polierer (Panther edition Lense 260 rough) die Fuge vorsichtig überarbeitet (s. auch Abb. 21). Der Polierer ist extra dafür konzipiert und lässt eine schnelle sowie gezielte Entfernung des Klebers zu. Danach erfolgt die Polierstufe mit den Panther-Smooth-Polierer (Panther edition Lense 260 smooth). Hiermit wird die geforderte Oberflächentopografie (mittlerer Rauwert 0,21–0,40 µm) erzielt (Abb. 26 bis 28).

**Die Oberflächentopografie des Abutments sowie die Reinigung vor dem Einsetzen Abutmentoberfläche im submukösen Bereich**

**Verfahrenstechnik: Oberflächenvergütung**



**Abb. 28** Makroskopisch zeigt sich eine optimale seidenmatte Oberfläche im submukösen Bereich. Die mikroskopische Aufnahme bestätigt die gewünschte Oberflächenrauigkeit (mittlerer Rauwert von 0,21–0,4  $\mu\text{m}$ ), die ein optimales Anhaften der Fibroblasten erwarten lässt.



**Abb. 29** Das reine Abdampfen des Hybridabutments erlaubt eine nur ungenügende Reinigung und wird nicht empfohlen.

### Möglicher Weg zum adäquat gereinigten Abutment

Ein Abutment ist als semi-kritisches Medizinprodukt einem Reinigungsprozess zu unterziehen. Der EADT e.V. hat Anfang 2017 die Zusammenfassung einer Expertendiskussion zu diesem Thema veröffentlicht und die aktuelle Studienlage zu den verschiedenen Möglichkeiten dargelegt.<sup>2</sup> Beispiele für verfahrenstechnische Unreinheiten auf dem Hybridabutment sind Strahlgut, Poliermittel, Klebe- oder Gummirückstände. Durch das reine Abdampfen sind die makroskopisch kaum sichtbaren Partikel nicht zu entfernen (Abb. 29). In einer Studie wurde festgestellt, dass trotz Abdampfen die verschiedenen Bearbeitungspartikel auf der Oberfläche verbleiben.<sup>1</sup> Makroskopisch kaum sichtbar, sind sie klinisch relevant und können sich auf die periimplantären Strukturen auswirken.<sup>9</sup> Hinsichtlich einer etwaigen Sterilisation des Hybridabutments gilt zu bedenken, dass sich die Kombination aus feuchter Hitze und hoher Temperatur im Autoklaven negativ auswirken könnte. Nicht nur der Kleber scheint eine Schwachstelle, sondern insbesondere die Tatsache, dass komplett unterschiedliche Werkstoffe (Materialpaarung) vereint sind. Der Metallanteil (Titanbasis) hat einen anderen Wärmeausdehnungskoeffizienten (WAK) als der keramische Anteil (Abutmentkappe), sodass es bei der Sterilisation zur Degradation der Keramikkrystalle und damit zu Mikrorissen kommen kann.

### Verfahrenstechnik: Reinigung

In-vitro-Untersuchungen der Autoren haben gezeigt, dass im Ultraschall gereinigte und desinfizierte Abutments eine deutliche reduzierte Oberflächenkontamination aufweisen.<sup>9</sup> Daher ist angeraten, Abutments einem standardisierten Reinigungs- und Desinfektionsverfahren zu unterziehen, z. B. der dreistufigen Reinigung „Finevo-Waschprotokoll“ (Abb. 30). Dieses standardisierte Aufbereitungsprotokoll hat sich bestens etabliert und als bewährt erwiesen. Im Ergebnis wird eine reine und hygienisch einwandfreie Abutmentoberfläche erhalten. Das Vorgehen ist einfach und praktikabel, was für den Praxis- und Laboralltag ein wichtiges Argument ist. Das Reinigungsprotokoll wurde in den vergangenen Monaten



**Abb. 30** Die Bestandteile des hier beschriebenen Reinigungsprotokolls.



**Abb. 31** Das individuelle Hybridabutment im Frontzahnbereich ist im Mund verschraubt.

nach validierten Vorgaben überarbeitet. Bislang wurden die Wascheinheiten im Hochfrequenz-Ultraschallbad bei 60° vorgenommen. Der optimierte Prozess bedarf nun nur noch einer Temperatur von 30°. Zudem wird anstatt des 96%igen Ethylalkoholbades ein 80%iges Ethylalkoholbad verwendet. Durch diese Adaptionen konnte der Zyklus pro Bad von 10 Minuten auf nur noch 5 Minuten verkürzt werden.

### Reinigungsprotokoll

Im auf 30° erwärmten Hochfrequenz-Ultraschallbad werden folgende Wascheinheiten für jeweils fünf Minuten vorgenommen:

- antibakterielle Reinigungslösung (FINEVO 01, Sirius Ceramics, Frankfurt/Main),
- Ethylbad (80%iger Ethylalkohol),
- medizinisch reines Wasser und
- Verschweißen des gereinigten Abutments.

Bei der Herstellung eines Hybridabutments sind zahlreiche Faktoren zu beachten. Die Schnittstelle zwischen Titanbasis und keramischem Aufbau (Verbund) sichert die stabile Einheit zwischen Implantat sowie Aufbau (Abb. 31 bis 33). Grundsätzlich wird die Haftfestigkeit durch die exakte Oberflächenbehandlung der Komponenten und das Verwenden entsprechender Befestigungsmaterialien entscheidend bestimmt. Im Artikel wurde der Klebeverbund zwischen Titanbasis und keramischem Aufbau dargestellt. Es ist festzuhalten, dass bei dem sensiblen Arbeitsschritt des Verklebens standardisierte und validierte Prozesse zwingend einzuhalten sind.

**Fazit**

Wir danken Dr. Rafaela Jenatschke und ihrem Team für die hervorragende Zusammenarbeit, das entgegengebrachte Vertrauen und für die Teamarbeit, die für ästhetisch-funktionelle Restaurationen unentbehrlich ist.

**Danksagung**



**Abb. 32** Inzisale Ansicht des eingegliederten Hybridabutments



**Abb. 33** Über das Hybridabutment wurde eine individuell verblendete keramische Krone angefertigt.

- Literatur*
1. Canullo L, Micarelli C, Lembo-Fazio L, Iannello G, Clementini M. Microscopical and microbiologic characterization of customized titanium abutments after different cleaning procedures. *Clin Oral Implants Res* 2014;25:328–336.
  2. EADT e.V. Zahntechnische Aufbereitungs- und Reinigungsverfahren von Implantat-Aufbauten, Zusammenfassung einer Experten-Diskussion, Stellungnahme ([www.eadt.de](http://www.eadt.de), Zugriff am 9.10.2017).
  3. Ebert A, Hedderich J, Kern M. Retention of zirconia ceramic copings bonded to titanium abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:921–927.
  4. Gehrke P, Alius J, Fischer C, Beuer F. Retentive strength of two-piece CAD/CAM zirconia implant abutments. *Clin Implant Dent Relat Res* 2014;16:920–925.
  5. Gehrke P, Fischer C. Konfokal-mikroskopische Analyse der Oberflächenstruktur präfabrizierter & CAD/CAM-gefertigter Aufbauten ([www.dental-dialogue.de](http://www.dental-dialogue.de), Zugriff am 9.10.2017).
  6. Gehrke P, Kaiser W, Fischer C, Dhom G. Comparative analysis of surface topography of custom of CAD/CAM zirconia abutments by means of optical profilometry. *Technologies, Innovations in Materials Processing*, Accepted for publication, September 2017.
  7. Gehrke P, Johannson D, Fischer C, Stawarczyk B, Beuer F. In vitro fatigue and fracture resistance of one- and two-piece CAD/CAM zirconia implant abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2015;30:546–554.
  8. Gehrke P, Sing T, Fischer C, Spintzyk S, Geis-Gerstorfer J. Comparison of marginal and internal adaptation of CAD/CAM manufactured hybrid abutment assemblies after central and local manufacturing. Accepted for publication. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2017 October 2017.
  9. Gehrke P, Tabellion A, Fischer C. Microscopical and chemical surface characterization of CAD/CAM zirconia abutments after different cleaning procedures. A qualitative analysis. *J Adv Prosthodont* 2015;7:151–159.
  10. Glauser R, Sailer I, Wohlwend A, Studer S, Schibli M, Schärer P. Experimental zirconia abutments for implant-supported single-tooth restorations in esthetically demanding regions: 4-year results of a prospective clinical study. *Int J Prosthodont* 2004;17:285–290.
  11. Jung RE, Sailer I, Hämmerle CH, Attin T, Schmidlin P. In vitro color changes of soft tissues caused by restorative materials. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007;27:251–257.
  12. Mehl C, Gassling V, Schultz-Langerhans S, Açil Y, Bähr T, Wiltfang J, Kern M. Influence of four different abutment materials and the adhesive joint of two-piece abutments on cervical implant bone and soft tissue. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2016 Nov/Dec;31(6):1264-1272.
  13. Sailer I, Sailer T, Stawarczyk B, Jung RE, Hämmerle CH. In vitro study of the influence of the type of connection on the fracture load of zirconia abutments with internal and external implantabutment connections. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:850–858.



14. Watkin A, Kerstein RB. Improving darkened anterior periimplant tissue color with zirconia custom implant abutments. *Compend Contin Educ Dent* 2008;29:238–240,242.



**ZTM Carsten Fischer**

Sirius Ceramics  
Lyoner Straße 44–48  
D-60528 Frankfurt  
E-Mail: [info@sirius-ceramics.com](mailto:info@sirius-ceramics.com)



**Dr. Peter Gehrke**

Praxis Prof. Dr. Dhom & Partner  
Bismarckstr. 27 und  
Berliner Platz 1  
67059 Ludwigshafen