

In der heutigen Zeit ist der Langzeiterfolg in der dentalen Implantologie eines der wichtigsten Kriterien. Die bisherige Anwendung hat gezeigt, dass Implantate ein ausgesprochen sinnvoller Ersatz der verloren gegangenen Zähne sind. Die Periimplantitis ist eine der am meisten gefürchteten Komplikationen in der Implantologie, ganz besonders dann, wenn eine Implantatversorgung mit dazugehöriger Prothetik abgeschlossen ist. Folgender Fachbeitrag beschreibt eine Möglichkeit der Periimplantitis entgegenzuwirken.



## Hohlraumversiegelung als Periimplantitisprophylaxe

Prof. Dr. Dr. Claus Udo Fritzeimer

Die bisherige Anwendung hat gezeigt, dass Implantate ein ausgesprochen sinnvoller Ersatz der verloren gegangenen Zähne sind, da die unter Funktion stehenden Implantate die Kaukräfte, ähnlich dem natürlichen Zahn, physiologisch in den Knochen einleiten. Bei dem langfristigen Erhalt der Implantate treten leider etliche Probleme auf, die die Implantate gefährden. Zunächst sind hier die bekannten Ursachen einer Periimplantitis, wie schlechte Gingivaverhältnisse, Überlastungssituationen und übermäßige Plaqueakkumulation, zu nennen. Definitionsgemäß handelt es sich bei der Periimplantitis zunächst um eine unter Therapie reversible Mukositis des periimplantären Weichgewebes. Bei der eigentlichen, manifesten Periimplantitis (Abb. 1) kommt es, wie es

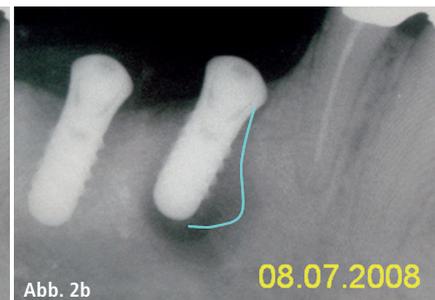
Albrektsson und Mitarbeiter 1994 beschrieben haben, zusätzlich zu einem progressiven Knochenverlust an dem zuvor osseointegrierten Implantat.<sup>1</sup>

In der Forschung hat sich nun gezeigt, dass die oben genannten Faktoren nicht immer und ausschließlich für die Ausbildung einer Periimplantitis verantwortlich sind. Periimplantäre Erkrankungen sind auch schon während der Einheilungsphase zu verzeichnen und führen zu Frühverlusten (Abb. 2a und b), also zu einem Zeitpunkt, zu dem die typischen Periimplantitisursachen noch gar nicht wirksam werden konnten.<sup>2</sup>

Es müssen also neben den bekannten pathologischen Einflüssen weitere Faktoren zum Zuge kommen, die das Krankheitsgeschehen auslösen und unterhalten. Hier führen in erster Linie systemimmanente Gegebenheiten zu den

Komplikationen. Die funktionslosen Hohl- und Spalräume in mehrteiligen Implantaten sind für die periimplantären Entzündungen verantwortlich zu machen, da sie meist keiner Reinigung oder Pflege zugänglich sind.<sup>3</sup> Die Keimbeseidlung dieser Räume vollzieht sich während der Implantatinserion, beim Austausch der Aufbaukomponenten und über Undichtigkeiten zwischen Abutment und Implantat.<sup>4-7</sup>

Die Folge ist ein Keimreservoir beziehungsweise eine Brutkammer mit putriedem Inhalt, die durch die Aufbauten mehr oder weniger dicht verschlossen ist.<sup>8-10</sup> Da diese Keime vom Immunsystem des Wirts ausgeschlossen sind, können sie über lange Zeit überleben.<sup>11</sup> Eine Hohlraumversiegelung mit einem Material, welches bakterizide Eigenschaften hat, erscheint sinnvoll, egal,



**Abb. 1:** Typisches klinisches Erscheinungsbild der Periimplantitis. – **Abb. 2a und b:** Ausbildung einer Periimplantitis während der gedeckten Einheilungsphase innerhalb von drei Monaten.

ob es nur die vorhandenen Hohlräume ausfüllt oder zusätzlich die mehr oder weniger vorhandenen Spalten zwischen den Einzelkomponenten. Die makro- und mikroskopischen Verhältnisse, die zur Reinfektion der periimplantären Gewebe führen, lassen sich mit verschiedenen Techniken nachweisen.

### Hohlraum- und Spaltproblematik

Bei zusammengesetzten Implantaten ergeben sich fertigungsbedingt Hohlräume im Inneren der Implantate und zwischen den Einzelkomponenten (Abb. 3), die sich auch bei sorgfältigster Fertigung minimieren aber nicht verhindern lassen.<sup>2,6,7,12,13</sup>

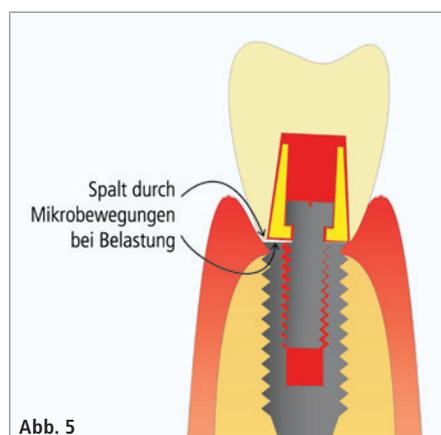
Die Ausprägung der Implantatinnenräume kann von System zu System sehr unterschiedlich sein, aber auch innerhalb eines Systems werden unterschiedliche Passungen im Mikrobereich festgestellt. Da den Fertigungsmöglichkeiten Grenzen gesetzt sind, werden sich auch in Zukunft keine besseren Ergebnisse erzielen lassen. Die Arbeit von Binon et al. bietet einen guten Einblick über die Spaltsituationen zwischen den Implantaten und den verschiedenen Aufbauteilen.<sup>14</sup> Es werden Spaltgrößen von 4 bis 90 µm angeführt, wobei zusätzlich durch Beschädigung des Materials bei der Handhabung noch größere Spalten entstehen können. Die Rauigkeiten der selbst sorgfältig ausgearbeiteten Materialoberflächen ermöglichen keinen keimdichten Verschluss zwischen den Einzelkomponenten. Die In-



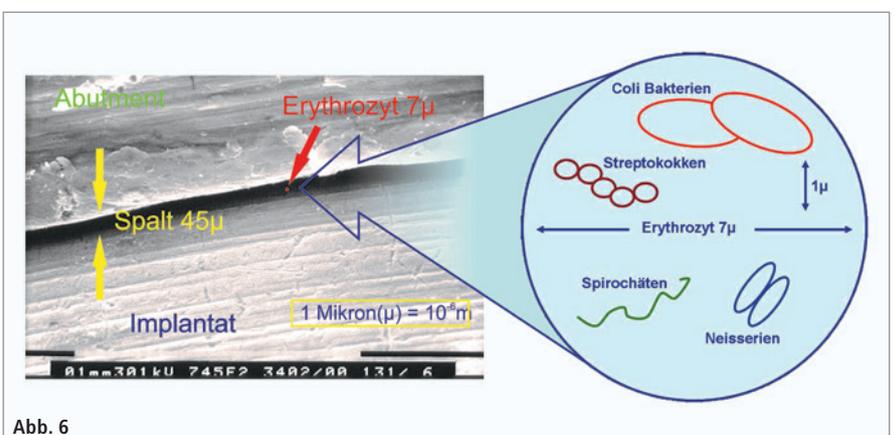
**Abb. 3:** Gut sichtbare Spalt- und Hohlräume in einem Schliffpräparat eines zusammengesetzten enossalen Implantates. – **Abb. 4a:** Konstruktionszeichnung eines zusammengesetzten enossalen Implantates. – **Abb. 4b:** Röntgenbild von zusammengesetzten enossalen Implantaten, da Titan für Röntgenstrahlen transluzent ist, sind die Hohlräume in den Suprastrukturen und den Implantaten deutlich zu erkennen. – **Abb. 4c:** Übergang zwischen Implantat und dazugehörigem Abutment (655-fache Vergrößerung).

nenräume von Implantaten sind in ihrer Dimension, Verteilung und Größe leicht an Konstruktionszeichnungen, Querschnittsbildern und Röntgenaufnahmen sowie elektronenmikroskopisch zu erkennen (Abb. 4a–c). Diese Überlegungen treffen natürlich ebenso für verschraubte Suprastrukturen zu. Zudem fördern die Kapillarkräfte und Mikrobewegungen zwischen Implantat und Abutment

(Abb. 5) zusätzlich den Einstrom von infektiösem Material, wobei der Speichel ein gutes Vehikel darstellt.<sup>15</sup> Die makroskopisch fast unauffälligen Spalten zwischen dem Implantat und den Aufbauteilen erweisen sich als riesige Passagen in elektronenmikroskopischen Vergrößerungen. Die Spaltdimensionen müssen aber wegen der Keimgröße immer im Hinblick auf die Mikrobiologie ihre Einschätzung



**Abb. 5**



**Abb. 6**

**Abb. 5:** Spaltbildung zwischen Implantat und Aufbauteilen durch Mikrobewegungen. – **Abb. 6:** Spaltsituation zwischen Implantat und Abutment bei einer 745-fachen Vergrößerung im Verhältnis zu einem Erythrozyten mit einem Durchmesser von 7 µm (1 µm = 10<sup>-6</sup> m) und bekannte Keime in maßstabgetreuer Darstellung auf dem Erythrozyten.

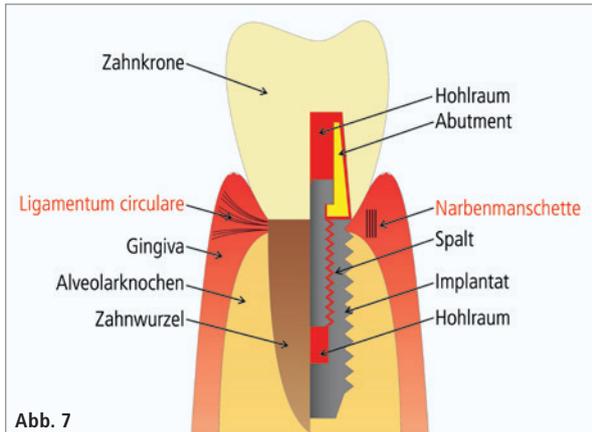


Abb. 7

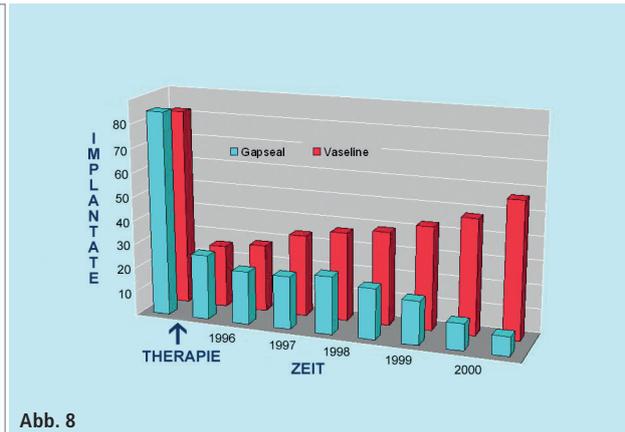


Abb. 8

**Abb. 7:** Vergleichende Darstellung des Verschlussmechanismus zwischen keimbelasteter Mundhöhle und Alveolarknochen bei einem natürlichen Zahn (Ligamentum circulare) und einem Implantat (straffe Gingivanarbenmanschette). – **Abb. 8:** Retrospektive Vergleichsstudie zwischen GapSeal® und Vaseline mithilfe der Split-mouth-Technik. Als Ausgangsbefunde dienten 167 positive Periimplantitiden, die nach lokaler Therapie und anschließender intraimplantärer Versiegelung mit GapSeal® bzw. Vaseline in der Zeit von 1996 bis 2000 nachuntersucht wurden. Bei den späterhin nicht aufgeführten Implantaten befinden sich die Gewebe im „steady state“ oder sind entzündungsfrei.

finden. Um diese Verhältnisse zu verdeutlichen, wurde der zwischen Implantat und Abutment befindliche Spalt in Abbildung 6 maßstabsgetreu zur Größe eines Erythrozyten dargestellt und um die Dimensionen noch stärker zu verdeutlichen, sind verschiedene wahllos herausgegriffene bekannte Keime ebenfalls maßstabsgetreu auf dem Erythrozyten angeordnet.<sup>16</sup>

### Keimbelastung der Implantatinnenräume

Bereits beim Inserieren des Implantates werden die Innenräume zwangsläufig mit Blut, Speichel und Keimen kontaminiert. Alle Reinigungsmaßnahmen wie Ausspülen oder Desinfizieren vor dem erneuten Verschluss des Implantates werden mikrobiologisch gesehen keine „sauberen“ Bedingungen schaffen können. Das Keimwachstum beginnt sofort nach Eindrehen der Verschlusschraube, da die Brutbedingungen, wie Wärme, Feuchtigkeit und Nachschub, in idealer Weise das Bakterienwachstum und die Pilzbesiedelung ermöglichen. Das Keimspektrum der Periimplantitis ist dem der Parodontitis sehr ähnlich. Es setzt sich aus einer großen Anzahl gramnegativer, anaerober Bakterien zusammen, Pilze und Viren werden ebenfalls nachgewiesen.<sup>3,9</sup> Das sensible Gewebe wird beim Aufbauwechsel oder durch Microleakage ständig infiziert. Im Unterschied zum natürlichen Zahn bei dem die Fasern des Ligamen-

tum circulare zusammen mit der marginalen Gingiva die Abdichtung zwischen Mundhöhle und Alveolarknochen übernehmen, wird dieser Verschlussmechanismus bei einem Implantat nur durch eine straffe Gingivanarbe ermöglicht (Abb. 7).

Diese Narbenmanschette sollte daher besonders sorgfältig vor Infektionen geschützt werden, damit die abdichtende Funktion nicht verloren geht und die Periimplantitis ihren Ausgang nehmen kann. Vor diesem Hintergrund ist eine wie auch immer geartete Therapie dieses so wichtigen Areals leider immer nur von kurzer Dauer, weil es zu einer Rekolonisation des periimplantären Gewebes über die nach außen führenden Spaltwege kommt. Ein weiterer Grund, nämlich die gute Biokompatibilität des Titans, ist Anlass für die Ausbildung eines Biofilms auf der Implantatoberfläche, der dann ebenfalls in das Innere der Implantate vordringen kann.<sup>3</sup> Aus diesem Grunde ist die Indikation, die Implantatinnenräume mit einem Material zur Keimbekämpfung und Versiegelung zu beschicken, immer gegeben.

### Bisherige Versiegelungsversuche

In der Vergangenheit wurden bereits etliche Versuche zur Versiegelung der Implantatinnenräume und der damit verbundenen Ausschaltung der Entstehungsursachen einer Periimplantitis eher zufällig bzw. „ex juvantibus“ mit den verschiedensten Materialien, wie

Silikonabformmaterialien, Zinkoxyd-Eugenol, Vaseline, Prothesenreparaturkunststoff (Paladur®), antibiotikahaltige Salben/Gele und Chlorhexidin®-Gel, unternommen.<sup>2</sup> Die hier aufgeführten Materialien haben sich aus den verschiedensten Gründen nicht bei der Innenraumversiegelung bewährt und Antibiotika können in derart geringen Mengen nicht ausreichend intensiv und lange wirksam werden, zudem würden sie zur Sensibilisierung und Resistenzbildung beitragen. Chlorhexidin®-Gel zeigt in diesem Zusammenhang gute Eigenschaften, ist jedoch leider nicht gegen Pilze und Viren wirksam.

### Hohlraumversiegelungsmaterial für zusammengesetzte Implantate

1996 wurde an der Universität Düsseldorf ein Versiegelungsmaterial entwickelt und für zehn Jahre klinisch erprobt bevor es 2007 in den Handel kam. Das Material erfüllt den Zweck der Spalt- und Hohlraumversiegelung mehr als zufriedenstellend. Es erhielt den Namen „GapSeal“ (gap = Spalt, seal = versiegeln).

Es handelt sich dabei um eine hochviskose Silikonmatrix mit einem Wirkstoffkomplex, welcher das Keimwachstum unterbindet. Zunächst wirkt das Material durch das Volumen nach dem einfachen Prinzip: Wo etwas ist, kann nichts anderes hin und wenn das Medium keinen Nährboden darstellt, kann

dort auch nichts wachsen. Die weiteren Voraussetzungen für ein wirksames Versiegelungsmaterial sind neben den keimabtötenden Eigenschaften, hydrophobes Verhalten und ein gutes Standvermögen bezüglich der mechanischen Festigkeit, damit es nicht ausgewaschen werden kann. Zudem darf es nicht aushärten, weil dadurch eine gewisse Schrumpfung mit erneuter Spaltbildung auftritt. Weiterhin erleichtert ein visköses Material den Austausch beziehungsweise die Erneuerung. Die In-vivo-Untersuchungen erfolgten nach der sogenannten „Split-mouth-Technik“. Das Versiegelungsmaterial wurde dabei gegen weiße Vaseline getestet. Bei diesen Untersuchungen erhielten die Implantate der rechten Patientenseite jeweils die oben genannte Versiegelung und die der linken Seite Vaseline. Bei dieser objektiven Vergleichbarkeit stellte sich eine Durchsuchung der Vaseline heraus, wohingegen in den versiegelten Implantaten meist kein Keimwachstum nachzuwei-

sen war. Dies konnte in den Protokollen der Nachuntersuchungen, die in sechsmonatigem Abstand durchgeführt wurden, eindeutig nachgewiesen werden (Tab. 1).

Anschließend zeigte sich dann auch statistisch bei den mit GapSeal® versiegelten Implantaten eine deutliche Reduktion der Periimplantitiden (Abb. 8).<sup>13</sup>

### Die Anwendung

Das hier verwendete Material wird steril in Blisterpackungen mit zehn Karpullen mit je 0,06 ml Inhalt geliefert, der Applikator ist autoklavierbar, sodass die Sterilität gegeben ist (Abb. 9).

Es bietet sich an, die Implantatinnenräume von Anfang an direkt nach dem Inserieren und der Entfernung des Einbringinstrumentes zu versiegeln, um den induzierenden Faktor der Reinfektion, zukünftig auszuschalten. In manchen Fällen kann sogar der keimbeladene Inhalt eines Implantats bereits während der gedeckten Einheilung

eine Abszedierung über dem Implantat zur Folge haben oder zu einer frühen Periimplantitis führen (Abb. 2a und b). Es ist also zu fordern, die Ursache der Reinfektion durch Versiegelung der Implantatinnenräume von Anfang an zu beseitigen.

Beim Einschrauben der Verschlusskappe quillt überschüssiges Material aus dem Implantat, wodurch die vollständige Füllung ohne Lufteinschlüsse bestätigt wird. Ergibt es sich, dass ein Implantat erst später versiegelt werden soll, empfiehlt sich zuvor eine gründliche Reinigung der Innenräume mit Alkohol und anschließend mit Wasserstoffperoxid. Bei verschraubten Suprastrukturen ist ebenfalls die Auffüllung der Hohlräume mit dem Material anzuraten.

### Ergebnisse, Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Periimplantitis ist eine der am meisten gefürchteten Komplikationen in der Implantologie, ganz besonders dann,

ANZEIGE

Mehr Informationen unter:  
[zeramex.com](http://zeramex.com)

# G E L



- ✓ Zweiteilig, reversibel verschraubbar
- ✓ 100% metallfrei
- ✓ Starke Verbindung mit VICARBO® Schraube



**ZERAMEX®**  
strong. bright. right.

+ swiss made

Eine Innovation aus der Schweiz, basierend auf 10 Jahren Erfahrung in der Entwicklung von Keramikimplantaten.

Patient	Alter	Geschlecht	Behandlung	Kontrolle	Implantat	Region	Feld	Bakterien	KBE	Seal
9	49	w	Dez. 97	Mai 98	30	43	4	anaerob	0	GapSeal
9	49	w	Dez. 97	Mai 98	30	43	5	aerob	0	GapSeal
9	49	w	Dez. 97	Mai 98	30	43	5	anaerob	0	GapSeal
9	49	w	Dez. 97	Mai 98	30	43	6	aerob	0	GapSeal
9	49	w	Dez. 97	Mai 98	30	43	6	anaerob	0	GapSeal
9	49	w	Dez. 97	Mai 98	30	43	7	aerob	0	GapSeal
9	49	w	Dez. 97	Mai 98	30	43	7	anaerob	0	GapSeal
9	49	w	Dez. 97	Mai 98	30	43	8	aerob	0	GapSeal
9	49	w	Dez. 97	Mai 98	30	43	8	anaerob	0	GapSeal
9	49	w	Dez. 97	Mai 98	30	43	9	aerob	0	GapSeal
9	49	w	Dez. 97	Mai 98	30	43	9	anaerob	0	GapSeal
10	52	w	März 97	März 98	31	33	1	aerob	18.750	Vaseline
10	52	w	März 97	März 98	31	33	1	anaerob	62.500	Vaseline
10	52	w	März 97	März 98	31	33	2	aerob	3.750	Vaseline
10	52	w	März 97	März 98	31	33	2	anaerob	12.500	Vaseline
10	52	w	März 97	März 98	31	33	3	aerob	750	Vaseline
10	52	w	März 97	März 98	31	33	3	anaerob	2.500	Vaseline
10	52	w	März 97	März 98	31	33	4	aerob	150	Vaseline
10	52	w	März 97	März 98	31	33	4	anaerob	500	Vaseline
10	52	w	März 97	März 98	31	33	5	aerob	32	Vaseline
10	52	w	März 97	März 98	31	33	5	anaerob	100	Vaseline
10	52	w	März 97	März 98	31	33	6	aerob	7	Vaseline
10	52	w	März 97	März 98	31	33	6	anaerob	21	Vaseline
10	52	w	März 97	März 98	31	33	7	aerob	1	Vaseline

**Tab. 1:** Auszug aus einem Untersuchungsprotokoll bei dem Vergleichstest zwischen GapSeal® und Vaseline nach der Split-mouth-Technik. Es sind die Patienten- und Implantatdaten, die Nachuntersuchungszeiträume sowie Keimarten und Anzahl der ausgezählten Keime aufgeführt.

wenn eine Implantatversorgung mit dazugehöriger Prothetik abgeschlossen ist. Therapieansätze sind in variatonsreicher Form hinreichend vorhanden und werden in die Tat umgesetzt. Sinnvoller erscheint es jedoch, die Ursachen

der Periimplantitis zu verhindern, die sicher zu einem großen Prozentsatz in der Reinfektion aus den Hohl- und Spalträumen der Implantate zu suchen sind. Die Möglichkeiten der Keimbeseidlung der Implantatinnenräume

durch Microleakage oder Biofilm sind durchaus vorhanden und müssen ernst genommen werden.

Alle Erkrankungen werden sich sicher nicht verhindern lassen, aber es ist unter diesen Voraussetzungen von großem Vorteil, wenn wenigstens die Periimplantitiden vermieden werden können, die durch eine Reinfektion aus den Implantatinnenräumen entstehen.

## Info

### Anforderungen an ein Versiegelungsmaterial für mehrteilige Implantate

- Hydrophob → damit es nicht von Wasser/Speichel herausgelöst werden kann, kein Auswaschen
- Hohe Viskosität → damit ein hermetischer Abschluss gewährleistet ist
- Kein Abbinden → um eine erneute Spaltbildung durch Abbindungsschrumpfung zu vermeiden
- Bakterizid, fungizid und viruzid → um die Besiedlung des Verschlussmaterials mit Keimen zu verhindern
- Nicht sensibilisierend/allergisierend → damit es bei allen Patienten eingesetzt werden kann
- Nicht toxisch → um mögliche Zusatzschäden zu vermeiden
- Darf absolut kein Risiko für die angrenzenden Gewebe beziehungsweise den Organismus beinhalten

Kontakt

**Prof. Dr. Dr.  
Claus Udo Fritze**  
Im Winkel 5  
40627 Düsseldorf  
friham@fritze.meier.eu



Straumann® CARES® Digital Solutions  
Den digitalen Workflow live in Ihrer Nähe erleben



**GLEICH KOSTENLOS ANMELDEN UNTER  
[WWW.STRAUMANN.DE/ONTOUR](http://WWW.STRAUMANN.DE/ONTOUR)**