

# Komplikationsmanagement Periimplantitis



## INDIZES

*Periimplantitistherapie, regenerative Periimplantitistherapie, resektive Periimplantitistherapie, Diagnose, Dekontamination, Hydrophilie, Hydrophobizität, Erhaltungstherapie, Risikofaktoren, Therapiekonzept*

## ZUSAMMENFASSUNG

Das vorliegende Praxiskonzept beschreibt die Entscheidungsfindung zwischen drei Ansätzen der Periimplantitistherapie: rekonstruktiv, resektiv und Explantation. Die rekonstruktive Therapie wird bevorzugt, sofern eine vollständige knöcherne Regeneration bis zur Implantatschulter möglich ist. Ein vorgestellter Entscheidungsbaum berücksichtigt defektspezifische und patientenspezifische Faktoren. Defektspezifische Faktoren wie Implantatposition und Defektanatomie werden zunächst analysiert. Regeneratives-Potenzial-1(RP-1)-Defekte haben das höchste Regenerationspotenzial, während RP3-Defekte meist nicht regenerierbar sind. Patientenspezifische Faktoren wie Rauchen oder Diabetes beeinflussen die Langzeitprognose. Die resektive Therapie ist bei suprakrestalen Taschen geeignet, erfordert jedoch eine präzise Schnittführung und Knochenbearbeitung. Explantationen sind oft unvermeidbar, reduzieren jedoch das Knochenangebot erheblich. Eine 3D-Diagnostik wird empfohlen, um die Defektmorphologie genau zu beurteilen. Die langfristige Nachsorge ist entscheidend, um Therapieerfolge zu sichern. Neue Technologien könnten zukünftig die Behandlung erleichtern, insbesondere bei unvollständiger Regeneration.

Manuskripteingang: 06.01.2025, Annahme: 23.03.2025

## Einleitung

Die Periimplantitis ist eine häufig auftretende Komplikation in der zahnärztlichen Praxis. Systematische Literaturübersichten und Metaanalysen von Studien zeigen eine Prävalenz der Periimplantitis von 19,53 % auf Patientenlevel und 12,53 % auf Implantatlevel<sup>1</sup>. Eine schwedische Langzeitstudie über 9 Jahre berichtet sogar von einer Prävalenz von 45 % auf Patientenebene<sup>2</sup>, während eine US-amerikanische Studie mit einer Laufzeit von 10,9 Jahren eine Prävalenz von 16 % auf Implantatebene beschreibt<sup>3</sup>.

Für eine effektive Prävention ist das Verständnis der Risikofaktoren von entscheidender Bedeutung.

Zu den bekannten Risikofaktoren zählen:

1. eine unzureichende Mundhygiene,
2. eine bestehende oder bereits behandelte Parodontitis,
3. das Fehlen einer regelmäßigen Erhaltungstherapie,
4. Rauchen sowie
5. Diabetes mellitus<sup>4-7</sup>.

Des Weiteren scheint ein verstärkter marginaler Knochenabbau im Rahmen der Knochenmodulation während des ersten halben Jahres nach Eingliederung des Zahnersatzes einen Einfluss auf die Prävalenz der Periimplantitis zu haben<sup>8</sup>. Eine falsche Implantatposition erhöht ebenfalls die Prä-

valenz der Periimplantitis<sup>9</sup>. Im Allgemeinen ist bei zahnmedizinischen Behandlungen von Komplikationen ein genaues, evidenzbasiertes Lösungskonzept verfügbar. Dies ist bei der Periimplantitis in der Regel nicht der Fall. Hier ist die Literatur oft nicht konsistent und wer sich mit diesem Thema beschäftigt, sieht sich mit einer Vielzahl verschiedener Teillösungen konfrontiert, ohne dass sich ein klares Behandlungskonzept erkennen lässt. Diesem Defizit soll der folgende Beitrag entgegenwirken, indem er ein Praxiskonzept präsentiert, das sowohl auf der verfügbaren Literatur als auch der Erfahrung der Autoren in der Behandlung der Periimplantitis basiert. In Form eines Entscheidungsbaumes kann das Konzept einfach und nachvollziehbar in den Praxisalltag integriert werden.

### Definition und Diagnose der Periimplantitis

Die Periimplantitis ist wie folgt definiert<sup>8</sup>:

1. Vorhandensein von Blüten und/oder Suppuration bei schonungsvollem Sondieren,
2. erhöhte Sondierungstiefe im Vergleich zu früheren Untersuchungen,
3. Vorhandensein von Knochenverlust über die krestalen Knochenniveauperänderungen hinaus, die aus dem anfänglichen Knochenumbau resultieren.

Liegen die Informationen zu den oben aufgeführten Punkten 2 und 3 nicht vor, definiert sich die Periimplantitis anhand der folgenden Kriterien<sup>9</sup>:

1. Vorhandensein von Blutung und/oder Suppuration bei schonungsvollem Sondieren,
2. Sondierungswerte von  $\geq 6$  mm,
3. Knochenniveaus  $\geq 3$  mm apikal des koronalsten Teils des intraossären Implantatanteils.

Zu beachten ist, dass Sondierungstiefen, die an Implantaten mit Zahnersatz gemessen werden, eine nur geringe Korrelation mit dem tatsächlichen Knochenniveau aufweisen. Hingegen zeigen Implantate ohne Zahnersatz eine hohe Korrelation zum intraoperativ gemessenen Knochenniveau<sup>10</sup> (Abb. 1). Aus diesem Grund gehen die Autoren des



**Abb. 1** Periimplantitis ohne pathologisch vertiefte Sondierungswerte.

vorliegenden Beitrages bei der periimplantären Diagnostik in folgenden Schritten vor:

1. Druckapplikation mit einem Schaumstoffpellet auf das periimplantäre Weichgewebe von apikal nach koronal, um einen möglichen Pusabfluss dokumentieren zu können (Abb. 2),
2. Sondierung der periimplantären Taschen sowie bei profunder Blutung auf Sondierung Erstellung eines Röntgenbildes auch bei flachen Sondierungstiefen sowie
3. regelmäßige radiologische Kontrolle des marginalen Knochenniveaus alle 3 Jahre.

### Ziel der Periimplantitistherapie

Ziel der Periimplantitistherapie ist der langfristige Erhalt der betroffenen Implantate bei Entzündungsfreiheit. Es gibt grundsätzlich zwei Herangehensweisen, um dieses Ziel zu erreichen, die durchaus miteinander kombiniert werden können. Die eine Herangehensweise kann als resektive Periimplantitistherapie bezeichnet werden. Hierbei geht es um den entzündungsfreien Erhalt der zu dem Zeitpunkt bestehenden periimplantären Verhältnisse. Die andere Herangehensweise strebt eine vollständige Wiederherstellung der verlorengegangenen Strukturen an und wird als rekonstruktive Periimplantitistherapie beschrieben<sup>11</sup>.



**Abb. 2a und b** Applikation von Druck auf das periimplantäre Weichgewebe (a), Röntgenbild nach der Diagnose einer Suppuration (b).

## Erfolgsraten

Literaturübersichten konnten zeigen, dass bei Nachbeobachtung von bis zu einem Jahr verschiedenste Konzepte zur Periimplantitistherapie vergleichbare gute Ergebnisse erbringen. Nach dem 1-Jahres-Follow-up wurden allerdings übergreifend deutlich schlechtere Ergebnisse dokumentiert, mit bis zu 100 % Rezidivraten<sup>12-14</sup>. Um die Prognosen möglicher Therapieansätze besser beurteilen zu können, sollte der Fokus vor allem auf Langzeitstudien liegen. Bislang liegen zwei Langzeitstudien vor, davon eine prospektive klinische Studie von Heitz-Mayfield<sup>15</sup> mit einer Laufzeit von über 5 Jahren. In dieser Studie wurden 36 Implantate bei 24 Patienten behandelt. Das Behandlungskonzept sah drei Therapieschritte vor:

- Therapieschritt 1: antiinfektiöse Therapie,
- Therapieschritt 2: chirurgische Intervention (offene Kürettage/nicht rekonstruktive Therapie durch Dekontamination der Implantatoberfläche mit Titanküretten) plus Antibiose (Amoxicillin 500 mg und Metronidazol 400 mg),
- Therapieschritt 3: Erhaltungstherapie (im Intervall von 3–6 Monaten).

Im Vorfeld der Studie wurden folgende Kriterien für einen Behandlungserfolg definiert:

1. Das Implantat musste sich noch in situ befinden;
2. es durften keine Sondierungstiefen (ST) > 5 mm mit BOP/Suppuration und

3. keine Progression des radiologischen Knochendefektes bestehen.

Wie die vorab genannten systematischen Literaturübersichten<sup>12-14</sup> bereits erwarten lassen, war die Erfolgsrate nach einem Jahr mit 81 % gut, nach 3 Jahren lag sie bei 69 % und nach 5 Jahren waren nur noch 53 % der behandelten Implantate entzündungsfrei.

Bei einer weiteren Langzeitstudie über 3 Jahre<sup>16</sup> handelt es sich um eine retrospektive Analyse von Periimplantitisfällen, die resektiv behandelt worden waren. Bei dieser Studie gab es weder eine antiinfektiöse Therapie im Vorfeld der chirurgischen Behandlung noch eine systematische Erhaltungstherapie. Die Dekontamination der Implantatoberflächen erfolgte auf drei Wegen:

- Gruppe 1: Reinigung mit kochsalzgetränktem Tupfer + Chlorhexidin(CHX)-Spülung + Antibiose (750 mg Amoxicillin 2x/d),
- Gruppe 2: Reinigung mit kochsalzgetränktem Tupfer + Antibiose (750 mg Amoxicillin 2x/d),
- Gruppe 3: Reinigung mit kochsalzgetränktem Tupfer + CHX-Spülung.

Auf diese Weise wurden 179 Implantate bei 100 Patienten behandelt. Die Erfolgskriterien waren ähnlich denen von Heitz-Mayfield<sup>15</sup>:

1. weiterer radiologischer Knochenverlust < 0,5 mm und
2. ST < 5 mm, BOP und/oder Suppuration negativ.

Trotz des aggressiveren Therapieansatzes im Vergleich zu Heitz-Mayfield<sup>15</sup> waren nur 33,1 % der resektiv behandelten Implantate nach 3 Jahren noch entzündungsfrei. Es lassen sich aus diesen Studien drei wichtige Lehren ziehen:

1. Eine individuelle Erhaltungstherapie scheint bei der Periimplantitistherapie analog zur Parodontitistherapie ein elementarer Bestandteil der Therapie zu sein.
2. Eine adjuvante Antibiotikagabe hat nach der Analyse von Carcuac et al.<sup>16</sup> einen Effekt von bis zu einem Jahr, was die guten Ergebnisse bis zum 1-Jahres-Follow-up erklären würde.
3. Implantate mit maschinieren Oberflächen zeigen postoperativ weniger Knochenabbau als Implantate mit rauer Oberfläche.

Einschränkend werden in der Studie jedoch keine genauen Angaben zur Anzahl der maschinieren Implantate und zu deren Erfolgsquote hinsichtlich der vordefinierten Erfolgskriterien gemacht.

### Rekonstruktiver Therapieansatz

Bisher wurden noch keine Langzeitdaten zu einem rekonstruktiven Therapieansatz veröffentlicht. Ziel der Autoren dieses Beitrages war es deshalb, ihre eigenen vorläufigen retrospektiven Daten einer größer angelegten, aber noch nicht abgeschlossenen und noch unveröffentlichten Datenanalyse vorzulegen. In die Datenanalyse inkludiert wurden ausschließlich Implantate, bei denen eine rekonstruktive Periimplantitistherapie durchgeführt wurde und eine vollständige radiologische Regeneration des knöchernen Defektes bis zur Implantatschulter bzw. des Übergangs rauer zu glatter Implantatoberfläche erreicht werden konnte. Bis dato haben 13 Implantate mit den genannten Voraussetzungen das 3-Jahres-Follow-up erreicht. Es konnte eine Erfolgsrate von 92,3 % unter Berücksichtigung der Erfolgskriterien von Heitz-Mayfield et al.<sup>15</sup> dokumentiert werden. Die Autoren führen diese vielversprechenden vorläufigen Ergebnisse darauf zurück, dass die Exposition von rauer Implantatoberfläche zum Weichgewebe einen entscheidenden Faktor bei der Reinfektion darstellt<sup>8</sup>.

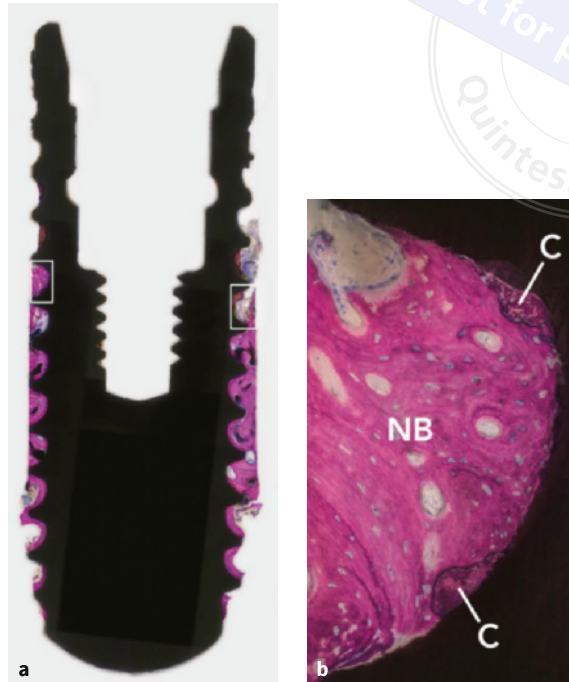
Hergeleitet aus den genannten Daten sollte das Ziel einer Periimplantitistherapie möglichst immer eine vollständige Rekonstruktion des periimplantären Knochendefektes sein, sodass die raue Implantatoberfläche wieder vollständig von Knochen bedeckt ist.

### Methoden der Dekontamination

Für eine vollständige Rekonstruktion des periimplantären Knochendefektes bzw. im Idealfall eine Reosseointegration ist eine vollständige Dekontamination unter Zurückgewinnung der ursprünglichen Biokompatibilität notwendig. Schwarz et al.<sup>17</sup> haben hierzu sandgestrahlte und säuregeätzte Titanscheiben in einer In-vitro-Studie mit einem oralen Biofilm kultiviert und im Anschluss mit vier verschiedenen Glycin- und Bicarbonatpulvern abgestrahlt. Dies geschah in einem Winkel von 30° und 90° sowie in einem Abstand von 1 und 2 mm in zwei Zyklen von à 20 Sekunden. Zur Testung der Biokompatibilität wurden die Proben nach der Pulverstrahlreinigung mit einer Knochenzelllinie (SaOs-2) kultiviert. Nach dem zweiten Reinigungszyklus konnten keine Bakterien mehr auf den Proben nachgewiesen werden. Die mitochondriale Aktivität (MA) der Knochenzellen, die als Marker für die Biokompatibilität gelten sollte, war bei allen abgestrahlten Proben deutlich geringer als bei den unbehandelten Proben. Die Bearbeitung der Probenoberfläche mit Bicarbonatpulvern führte zu einer deutlichen Aufrauung der Oberfläche im Vergleich zu den unbehandelten Proben; die MA-Werte waren signifikant besser als bei den Proben, die mit Glycinpulver abgestrahlt worden waren. In weiteren Studien mit demselben Versuchsaufbau wurde die Wirkung von Er,Cr:YSGG- (2.780 µm, 2,5 W) und Er:YAG-Lasern (100 mJ/10 Hz), vertikal schwingenden Ultraschallinstrumenten und Kunststoffküretten in Kombination mit einer CHX-Spülung auf die Dekontamination und Wiedergewinnung der Biokompatibilität geprüft<sup>18,19</sup>. Alle getesteten Methoden haben die Bakterienzahl auf den Titanproben reduzieren können, waren aber nicht geeignet, die Oberflächen vollständig zu dekontaminieren. Ebenfalls konnte die Biokompatibilität (MA-Wert)

durch keine der getesteten Methoden wiederhergestellt werden<sup>18,19</sup>. Die aktuelle Leitlinie gibt im Hinblick auf die rekonstruktive Therapie keine Therapieempfehlungen. Es wird jedoch für die nicht rekonstruktive Therapie (Lappenoperation) die zusätzliche Verwendung von Titanbürstchen und Pulverstrahlinstrumenten mit Glycinpulver empfohlen, allerdings bei schwacher Evidenz mit unklarem bis hohem Verzerrungspotenzial<sup>11</sup>.

Es lässt sich festhalten, dass nur eine Pulverstrahlreinigung dazu geeignet ist, den Biofilm vollständig zu entfernen, zumindest unter Laborbedingungen. Das Ziel, die Biokompatibilität der sandgestrahlten und säuregeätzten Titanoberfläche (SLA-Oberfläche) wiederherzustellen, konnte allerdings nicht erreicht werden. Eine weitere In-vitro-Studie, bei der die Qualität verschiedener Dekontaminationsmethoden getestet wurde, konnte in den Bereichen von Unterschnitten keinen Reinigungseffekt von Pulverstrahlgeräten nachweisen<sup>20</sup>. Einzig die galvoelektrische Reinigung (GalvoSurge, Fa. Straumann, Freiburg, Deutschland) war geeignet, auch in Unterschnitten eine komplette Entfernung des Biofilms zu gewährleisten<sup>20</sup>. Bei dem Prinzip der galvoelektrischen Reinigung wirkt das zu reinigende Implantat als Kathode und wird mit einer Reinigungslösung während des Reinigungsprozesses von 2 Minuten immerfort umspült. Hierdurch kommt es zu einer hydrolytischen Spaltung von Wasser in H<sup>+</sup>- und OH<sup>-</sup>-Ionen. Die positiv geladenen Wasserstoffionen (H<sup>+</sup>) penetrieren, angezogen von der negativ geladenen Implantatoberfläche, in einem Bruchteil einer Sekunde den Biofilm. An der Implantatoberfläche nehmen die H<sup>+</sup>-Ionen ein Elektron auf, wodurch atomarer Wasserstoff entsteht, der sich zu Bläschen aggregiert. Diese Bläschen, die sich millionenfach bilden, heben den Biofilm inkl. Stoffwechselprodukten und Kohlenstoffatomen von der Implantatoberfläche ab (Film 1), ohne diese zu verändern. Klinisch muss für einen ungehinderten Kontakt der Spülflüssigkeit mit der kontaminierten Implantatoberfläche die Stelle der Infektion chirurgisch eröffnet und das Granulationsgewebe entfernt werden. Harte Auflagerungen wie Zementreste oder Konkrementen können durch diese Methode nicht entfernt werden und sind mechanisch vor der galvoelektrischen



**Abb. 3a und b** Explantiertes Implantat mit neugebildetem Knochen (NB) nach zuvor direktem Kontakt mit der kontaminierten Implantatoberfläche (a). Der neugebildete Knochen ist auf den ebenfalls dekontaminierten Konkrementen (C) angewachsen (b).

Reinigung zu eliminieren. Keramikimplantate können auf diese Art und Weise nicht dekontaminiert werden, da sie nicht elektrisch leitfähig sind.

Durch die Entfernung der Kohlenstoffatome mittels galvoelektrischer Reinigung wird die Hydrophilität der Implantatoberfläche wieder hergestellt (Film 2), was zu mehr Oberflächenbindungen von Knochenzellen zur Implantatoberfläche zu führen scheint<sup>21</sup> und klinisch zu einer schnelleren Osseointegration als bei hydrophoben Implantatoberflächen<sup>22</sup>. Harte Evidenz, dass die Wiederherstellung der Hydrophilität, und somit der Biokompatibilität, durch die galvoelektrische Reinigung vorhersagbar eintritt, liegt bislang noch nicht vor. Allerdings konnte anhand von vier Humanhistologien<sup>23</sup> eine Reosseointegration von einer zuvor kontaminierten Implantatoberfläche gezeigt werden, was für die Wiederherstellung der Biokompatibilität durch dieses Verfahrens spricht (Abb. 3). Eine klinische Studie konnte ebenfalls einen positiven Effekt der galvoelektrischen Reinigung auf die rekonstruktive Periimplantitistherapie zeigen<sup>24</sup>.



**Film 1** Wirkungsprinzip der galvoelektrischen Reinigung.



**Film 2a** Das Implantat aus der Verpackung mit atmosphärischen Kohlenstoff auf der Oberfläche ist hydrophob.



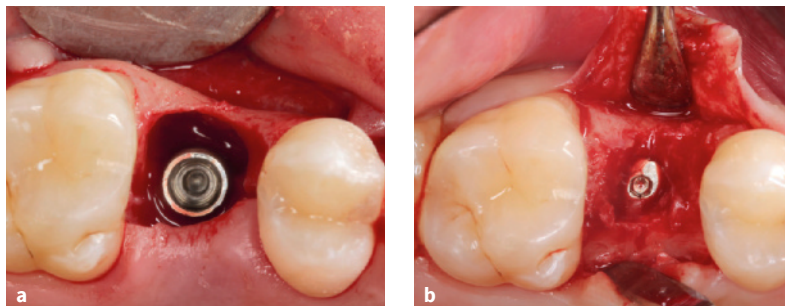
**Film 2b** Galvoelektrische Reinigung des gealterten Implantates.



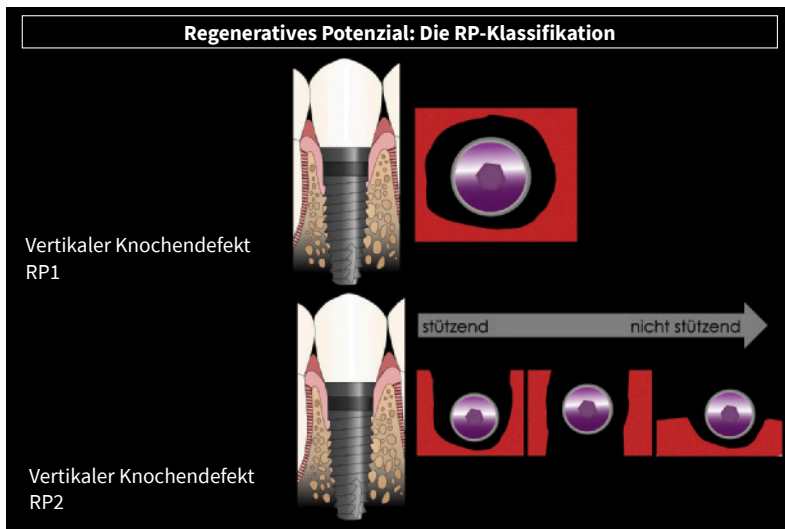
**Film 2c** Das galvoelektrisch gereinigte Implantat ist wieder hydrophil.



**Abb. 4** Evaluation der Implantatposition (erster defektspezifischer Faktor): Das abgebildete Implantat ist körperlich zu weit nach bukkal gesetzt worden.



**Abb. 5a und b** RP1-Defekt nach Entfernung des Granulationsgewebes und galvoelektrischer Reinigung (a) und klinische Situation 6 Monate nach regenerativer Periimplantitistherapie: Der Knochen hat das Implantat überwachsen (b).



**Abb. 6** RP-Klassifikation nach dem regenerativen Potenzial (RP) der Defekte.

## Praxiskonzept zur Therapieentscheidung

Die Autoren stellen im Folgenden ihr Praxiskonzept zur Entscheidungsfindung hinsichtlich der „3 Rs“ vor:

1. rekonstruktive Periimplantitistherapie,
2. resektive Periimplantitistherapie,
3. raus/Explantation.

Sie betonen dabei, dass aufgrund der gemäß gegenwärtiger Datenlage deutlich besseren Prognose der rekonstruktiven Periimplantitistherapie dieser Therapieoption der Vorzug gegeben werden sollte, was im Einklang mit der aktuellen S3-Leitlinie steht<sup>11</sup>.

Das Praxiskonzept soll anhand eines Entscheidungsbaumes dargestellt werden. Dieses unterscheidet zwischen patientenspezifischen und defektspezifischen Faktoren. Bei der Bewertung eines Behandlungsfalles sollte immer mit den defektspezifischen Faktoren begonnen werden, und hier insbesondere mit der Implantatposition (Abb. 4).

Ist das Implantat zu dick, körperlich zu weit bukkal/lingual gesetzt, sind die Implantate zu nah gesetzt, weist das Implantat eine inadäquate Achse auf oder ist es zu tief inseriert, ist in den meisten Fällen die Explantation die einzige vorhersehbare Option. Bei dem in Abbildung 4 gezeigten Fall könnte die Möglichkeit eines resektiven Therapieansatzes erwogen werden. Hier sei aber erwähnt, dass die resektive Parodontitistherapie ihre Indikation bei suprakrestalen Taschen, also einem horizontalen Knochenabbau, findet<sup>25</sup>. Im vorliegenden Fall ist zum einen der Defektwinkel zu steil und zum anderen handelt es sich um einen Dehiscenzdefekt und keinen einwandigen Knochendefekt. D. h., nach einer apikalen Positionierung der vestibulären Mukosa würde das Weichgewebe aufgrund der Defektanatomie sehr zügig wieder nach koronal wachsen, wodurch wieder mehr Weichgewebe der Implantatoberfläche anliegen würde, was die Wahrscheinlichkeit einer Reinfektion erhöht<sup>8</sup>.

Wie vorab ausgeführt, ist der nächste defektspezifische Faktor, der evaluiert werden muss, um eine vorhersehbare Therapieempfehlung geben zu können, die Defektanatomie. Für eine einfache Bewertung des regenerativen Potenzials (RP) von periim-

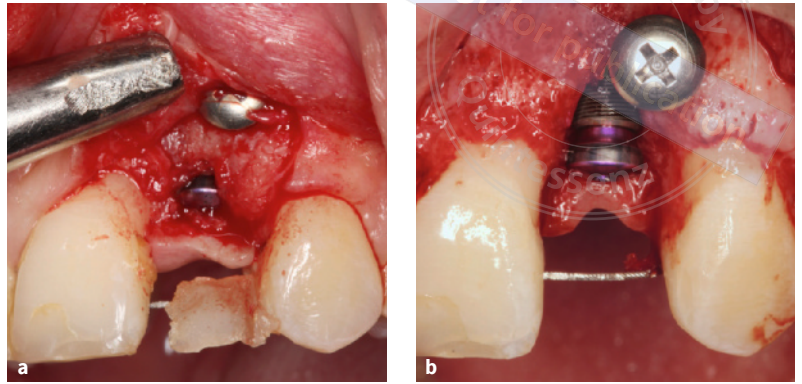
plantären Defekten haben die Autoren eine eigene Klassifikation („RP-Klassifikation“) entwickelt<sup>26</sup>.

### RP-Kassifikation

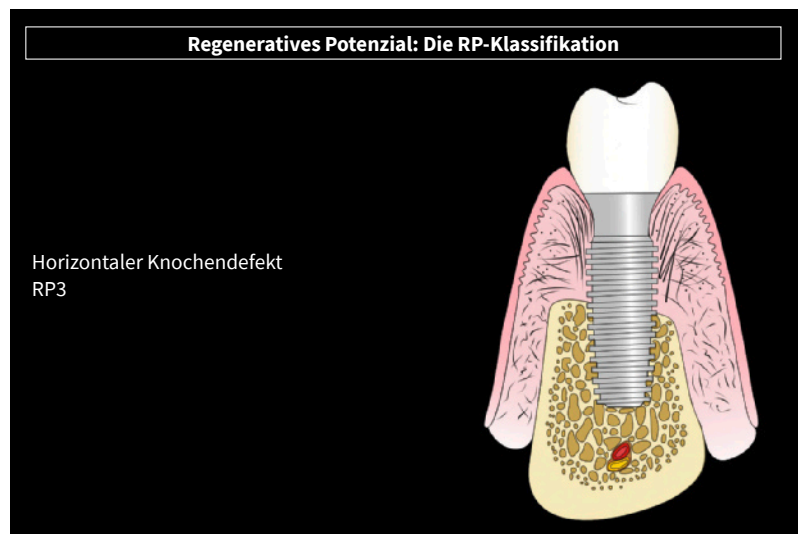
RP1-Defekte besitzen das höchste Regenerationspotenzial und sind durch eine charakteristische schüsselförmige Form gekennzeichnet, bei der die knöcherne Defektkante auf Höhe der Implantat-schulter liegt (Abb. 5 und 6). Solche Defekte heilen vollständig und mit hoher Vorhersehbarkeit aus. Im Gegensatz dazu fehlen bei RP2-Defekten mindestens eine oder mehrere knöcherne Wände der schüsselförmigen Struktur. Die verbliebenen Knochenwände enden ebenfalls auf Höhe der Implantat-schulter. In Abbildung 6 sind RP2-Defekte dargestellt, deren Regenerationspotenzial von links nach rechts abnimmt. Dies wird maßgeblich durch die Anzahl der verbliebenen Knochenwände und den Defektwinkel beeinflusst, welcher die stützende Eigenschaft des Defektes bestimmt. Bei Defekten mit eingeschränkter oder fehlender Stützwirkung ist eine gezielte regenerative Therapie erforderlich, um eine ausreichende Stabilität für die Heilung zu gewährleisten<sup>27</sup> (Abb. 7).

Bei fortgeschrittenen Krankheitsverläufen kann es durchaus vorkommen, dass mehrere Defektklassen an einem Implantat vorliegen, z. B. ein horizontaler RP3-Defekt (Abb. 8) im koronalen Defektanteil und weiter apikal ein RP2-Defekt. Demnach wäre in diesem Fall zu prüfen, ob ein kombiniertes Vorgehen (rekonstruktive Therapie apikal und resektive Therapie koronal) sinnvoll wäre. Da RP3-Defekte nicht vorhersagbar zu regenerieren sind, bleiben in diesem Fall nur die Therapieoptionen resektive Behandlung oder Explantation. Wenn eine Regeneration bis zur Implantat-schulter bzw. bis zum Übergang rauher/glatte Implantatoberflächen nicht möglich ist, scheint die Langzeitprognose deutlich schlechter zu sein (s. Kapitel „Rekonstruktive Therapie“). Die nach der bisherigen Analyse sinnvoll erscheinende Therapiewahl muss jedoch noch im Auge der patientenspezifischen Faktoren betrachtet werden (Abb. 9).

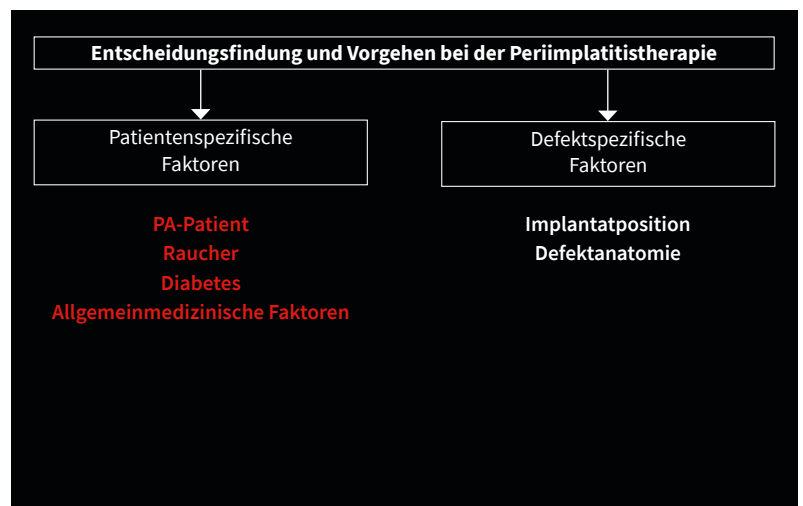
Zum einen konnte gezeigt werden, dass Diabetiker und Raucher bei der Knochenregeneration schlechtere Ergebnisse erreichen, zum anderen



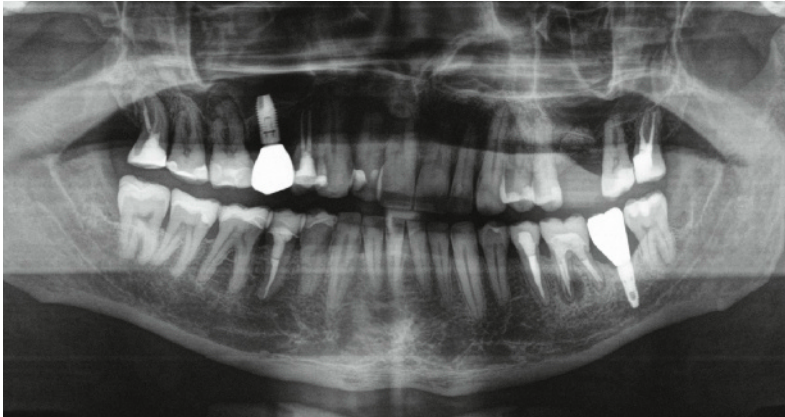
**Abb. 7a und b** Chirurgische Darstellung des RP2-Defektes nach galvoelektrischer Reinigung vor der Augmentation mit Umbrellatechnik (a) und klinische Situation 6 Monate nach regenerativer Periimplantitistherapie (b).



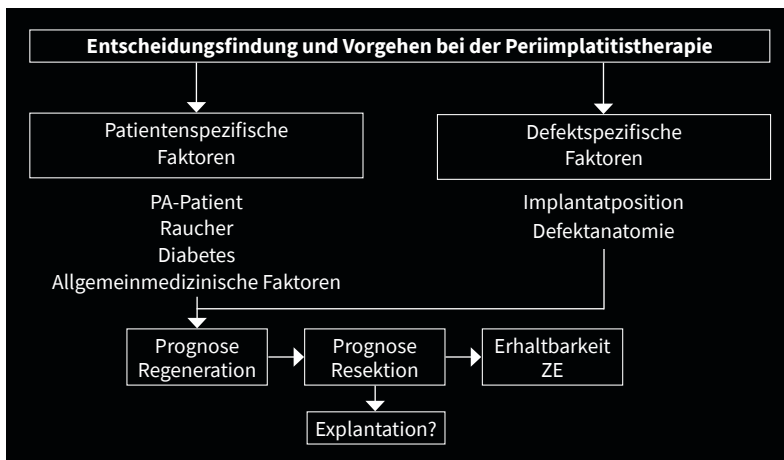
**Abb. 8** Horizontale Knochendefekte mit RP3-Klassifikation bedingen eine resektive Behandlung oder Explantation.



**Abb. 9** Bei der Therapiewahl müssen neben den defektspezifischen auch die patientenspezifischen Faktoren berücksichtigt werden. PA: Parodontitis.



**Abb. 10** Anamnestische Informationen, radiologische Daten und parodontaler Screening-Index (PSI) des überwiesenen Patienten zur Periimplantitistherapie regio 15.



**Abb. 11** Entscheidungsbaum zur Therapiewahl. ZE: Zahnersatz.

haben diese Patienten bei einer unvollständigen Regeneration oder bei resektiver Therapie ein höheres Rezidivrisiko<sup>28,29</sup>. Da die Defektanatomie einen ausschlaggebenden Einfluss auf die Therapiewahl und Prognose hat, empfiehlt es sich, bei nicht eindeutigen Fällen eine 3D-Aufnahme mit möglichst kleinem Volumen vorzunehmen. Die Vorteile dieser Form der Diagnostik soll der folgende Fall verdeutlichen.

**Film 3** 3D-Evaluation des periimplantären Knochendefektes an Implantat 15.

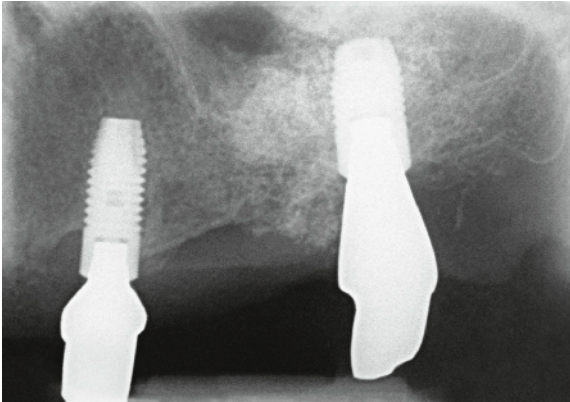
### Fallbeispiele

Der Patient, männlich, Raucher, mit einer Parodontitistherapie vor 3 Jahren, wurde zur Periimplantitisbehandlung überwiesen. Der Screeningbefund (PSI) zeigte noch tiefe Resttaschen. Um das Implantat lag eine ausreichend breite Zone

von keratinisierter und befestigter Mukosa vor (Abb. 10). Da das OPG des Zuweisers im Bereich des Implantates 15 keine Bewertung des Knochenverlaufs zuließ, wurde ein DVT (Volumen 40 x 40 mm, 360°, Fa. Morita, Dietzenbach, Deutschland) angefertigt. Auf der Bildschirmaufnahme (Film 3) sieht man im oberen linken Ausschnitt die Ansicht, die auch im 2D-Röntgenbild zu sehen wäre. Diese suggeriert zunächst einen RP2-Defekt, der regeneriert werden könnte. Betrachtet man nun aber den Defekt in der vestibulooralen Dimension (s. Film 3, Ausschnitt oben rechts), lässt sich feststellen, dass der Defekt in dieser Dimension fast horizontal verläuft, mit einem dementsprechend sehr schlechten Regenerationspotenzial. Ein rekonstruktives Vorgehen macht in diesem Fall also keinen Sinn. Wie sieht es jedoch resektiv aus? In vestibulooraler Richtung wäre dies mit einer Osteoplastik zur Schaffung einer positiven Knochenarchitektur kein Problem, jedoch besteht in mesiodistaler Richtung ein ähnliches Problem wie in Abbildung 4. Dadurch, dass die Nachbarzähne den Knochen halten, entsteht ein steiler Defektwinkel, den das Weichgewebe überbrückt, womit tiefe Resttaschen mesial und distal des Implantates resultieren. Bei zusätzlicher Betrachtung der patientenspezifischen Faktoren wird schnell klar, dass das allgemeine Rezidivrisiko des Patienten unverhältnismäßig hoch liegt. Somit erscheint die Explantation des Implantates 15 als die einzig sinnvolle Option in diesem Fall.

Abbildung 11 veranschaulicht das Vorgehen der Autoren bei der Evaluation der Parodontitisfälle.

Ist die Prognose für das primäre Therapieziel (vollständige Reosseointegration bis zur Implantatschulter/bis zum Übergang von rauher zur glatten Implantatoberfläche) nicht gut, wird die Prognose für ein resektives Vorgehen geprüft. Wie bereits erwähnt, ist die resektive Therapie vorwiegend bei suprakrestalen Taschen indiziert<sup>25</sup>. Hierzu ist eine spezielle Schnittführung notwendig (Abb. 12 und 13, Film 4). Allerdings kann diese auch erfolgreich bei Knochenkratern (s. Film 3, vestibulooraler Defekt) angewendet werden. Dabei sollten die nicht tragenden Knochenwände entfernt werden, sodass eine konvexe Knochenarchitektur entsteht, um eine ideale Adaptation des Weichgewebes zu erreichen. Wie im OP-Video (s. Film 4) dargestellt, nehmen die



**Abb. 12** Radiologische Ausgangssituation.

Autoren keine Implantoplastie vor. Zwar zeigen die Langzeitdaten von Carcuac et al. bei 90 % der Implantate mit maschinierter Oberfläche  $< 0,5$  mm Knochenverlust 3 Jahre nach der resektiven Therapie<sup>16</sup>. Diese Beobachtungen beschränken sich allerdings auf nur radiologische Daten. Ob auf dem Niveau des Weichgewebes noch Entzündungen vorlagen und ein Knochenverlust möglicherweise erst zu einem späteren Zeitpunkt hätte radiologisch dokumentiert werden können, bleibt leider unklar. Es wird seitdem diskutiert, dass eine Implantoplastie nicht mehr indiziert ist, solange die Oberfläche glatt, d. h. maschinert, ist. Einige namenhafte Referenten empfehlen daher die „Politur“ der rauen Implantatoberfläche mit Titanbürstchen. Mit der Politur wird die raue Oberfläche zwar glatter, die Glättung reicht jedoch nicht an die einer maschinieren Oberfläche heran. Somit bleibt fraglich, ob die Studienergebnisse von Carcuac et al.<sup>16</sup> auf Implantate mit Oberflächen, die mit Titanbürstchen poliert wurden, extrapoliert werden können. Die Autoren des vorliegenden Beitrages gehen aufgrund der deutlich größeren Rauigkeit im Vergleich zu maschinieren Oberflächen nicht von einer Übertragbarkeit der Ergebnisse aus, was im Übrigen auch auf die Implantoplastie zutrifft. Daher wenden die Autoren weder die Implantoplastie noch eine Oberflächenpolitur mit Titanbürstchen an. Die aktuelle S3-Leitlinie zur Behandlung periimplantärer Infektionen gibt in Bezug auf die Implantoplastie im Falle einer nicht rekonstruktiven bzw. resektiven Periimplantitistherapie eine offene Empfehlung („kann erwogen werden“)<sup>11</sup>.



**Abb. 13** Klinische Situation nach resektiver Periimplantitistherapie 2 Jahre postoperativ unter Erhaltungstherapie.

Die Patienten sind bei dem resektiven Vorgehen in jedem Fall über die schlechte Langzeitprognose aufzuklären. Die Autoren standen der resektiven Therapieoption aufgrund der vorliegenden Studienergebnisse lange ablehnend gegenüber. Es hat sich jedoch bei den eigenen bisher behandelten Fällen gezeigt, dass bei einer guten Fallselektion vorher-sagbare und langzeitstabile Ergebnisse erzielt werden können.

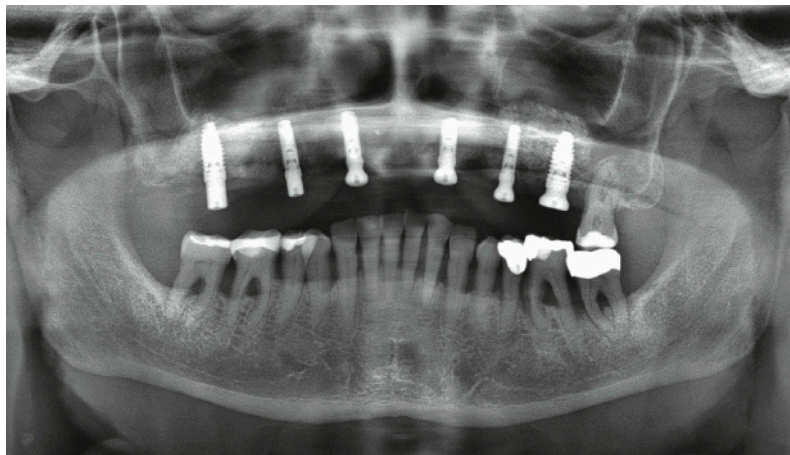
Die Langzeitprognosen scheinen bei der kompletten Regeneration zwar deutlich besser zu sein, bis zur endgültigen Veröffentlichung von diesbezüglichen Langzeitdaten fehlt hierzu jedoch die Evidenz, was den Patienten auch entsprechend kommuniziert werden muss. Bei schlechter Langzeitprognose (50 % Erfolgsquote nach 5 Jahren) hilft es diesen bei der Entscheidung, ob sie einen Erhaltungsversuch eingehen oder das Implantat explantieren lassen möchten, wenn sie über die Erhaltbarkeit des Zahnersatzes aufgeklärt werden. Hierbei gilt:

1. Ist der Zahnersatz suffizient, kann er selbstverständlich erhalten werden.
2. Ist der Zahnersatz insuffizient, ist aber ohne viel Aufwand eine Modifizierung möglich, kann auch dieser Zahnersatz erhalten werden.
3. Ist der Zahnersatz insuffizient und evtl. der Auslöser der Periimplantitis, muss dieser zwingend neu angefertigt werden.

Ein entsprechendes Patientenbeispiel kann zur Veranschaulichung dienen: Die Patientin (Abb. 14) wurde zur Periimplantitistherapie überwiesen. Der Oberkiefer war zu diesem Zeitpunkt bereits mit



**Film 4** Resektive Periimplantitistherapie mit Osteoplastik und Verbreiterung der befestigten keratinisierten Mukosa vestibulär von Implantat 24.



**Abb. 14** Implantate 17, 12 und 22 mit Periimplantitis.

einer Teleskopprothese auf sechs Implantaten versorgt. Die Implantation war durch eine chirurgische Überweiserpraxis durchgeführt worden, die prothetische Versorgung bei der ehemaligen Zahnärztin der Patientin. Die Arbeit war ein knappes Jahr in situ, bis der erste Abszess auftrat. Eine parodontologische Behandlung wurde erst durch die überweisende Praxis eingeleitet; hier wurden auch die Primärteleskope gegen Gingivaformer ausgetauscht.

Die Implantate 17, 12 und 22 wiesen Suppuration auf den Ausstreichtest sowie erhöhte Sondierungstiefen auf. Zur genaueren Diagnostik wurde auch hier ein DVT erstellt (Film 5), worauf der schmale Alveolarkamm mit vestibulären und oralen Dehizensdefekten an den Implantaten 12 und 22

zu erkennen ist. Das regenerative Potenzial dieser beiden Defekte war sehr schlecht und auch resektiv war die Prognose aufgrund des sehr ungleichen Knochenabbaus negativ, sodass bei diesen beiden Implantaten als sinnvollste Behandlungsoption nur die Explantation infrage kam. Die Analyse des DVTs in regio 17 (Film 6) ergab eine RP1-Defektanatomie in Kombination mit einem gescheiterten Sinuslift distal von Implantat 15 und einer massiv geschwollenen Schneiderschen Membran. Der periimplantäre RP1-Defekt hat ein sehr gutes regeneratives Potenzial und damit eine gute Langzeitprognose. Einzig die Komplikation des gescheiterten Sinuslifts in Kombination mit der Sinusitis hat den Fall prognostisch schwer einschätzbar gemacht. Die Alternative zur rekonstruktiven Therapie mit Abdeckung der Perforation in das Augmentat distal von Implantat 15 unter systemischer Antibiose wäre die Explantation von Implantat 17 mit simultaner Ausräumung des gesamten Augmentates gewesen. Entsprechend der S3-Leitlinie für den zahnlosen Oberkiefer bedarf es mindestens vierer Implantate für eine herausnehmbare Versorgung<sup>30</sup>. D. h., es wäre nach der Ausräumung ein zweizeitiger Sinuslift mit anschließender Implantation notwendig geworden, inkl. einer Einarbeitung in die bestehende Prothese. Aufgrund des hohen (auch finanziellen) Aufwandes und der Tatsache, dass Primärteleskope, die in eine bestehende Arbeit eingearbeitet werden, ebenfalls preisintensiv, aber mit einer minderen Friktion vergesellschaftet sind, hat sich die Patientin bei diesem Implantat für die rekonstruktive Behandlung entschieden (Film 7). Abbildung 15 zeigt die radiologische Situation ca. 1 Jahr postoperativ. Der periimplantäre Defekt war vollständig regeneriert und auch der Spiegel im rechten Sinus war vollständig verschwunden (Film 8).

In Fällen der Explantation aufgrund einer schlechten Langzeitprognose ist jedoch immer daran zu denken, dass das Knochenangebot nach der Explantation in den meisten Fällen deutlich reduziert und nicht mit den Ausgangsbedingungen bei der Erstimplantation zu vergleichen ist. Da sich die patientenspezifischen Faktoren in den meisten Fällen nicht ändern, sind die Langzeitprognosen nach Explantation und Neuimplantation nicht zwangsläufig besser.



**Film 5** 3D-Evaluation des periimplantären Knochendefektes an den Implantaten 12 und 22.



**Film 6** 3D-Evaluation des periimplantären Knochendefektes an Implantat 17.

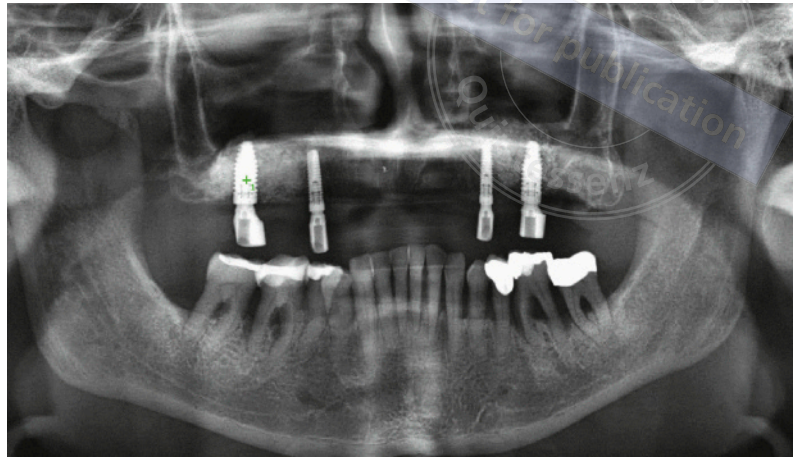


**Film 7** Rekonstruktive Periimplantitistherapie mit Verschluss der Perforation zum Sinus maxillaris in regio 15 distal.



**Film 8** 3D-Reevaluation der rekonstruktiven Periimplantitistherapie an Implantat 17 nach ca. 1 Jahr.

Bei umfangreichen periimplantären Augmentationen entfernen die Autoren den Zahnersatz 14 Tage vor der OP und schrauben Einheilschrauben anstelle des Zahnersatzes auf die Implantate. Aufgrund der hohen Restentzündung zum Zeitpunkt der OP, da bis dahin keine suffiziente antiinfektiöse Therapie möglich ist, nehmen die Patienten bereits 5 Tage präoperativ eine Antibiose ein. Die OP-Technik sollte in Abhängigkeit von der Defektklassifikation gewählt werden. Bei Bedarf einer Verbreiterung der keratinisierten befestigten Mukosa wird empfohlen, ein freies Schleimhauttransplantat (FST) im Rahmen der Freilegung nach einer knöchernen Augmentation bei geschlossenem Vorgehen durchzuführen (Abb. 16).



**Abb. 15** Radiologische Situation ca. 1 Jahr postoperativ.

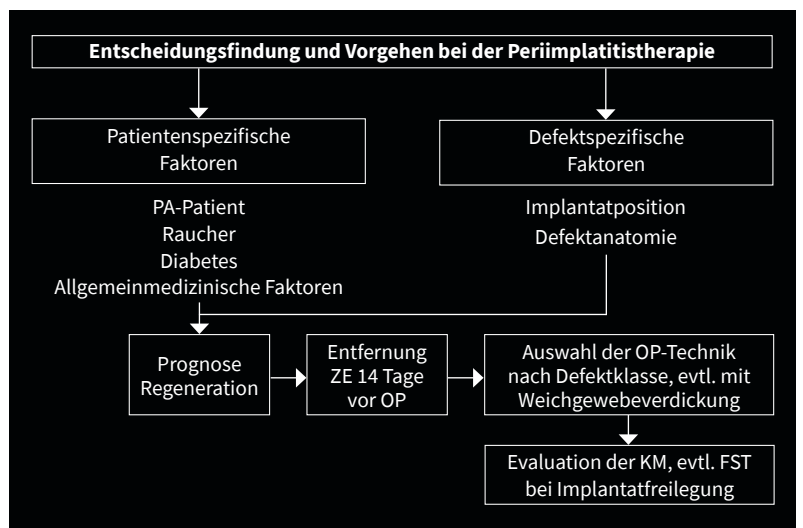
Das FST benötigt das Periost als Nutritionsbett. Dementsprechend kann auf diese Weise ein zusätzlicher Eingriff vermieden werden<sup>31</sup>. Nach einer erfolgreichen Periimplantitistherapie ist die Integration des Patienten in ein individuell abgestimmtes Nachsorgeprogramm ein entscheidender Faktor, um die Nachhaltigkeit der Therapie sicherzustellen<sup>15,32</sup> (Abb. 17).

### Ausblick

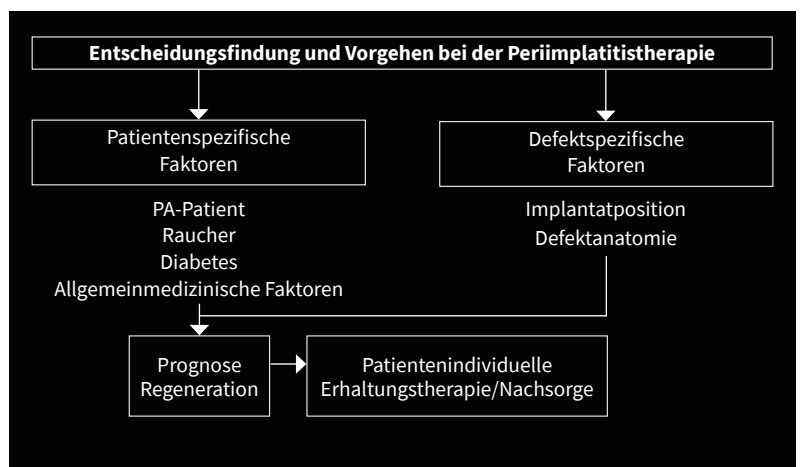
Ausblickend möchten die Autoren darauf hinweisen, dass sich ein Prophylaxegerät für die galvoelektrische Reinigung in der Entwicklung befindet. Dieses wird für die prächirurgische antiinfektiöse Therapie sowie die Erhaltungstherapie konzipiert. Für die Anwendung ist keine chirurgische Defektdarstellung notwendig. Analog zur subgingivalen Instrumentierung bei der parodontologischen Erhaltungstherapie soll die galvoelektrische Reinigung, in regelmäßigen Abständen angewendet, den dysfunktionalen Biofilm immer wieder entfernen. Dies könnte die Prognose in Fällen, in denen keine vollständige Defektregeneration möglich ist, deutlich verbessern.

### Interessenkonflikte

Die Autoren erklären, dass keine Interessenkonflikte vorliegen. Keiner der Autoren zieht finan-



**Abb. 16** Behandlungsablauf nach der Therapieentscheidung für eine rekonstruktive Periimplantitistherapie. ZE: Zahnersatz, KM: keratinisierte Mukosa, FST: freies Schleimhauttransplantat.



**Abb. 17** Der Behandlungsablauf mündet immer in einer Erhaltungstherapie.

zielle oder sonstige Vorteile aus dem Verkauf von GalvoSurge. Ein Autor war vor dem Verkauf Mit-eigentümer der GalvoSurge Dental AG.

## Literatur

- Diaz P, Gonzalo E, Villagra LJG, Miegimolle B, Suarez MJ. What is the prevalence of peri-implantitis? A systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health* 2022;22:449.
- Derks J, Schaller D, Håkansson J, Wennström JL, Tomasi C, Berglundh T. Effectiveness of implant therapy analyzed in a Swedish population: Prevalence of peri-implantitis. *J Dent Res* 2016;95:43–49.
- Daubert DM, Weinstein BF, Bordin S, Leroux BG, Flemmig TF. Prevalence and predictive factors for peri-implant disease and implant failure: A cross-sectional analysis. *J Periodontol* 2015;86:337–347.
- Ferreira SD, Silva GLM, Cortelli JR, Costa JE, Costa FO. Prevalence and risk variables for peri-implant disease in Brazilian subjects. *J Clin Periodontol* 2006;33:929–935.
- Karoussis IK, Salvi GE, Heitz-Mayfield LJA, Brägger U, Hämerle CHF, Lang NP. Long-term implant prognosis in patients with and without a history of chronic periodontitis: A 10-year prospective cohort study of the ITI Dental Implant System. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:329–339.
- Roos-Jansåker AM, Renvert H, Lindahl C, Renvert S. Nine-to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part III: factors associated with peri-implant lesions. *J Clin Periodontol* 2006;33:296–301.
- Darby I. Risk factors of periodontitis and peri-implantitis. *Periodontol 2000* 2022;90:9–12.
- Galindo-Moreno P, Leon-Cano A, Ortega-Oller I, Monje A, O'Valle F, Catena A. Marginal bone loss as success criterion in Implant dentistry: beyond 2 mm. *Clin Oral Impl Res* 2015;26:28–34.
- Berglundh T, Armitage G, Araujo MG, Avila-Ortiz G, Blanco J, Camargo PM et al. Periimplant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Clin Periodontol* 2018; 45(Suppl 20):S286–S291.
- Serino G, Turri A, Lang NP. Probing at implants with peri-implantitis and its relation to clinical peri-implant bone loss. *Clin Oral Implants Res* 2013 Jan;24:91–95.
- Schwarz F, Beck J, Dick K-A, Lorenz J, Müller T, Neumann W et al. S3 Leitlinie: Die Behandlung periimplantärer Infektionen an Zahnimplantaten. AWMF-Registriernummer: 083-023, Stand: 02. Dezember 2022, Version: 2.0. URL: [https://register.awmf.org/assets/guidelines/083-023l\\_S3\\_Behandlung-periimplantaerer-Infektionen-an-Zahnimplantaten\\_2023-05.pdf](https://register.awmf.org/assets/guidelines/083-023l_S3_Behandlung-periimplantaerer-Infektionen-an-Zahnimplantaten_2023-05.pdf).
- Rocuzzo M, Layton DM, Rocuzzo A, Heitz-Mayfield LJ. Clinical outcomes of peri-implantitis treatment and supportive care: A systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2018;29(Suppl 16):331–350.
- Heitz-Mayfield LJ, Mombelli A. The therapy of peri-implantitis: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014;29(Suppl):325–345.
- Esposito M, Grusovin MG, Worthington HV. Treatment of peri-implantitis: what interventions are effective? A Cochrane systematic review. *Eur J Oral Implantol* 2012;5(Suppl):21–41.
- Heitz-Mayfield L, Salvi G, Mombelli A, Loup P-J, Heitz F, Krüger E, Lang N. Supportive peri-implant therapy following anti-infective surgical peri-implantitis treatment: 5-year survival and success. *Clin Oral Impl Res* 2018;29:1–6.
- Carcuac O, Derks J, Abrahamsson I, Wennström JL, Petzold M, Berglundh T. Surgical treatment of peri-implantitis: 3-year results from a randomized controlled clinical trial. *J Clin Periodontol* 2017;44:1294–1303.
- Schwarz F, Ferrari D, Popovski K, Hartig B, Becker J. Influence of Different Air-Abrasive Powders on Cell Viability at Biologically Contaminated Titanium Dental Implants Surfaces. *J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater* 2009;88:83–91.
- Schwarz F, Nuesry E, Bieling K, Herten M, Becker J. Influence of an Erbium, Chromium-Doped Yttrium, Scandium, Gallium, and Garnet (Er,Cr:YSGG) Laser on the Reestablishment of the Biocompatibility of Contaminated Titanium Implant Surfaces. *J Periodontol* 2006;77:1820–1827.
- Schwarz F, Sculean A, Romanos G, Herten N, Horn N, Scherbaum W, Becker J. Influence of different treatment approaches on the removal of early plaque biofilms and the viability of SAOS2 osteoblasts grown on titanium implants. *Clin Oral Investig* 2005;9:111–117.
- Ratka C, Weigl P, Henrich D, Koch F, Schlee M, Zipprich H. The Effect of In Vitro Electrolytic Cleaning on Biofilm-Contaminated Implant Surfaces. *J Clin Med* 2019;8:1397.
- Hori N, Iwasa F, Tsukimura N, Sugita Y, Ueno T, Kojima N, Ogawa T. Effects of UV photofunctionalization on the nanotopography enhanced initial bioactivity of titanium. *Acta Biomater* 2011;7:3679–3691.
- Puysis A, Schlee M, Linkevicius T, Petrakakis P, Tjaden A. Photo-activated implants: a triple-blinded, split mouth, randomized controlled clinical trial on the resistance to removal torque at various healing intervals. *Clin Oral Investigations* 2020;24:1789–1799.
- Bosshardt D, Brodbeck UR, Rathe F, Stumpf T, Imber J-C, Weigl P, Schlee M. Evidence of Re-Osseointegration After Electrolytic Cleaning and Regenerative Therapy of Peri-Implantitis in Humans: A Case Report with Four Implants. *Clin Oral Invest* 2022;26:3735–3746.
- Monje A, Pons R, Peña P. Electrolytic Surface Decontamination in the Reconstructive Therapy of Peri-Implantitis: Single-Center Outcomes of a Randomized Controlled Trial. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2025;45:185–198.
- Friedman N. Mucogingival Surgery: The Apically Repositioned Flap. *J Periodontol* 1962;26:257–269.
- Schlee M, Wang HL, Stumpf T, Brodbeck U, Bosshardt D, Rathe F. Treatment of Periimplantitis with Electrolytic Cleaning versus Mechanical and Electrolytic Cleaning: 18-Month Results from a Randomized Controlled Clinical Trial. *J Clin Med* 2021;10:1–12.
- Polimeni G, Albandar J M, Wikesjo, UM. Prognostic factors for alveolar regeneration: effect of space provision. *J Clin Periodontol* 2005;32:951–954.
- Strietzel FP, Reichart PA, Kale A, Kulkarni M, Wegner B, Küchler I. Smoking interferes with the prognosis of dental implant treatment: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* 2007;34:523–544.
- Sábado-Bundó H, Sánchez-Garcés MÁ, Gay-Escoda C. Bone regeneration in diabetic patients. A systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2019;24:425–432.
- Kern J-S, Wolfart S. DGI S3-Leitlinie (Langfassung): Implantatprothetische Versorgung des zahnlosen Oberkiefers. AWMF-Registernummer: 083-010, Stand: November 2020. URL: [https://register.awmf.org/assets/guidelines/083-010l\\_S3\\_Implantatprothetische-Versorgung-zahnloser-Oberkiefer\\_2021-03.pdf](https://register.awmf.org/assets/guidelines/083-010l_S3_Implantatprothetische-Versorgung-zahnloser-Oberkiefer_2021-03.pdf).
- Zucchelli G, Tavelli L, McGuire MK, Rasperini G, Feinberg SE, Wang HL, Giannobile WV. Autogenous soft tissue grafting for periodontal and peri-implant plastic surgical reconstruction. *J Periodontol* 2020;91:9–16.
- Heitz-Mayfield L, Heitz F, Lang NP, Chen Y-W, Daubert DM. Implant Disease Risk Assessment IDRA- a tool for preventing peri-implant disease. *Clin Oral Impl Res* 2020;31:397–403.

## Complication management in peri-implantitis

### KEY WORDS

*peri-implantitis therapy, regenerative peri-implantitis therapy, resective peri-implantitis therapy, diagnosis, decontamination, hydrophilicity, hydrophobicity, maintenance therapy, risk factors, treatment concept*

### ABSTRACT

The present practice concept describes the decision-making process between three approaches to peri-implantitis therapy: reconstructive, resective, and explantation. Regenerative therapy is favored if complete bony regeneration up to the implant shoulder is possible. A proposed decision tree takes into account defect-specific and patient-specific factors. Defect-specific factors, such as implant position and defect anatomy, are analysed first. RP1 defects have the highest regeneration potential, while RP3 defects are usually not regenerable. Patient-specific factors, such as smoking or diabetes, influence the long-term prognosis. Resective therapy is suitable for supracrestal pockets but requires precise incision and bone preparation. Explantations are often unavoidable, and they considerably reduce bone availability. 3D diagnostics are recommended to accurately assess the defect morphology. Long-term aftercare is crucial to ensure successful treatment. New technologies could facilitate treatment in the future, especially in cases of incomplete regeneration.



**Florian Rathe**

PD Dr. med. dent., M.Sc.

**Markus Schlee**

PD Dr. med. dent. Dr. habil.

Beide:

Praxis Schlee & Rathe  
Bayreuther Straße 39  
91301 Forchheim

**Florian Rathe**

### Korrespondenzadresse:

PD Dr. Florian Rathe, E-Mail: [florian.rathe@32schoenezaehne.de](mailto:florian.rathe@32schoenezaehne.de)