

# Knochenregeneration mit PRP

*PRP ist ein autologes Thrombozytenkonzentrat, das erfolgreich zur Knochen- und Weichgewebsregeneration eingesetzt wird. Trotz seiner belegten Wirksamkeit gibt es immer wieder Bestrebungen, durch den Hinweis auf das Transfusionsgesetz (TFG) die PRP-Herstellung in der zahnärztlichen Praxis zu unterbinden.*

DR. DR. DR. CHRISTIAN FOITZIK, DR. DR. OLIVER FINDEISEN,  
DR. HERMANN STAUS/DARMSTADT

Dass dem Patienten dadurch eine hochwirksame Therapie vorenthalten wird, kommt dabei nicht zur Sprache. In diesem Beitrag soll die Wirksamkeit anhand der einschlägigen Fachliteratur belegt werden. Es wird darauf aufmerksam gemacht, welche Konsequenzen eine Anwendung des TFG auf andere Bereiche der Zahnmedizin, z.B. Knochen- oder Schleimhauttransplantation, haben könnte.

## *PRP – ein geschichtlicher Abriss*

Seit über 30 Jahren ist bekannt, dass im Blut Bestandteile enthalten sind, die die Regenerationsfähigkeit von Knochen und Gewebe unterstützen. Bereits 1964 beschrieb Schulte in seiner Habilitationsschrift die positive Wirkung des Gelatine-stabilisierten Blutkoagels auf die Knochenregeneration nach Zystectomy.<sup>1</sup> Um zu verhindern, dass sich das Koagulum bei der Kontraktion von den Knochenwänden löst und sich der entstehende Zwischenraum mit dem abgeschiedenen Serum füllt, modifizierte SCHULTE seine Methode. Um die Regeneration nicht zu beeinträchtigen, wurde ein Großteil des zellfreien Plasmas vor der Applikation durch Zentrifugation entfernt.<sup>2</sup> Damit wurde, wenn auch auf Grund anderer Überlegungen, erstmals die Anwendung einer konzentrierten autologen Blutfraktion zur Knochenregeneration beschrieben.

Die Fähigkeit aktivierter Thrombozytenpräparationen zur Induktion der Angiogenese, der Kollagensynthese und der Einwanderung von Monozyten wurde 1982 im Tierversuch belegt.<sup>3</sup> Nachfolgende Humanstudien zeigten eine signifikant verbesserte Wundheilung bei chronischen, heilungsgestörten Fußulcera nach topischer Applikation von autologen PRP.<sup>4,5</sup> Die erste perioperative Herstellung von PRP und dem daraus hergestellten Plättchen-Gel beschrieben 1997 WHITMAN et al. In der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie wurde es erfolgreich eingesetzt in Verbindung mit ablativen chirurgischen Maßnahmen der Kiefer-Gesichts-Region, bei Unterkiefer-Rekonstruktionen, bei chirurgischer Instandsetzung von Alveolarspalten und verwandten oral-antralen oder oral-nasalen Fisteln sowie bei ähnlichen Prozeduren im Zusammenhang mit dem Setzen osseointegrierter Implantate.<sup>6</sup> In der Parodontologie konnte durch den Einsatz einer Kombination von synthetischem PDGF und IGF, die beide im PRP enthalten

sind, eine signifikante Förderung der Knochenregeneration nachgewiesen werden.<sup>7</sup> Den Durchbruch für den Einsatz von PRP schafften die Studien von MARX und ANITUA 1998, bzw. 1999. In einer kontrollierten klinischen Studie bei 88 Patienten mit Unterkieferkontinuitätsdefekten von mindestens 5 cm Ausdehnung wurde der positive Effekt auf die Knochenregeneration erstmals quantitativ und qualitativ nachgewiesen. Die 88 Patienten wurden in zwei gleich großen Gruppen randomisiert. Eine Gruppe erhielt nur autologe Spongiosa, die zweite Gruppe erhielt autologe Spongiosa plus PRP. Die Patienten, die zusätzlich PRP erhalten hatten, zeigten nach zwei und vier Monaten einen 1,62- bis 2,16-fach reiferen Knochen als die Kontrollgruppe ohne PRP. Sechs Monate postoperativ wurde mindestens ein Implantat gesetzt und auf diese Weise ein Bohrkern als Gewebeprobe zur histomorphometrischen Auswertung gewonnen. Nach sechs Monaten war die Knochendichte in der PRP-Gruppe ca. 25 % höher als in der Kontrollgruppe.<sup>8</sup> ANITUA hob zusätzlich zu der schnelleren Knochenreifeung und der besseren Knochenqualität die deutlich verbesserte Weichgewebsheilung hervor.<sup>9</sup> Noch im selben Jahr wurden bereits die ersten positiven Erfahrungen mit synthetischen Augmentationsmaterialien in Kombination mit PRP publiziert.<sup>10</sup>

Die Aktivierung des PRPs vor der Anwendung erfolgt in der Regel mit Calciumchlorid und bovinem Thrombin. Auf Grund des Risikos schwerer Koagulopathien durch den Kontakt mit topisch appliziertem bovinem Thrombin forderten LANDESBERG et al. schon lange vor dem europaweiten BSE-Skandal alternative Aktivierungsmethoden für PRP.<sup>11</sup> In dem PRP-Herstellungsprotokoll von ANITUA<sup>9</sup> erfolgte die Aktivierung bereits ohne Thrombin und LANDESBERG et al. belegten in einem direkten Vergleich, dass der Gehalt an Wachstumsfaktoren mit dem nach Aktivierung mit Thrombin vergleichbar ist.<sup>12</sup> Erst dadurch wird PRP zu einem echten autologen und damit sicheren Thrombozytenkonzentrat. Mittlerweile ist PRP ein fester Bestandteil in der Implantologie bzw. der Knochenregeneration geworden. Im Mai 2001 fand in München das erste nationale PRP-Symposium statt, bei dem renommierte Referenten über ihre Erfahrungen bei der Anwendung von PRP berichteten.<sup>13</sup> Hier wurde von Klinikern und Praktikern sowohl die verbesserte Knochenregeneration als auch eine deutlich schnellere Weichgewebsheilung bestä-

tigt. Um das regenerative Potenzial von PRP ganz ausschöpfen zu können, wurde empfohlen, dem Augmentat zumindest in geringen Mengen autologen Knochens zuzusetzen. Auch über einen geringeren Schmerzmittelverbrauch durch den Einsatz von PRP wurde berichtet. Inzwischen findet man in der Fachliteratur eine Vielzahl an Publikationen zur Wirkungsweise und den Anwendungsmöglichkeiten von PRP.<sup>14–20</sup> Auf Grund des enormen Interesses an diesem Thema fand Ende Februar 2002 in Florida das erste internationale PRP-Symposium statt.<sup>21</sup> ROBERT E. MARX, der mittlerweile über Erfahrungen mit PRP an über 2200 Patienten verfügt, bestätigte erneut die verbesserte Knochenregeneration durch die schnellere Reifung und die bessere Qualität des gebildeten Knochens. Die Anreicherung der Thrombozyten und die Menge an freigesetzten Wachstumsfaktoren spielen dabei eine wichtige Rolle. Da die Wirkung von PRP auf die Knochen- und Weichgewebsregeneration bei einer Anreicherung auf 1.000.000 Thrombozyten/ $\mu$ l wissenschaftlich belegt ist,<sup>22</sup> sollte PRP mindestens diese Konzentration aufweisen. Namhafte Referenten wie A. K. GARK, C. M. MISCH, M. A. PIKOS oder A. G. SCLAR hoben außerdem das bessere Handling des Augmentates, die signifikant schnellere Weichgewebsregeneration, geringere postoperative Schwellungen und weniger Schmerzen hervor. Obwohl gezeigt wurde, dass PRP auch nur in Kombination mit synthetischem Knochenersatzmaterial funktioniert, wurde immer wieder darauf hingewiesen, dass, wenn verfügbar, die Zumischung von etwas autologem Knochen stets zu empfehlen ist. Der Einsatz von PRP-optimierten Augmentaten in der allgemeinen Knochenregeneration wurde ebenso angesprochen wie die Verwendung von aktiviertem Plättchen-Gel (AGP, ähnlich der Fibrinmembran aus Platelet Poor Plasma) als autologen Fibrinkleber und für den Wundverschluss. Diese Ergebnisse lassen für die Zukunft neben der Knochenregeneration eine Vielzahl neuer Indikationen für den Einsatz von PRP erwarten.

### Wie wirkt PRP?

PRP ist ein Konzentrat von Thrombozyten in einem kleinen Restvolumen Plasma, das durch Zentrifugation von Patientenblut in einer Blutbank oder perioperativ in der zahnärztlichen Praxis hergestellt werden kann. Die in den  $\alpha$ -Granula der Thrombozyten enthaltenen Wachstumsfaktoren sind jedoch die eigentlichen wirksamen Bestandteile des PRPs und werden bei der Aktivierung der Thrombozyten freigesetzt. Zu ihnen gehören PDGF (platelet-derived growth factor), TGF- $\beta_{1+2}$  (transforming growth factor  $\beta_{1+2}$ ), IGF (insulin-like growth factor), bFGF (basic fibroblast growth factor), EGF (epidermal growth factor) und VEGF (vascular endothelial growth factor).<sup>23,24</sup> Die Wirkung dieser Wachstumsfaktoren auf die Knochen- und Weichgewebsregeneration ist ein komplexes Zusammenspiel zahlreicher Zelltypen und Mechanismen.

Die beiden wichtigsten und in den höchsten Konzentrationen freigesetzten Faktoren sind PDGF und TGF- $\beta$ . Sie wirken chemotaktisch auf Granulozyten, Makrophagen, Monozyten und Fibroblasten, die in den Defekt einwandern und aktiviert werden. Granulozyten und Makrophagen sorgen in der ersten Phase der Wundheilung, der akuten Entzündungsphase für die Reinigung der Wunde. Einwandernde Monozyten differenzieren zu aktivierten Makrophagen, die selbst in der Lage sind, Wachstumsfaktoren zu produzieren und sezernieren. Neben den Makrophagen wandern Fibroblasten in den Defekt, die unter dem Einfluss der freigesetzten Wachstumsfaktoren (hauptsächlich durch PDGF und TGF- $\beta_1$ ) ein kollagenes Fasergeflecht bilden, an dem einwandernde Zellen entlang wandern und Kapillaren einsprossen können. Auch Fibroblasten sezernieren Wachstumsfaktoren und übernehmen zusammen mit den Makrophagen anschließend die Steuerung der Wund- und Knochenheilung.<sup>8,25–27</sup>

Eine wichtige Voraussetzung für eine Regeneration ist die Bildung von Blutgefäßen für die Versorgung des neu gebildeten Gewebes. Die Stimulation der Angiogenese wurde für eine Vielzahl an Wachstumsfaktoren und Zytokinen nachgewiesen, die von Thrombozyten, Makrophagen und Fibroblasten freigesetzt werden.<sup>3,24,26,28</sup>

Neben dieser allgemeinen Stimulation der Wundheilung wirken einige der Wachstumsfaktoren auch direkt auf die Knochenbildung. TGF- $\beta$ , PDGF, IGF und bFGF wirken chemotaktisch auf Osteoblasten und PDGF zusätzlich noch auf ihre Vorstufen. Alle vier stimulieren außerdem in unterschiedlicher Intensität die Osteoblastenproliferation. TGF- $\beta$  stimuliert zudem die Proliferation von mesenchymalen Stammzellen und Osteoprogenitorzellen sowie deren Differenzierung. TGF- $\beta$  wird von Osteoblasten produziert und im Rahmen der Knochenneubildung und des Remodellings in die Knochenmatrix inkorporiert. Der Knochen wird damit zum größten TGF- $\beta$ -Reservoir im Körper. Sowohl Knochen als auch Thrombozyten enthalten im Vergleich zu allen anderen Geweben ca. das 100fache an TGF- $\beta$  und Osteoblasten präsentieren an ihrer Oberfläche die höchste Dichte an TGF-Rezeptoren.<sup>9,29–34</sup>

Die Involvierung der Wachstumsfaktoren auch direkt in die Knochenregeneration zeigt deutlich das Potenzial auf, das durch die Applikation von PRP aktiviert werden kann. Der Vorteil der darin enthaltenen Wachstumsfaktoren gegenüber einem einzelnen synthetischen Faktor ist die physiologische Zusammensetzung. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Osteoblastenproliferation im Vergleich zur Kontrolle (100 %) durch die Zugabe einer Kombination mehrerer Faktoren signifikant stärker stimuliert wird (ca. 300 %) als durch die Gabe eines einzelnen Faktors (ca. 180 %).<sup>31</sup> Da die Wirkung der initial freigesetzten thrombozytären Wachstumsfaktoren maximal fünf Tage andauert,<sup>8</sup> bewirkt die Applikation von PRP in diesem Zeitraum durch verstärkte Chemotaxis und Aktivierung eine Wundheilung, die von Beginn an auf einem höheren Niveau abläuft und durch die daraus resultierende verstärkte Ausschüttung von Wachstumsfaktoren durch

Makrophagen und Fibroblasten auch auf diesem Niveau gehalten wird. Osteoblasten, bzw. ihre Vorstufen kommen erst nach Ablauf der akuten Entzündungsphase ins Spiel und werden durch die verstärkte Ausschüttung an Wachstumsfaktoren durch Makrophagen und Fibroblasten stimuliert. Die Wirkung des PRPs ist daher nicht in einer direkten Stimulation der Knochenregeneration zu sehen, sondern in der Schaffung einer optimal konditionierten und vaskularisierten Wunde. Da es sich bei PRP nicht um eine osteoinduktive, sondern lediglich um eine osteostimulierende Komponente handelt, wird empfohlen, bei der Verwendung synthetischer Materialien zumindest geringe Mengen autologen Knochens, der in der Regel intraoral im Operationsfeld gewonnen werden kann oder im Knochenfilter anfällt, zuzumischen. Durch die darin enthaltenen BMPs erhält das Augmentationsmaterial einen osteoinduktiven Stimulus. Es ist jedoch unbedingt anzumerken, dass PRP nicht als ein „Wundermittel“ angesehen werden darf. Zwar kann man die verbesserte und schnellere Weichgewebsregeneration, geringere postoperative Schwellungen und weniger postoperative Schmerzen direkt innerhalb der ersten Tage am Patienten beobachten, dies darf jedoch nicht zu überhöhten Erwartungen in Bezug auf die Knochenregeneration führen. Der Zeitraum bis zum Beginn der Knochenbildung wird nicht verkürzt, jedoch wird die Reifung des Knochens von Geflechtknochen zu Lamellenknochen beschleunigt und sowohl die Knochendichte als auch dessen Qualität deutlich verbessert. Dadurch besteht die Möglichkeit, früher zu implantieren oder Implantate früher zu belasten.

### *Bestrebungen gegen PRP*

Obwohl die Anwendung von PRP zunehmend auch von anerkannten Wissenschaftlern als sinnvoll angesehen wird, bestehen seitens des Arbeitskreises Blut (AK Blut) Bestrebungen, dem implantologisch tätigen Zahnarzt oder Oralchirurgen diese Option der Optimierung der Knochenregeneration wieder zu entziehen. In einem Artikel von Dr. J. H. KOCH im Dental Magazin 2/2002 wird unter anderem die Frage aufgeworfen, ob ein Zahnarzt überhaupt berechtigt ist, seinen Patienten Blut abzunehmen.<sup>35</sup> Außerdem wird die Anwendung des Transfusionsgesetzes (TFG) und die daraus resultierenden Folgen diskutiert. Bei einer Anwendung des Gesetzes müsste der PRP-herstellende Zahnarzt über eine mindestens sechsmonatige transfusionsmedizinische Erfahrung verfügen. Die Zahnarztpraxis würde als Spendeinstitution und der Patient als Spender eingestuft werden. Das Blut müsste vor der PRP-Herstellung auf HIV und Hepatitis untersucht werden, da eine Verwechslung oder Kreuzkontamination nicht mit Sicherheit auszuschließen ist. Die angeblich bestehenden Infektionsrisiken werden durch die Abbildung des offenen Systems nach ANITUA veranschaulicht. Völlig unberücksichtigt bleiben in diesem Artikel allerdings die am Markt befindlichen geschlossenen Systeme wie

z.B. das Monovetten-PRP-System, bei dem sich alle Blutfraktionen bis zur Applikation in geschlossenen Monovetten befinden.

Im selben Artikel befindet sich parallel eine Stellungnahme von Rechtsanwalt Dr. D. GURGEL (Kanzlei Dr. RATAJCZAK) zu den Forderungen des AK Blut. Er führt bezüglich der sechsmonatigen Erfahrung in der Transfusionsmedizin aus, dass es nicht anzunehmen ist, dass es im deutschen Sprachraum einen Zahnarzt gibt, der diese Qualifikation erfüllt, und dass die Notwendigkeit dieser Qualifikation in der Stellungnahme des AK Blut nicht dargelegt wird. Die Gefahr einer Verwechslung oder Kreuzkontamination sieht er durch Herstellungszeit von ca. 30 min und die anschließende direkte Verarbeitung ebenfalls nicht gegeben. Die gleichzeitige Herstellung von PRP für zwei unterschiedliche Patienten, was Voraussetzung für eine Verwechslung wäre, betrachtet er als unwahrscheinlich und zudem wird dies von den Herstellern der unterschiedlichen Systeme untersagt. Die äußerst umfangreiche Dokumentation, die für Blutspendeeinrichtungen wichtig ist, ist vom Zahnarzt jedoch kaum zu leisten. Da bei der PRP-Herstellung kein Austausch zwischen verschiedenen Patienten und auch keine Lagerung vorgenommen wird, stellt er den Sinn einer Dokumentation in diesem Umfang in Frage. Unberücksichtigt von beiden Autoren bleibt die Tatsache, dass es sich bei PRP zwar um ein Blutprodukt handelt, diese jedoch nicht retransfundiert wird, sondern lediglich lokal zur Gewebes- und Knochenregeneration eingesetzt wird.

Bei einer uneingeschränkten Anwendung des Transfusionsgesetzes auf die PRP-Herstellung ist außerdem zu bedenken, dass unter diesem Aspekt auch die Rechtmäßigkeit der Knochen- und Weichgewebstransplantation infrage zu stellen wäre. Die Zahnarztpraxis könnte unter diesen Umständen als Organspendeeinrichtung betrachtet werden, was weder im Interesse der niedergelassenen Ärzte, noch im Interesse der Kliniker liegen kann. Der damit verbundene Aufwand an Dokumentation und Untersuchungen, der den einer Blutspendeeinrichtung deutlich übersteigt, wäre auch für viele Kliniken kaum durchführbar, und würde, wie auch eine Überregulierung für PRP, über das Ziel hinausschießen. Hier wird es erforderlich sein, im Interesse der niedergelassenen Zahnärzte und Ärzte rechtzeitig den Bestrebungen des AK Blut entgegenzuwirken. Anderenfalls darf nur noch der Transfusionsmediziner und der Heilpraktiker mit Blut arbeiten.

### *Fazit*

Bei PRP handelt es sich um ein sicheres autologes Thrombozytenkonzentrat, das lokal die Konzentration an Wachstumsfaktoren deutlich erhöht und damit die Weichgewebs- und Knochenregeneration verbessert. Geringere postoperative Schwellungen und Schmerzen sind zusätzliche angenehme Nebeneffekte für den Patienten. Die Wirkung der thrombozytären Wachstumsfaktoren auf die Weichgewebs- und Knochenheilung ist

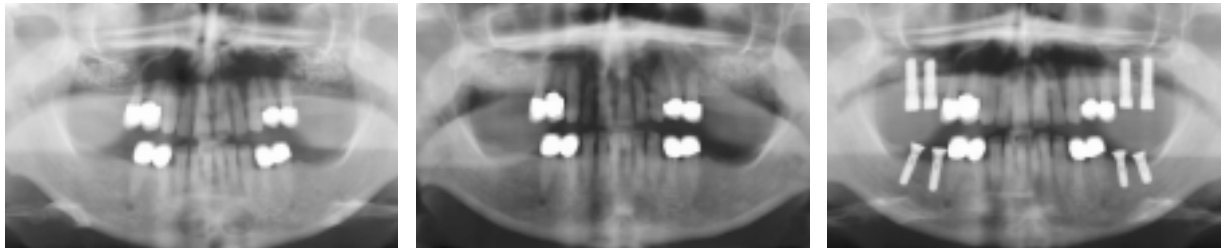


Abb. 1: Zustand nach Sinuslift, postoperative Röntgenkontrolle. – Abb. 2: Röntgenkontrolle nach ca. fünf Monaten postoperativ. Die Entnahmestellen am Kinn sind verheilt. – Abb. 3: Zustand nach der Implantatinserterion in allen vier Quadranten ca. sechs Monate postoperativ.

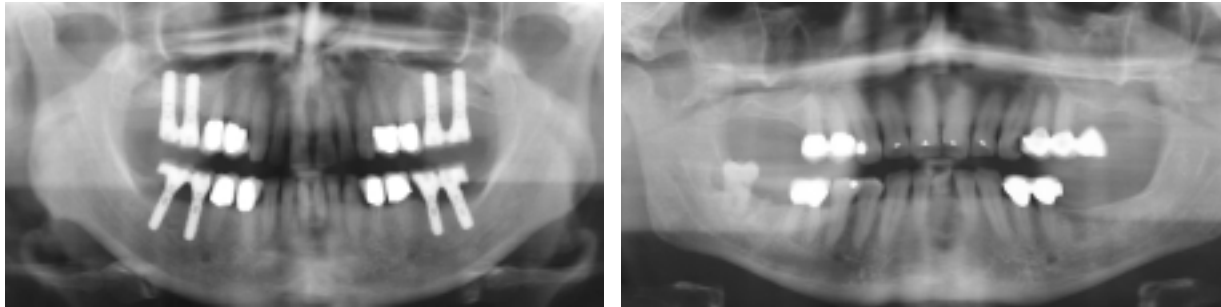


Abb. 4: Zustand nach prothetischer Versorgung, ca. ein Jahr nach der Sinusbodenelevation. – Abb. 5: Ausgangsbefund vor der Sinusbodenelevation im rechten Oberkiefer.

sowohl in Tier- als auch in Humanstudien wissenschaftlich belegt. Die Anwendung des Transfusionsgesetzes in vollem Umfang auf die PRP-Herstellung würde das Aus für den Einsatz in der Zahn- und Allgemeinmedizin bedeuten, wodurch dem Patienten eine wirksame und sichere Therapie vorenthalten würde.

Anhand von zwei ausgewählten repräsentativen Fallbeispielen soll die positive Wirkung von PRP auf die Knochenregeneration vorgestellt werden.

### Fall 1

Bei dieser Patientin wurde eine implantatgetragene prothetische Versorgung des Ober- und Unterkiefers auf enossalen Schraubenimplantaten geplant. Wegen des unzureichenden vertikalen Knochenangebotes in beiden Oberkieferseitenzahnbereichen wurde eine beidseitige offene Sinusbodenelevation in Lokalanästhesie durchgeführt. Da eine Primärstabilität der Implantate nicht zu erreichen war, wurde ein zweizeitiges Vorgehen gewählt. Als Augmentationsmaterial wurde ein Gemisch aus Cerasorb® (500–1.000 µm, curasan AG, Kleinostheim) und autogenem Knochen im Verhältnis 3:1 verwendet. Der autogene Knochen wurde intraoral mittels eines Trepanbohrers aus der Kinnregion entnommen. Das Gemisch wurde mit Blut aus dem Defekt und mit PRP ad modum (curasan) versetzt und in die Kieferhöhle eingebracht. Die Augmentationsgebiete wurden mit dem zuvor präparierten mit einer resorbierbaren Membran abgedeckt und speicheldicht vernäht. Überschüssiges PRP wurde zur besseren Wundheilung über die Wundränder geträufelt. Das postoperative Röntgenbild zeigt das Cerasorb®-Granulat in den Kieferhöhlen sowie die Entnahmedefekte

nach der Knochenentnahme mit einem 10-mm-Trepanbohrer deutlich (Abb. 1). Die primäre Wundheilung gestaltete sich unter perioperativer antibiotischer Abschirmung komplikationslos. Fünf Monate postoperativ ist in der Röntgenkontrollaufnahme bereits deutlich die Resorption des Augmentationsmaterials und die Ausbildung knöcherner Strukturen zu erkennen (Abb. 2). Im Oberkiefer wurden in Position 16, 17, 26 und 27 vier ITI-Implantate (Fa. Straumann) direkt im Augmentat platziert. Im Unterkiefer wurden vier ITI-Implantate in Position 36, 37, 46 und 47 in den ausreichend dimensionierten Alveolarkamm inseriert. Auch dieser Eingriff verlief völlig komplikationslos. Einen Monat nach Implantatinserterion ist im OPG die fortschreitende Resorption des Cerasorb® und die gleichzeitige Bildung von neuem ortsständigen Knochen zu erkennen (Abb. 3). Zu diesem Zeitpunkt zeigte das Knochenaufbaumaterial ein fast vollständiges Remodelling, sodass von einer Knochenneubildung im Sinne einer „Restitutio ad integrum“ gesprochen werden kann. Nach weiteren vier Monaten wurde dann die festsitzende rein implantatgetragene Suprakonstruktion eingegliedert. In der abschließenden Röntgenkontrolle ist das Knochenaufbaumaterial Cerasorb® nicht mehr erkennbar. Die Zunahme der vertikalen Knochendimension ist im Röntgenbild deutlich zu sehen (Abb. 4).

### Fall 2

Bei diesem Patienten war eine festsitzende prothetische Rehabilitation mit Extensionsbrücken durchgeführt worden (Abb. 5). Die funktionelle Belastung der Brücken verursachte bei dem Patienten jedoch mit der Zeit schmerzhaft Beschwerden im Bereich aller Pfei-

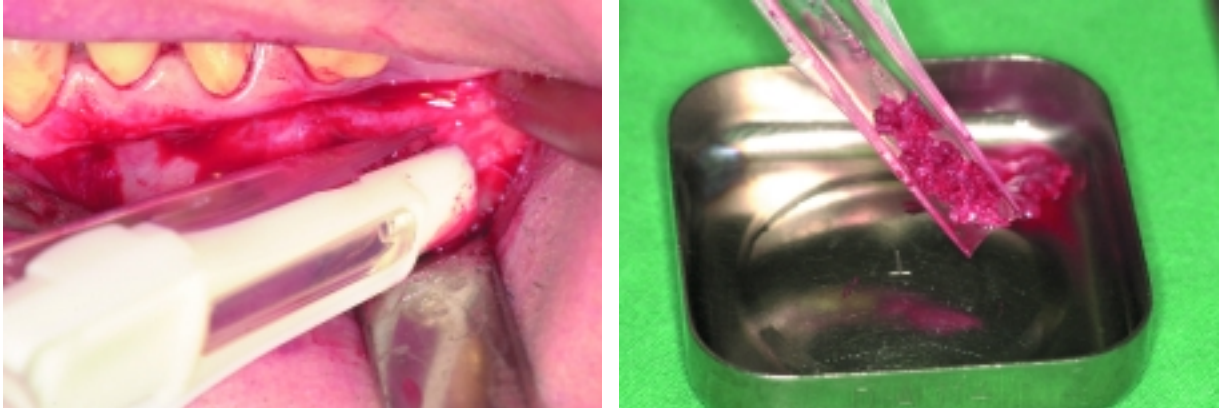


Abb. 6a und 6b: Einfache Gewinnung autogenen Knochens mit dem Safecraper®.

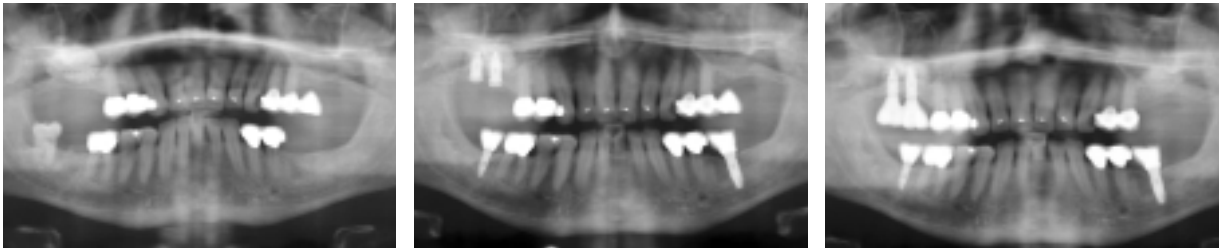


Abb. 7: Röntgenkontrolle nach Sinusbodenelevation mit Cerasorb®, autogenem Knochen und PRP. – Abb. 8: Zustand nach Insertion von zwei endossalen Implantaten in den augmentierten Bezirk in Regio 16 und 17. – Abb. 9: Zustand nach prothetischer Versorgung des rechten Oberkiefers und einer Sinusbodenelevation auf der linken Seite.

lerzähne. Für einen festsitzenden Zahnersatz bei Entlastung der Pfeilerzähne waren Implantatinsertionen in den Regionen 16/17, 36 und 46 erforderlich. Auf Grund des geringen Knochenangebotes in Regio 16/17 war eine Sinusbodenelevation zur Schaffung eines ausreichenden Implantatlagers notwendig. Die geringe Restknochenhöhe machte eine primärstabile Verankerung der Implantate unmöglich, sodass zu Gunsten eines zweizeitigen Vorgehens entschieden wurde. Als Augmentationsmaterial wurde ein Gemisch aus Cerasorb® und autogenem Knochen im Verhältnis 3:1 verwendet, dem Blut aus dem Defekt und perioperativ hergestelltes PRP zugegeben wurde. Der autogene Knochen wurde mittels eines Safecrapers® (curasan AG, Kleinostheim) aus dem linken horizontalen Unterkiefer-Ast gewonnen (Abb. 6). Nach Präparation der Sinushöhle wurde diese mit dem Augmentat gefüllt, mit einer nicht-resorbierbaren Membran abgedeckt und speicheldicht vernäht. Das überschüssige PRP wurde über die Wundränder geträufelt. Unter perioperativer antibiotischer Prophylaxe verlief die Wundheilung völlig komplikationslos. In Abbildung 7 ist die Kontur der mit dem Augmentationskomplex gefüllten Kieferhöhle deutlich zu erkennen.

Nach ca. sechs Monaten wurden zwei endossale Spline-Implantate (Centerpulse) in den augmentierten Bezirk inseriert. In der radiologischen Kontrolle ist die Resorption des Cerasorb® und die Ausbildung knöcherner Strukturen gut zu sehen (Abb. 8). Auch nach diesem Eingriff waren keine Wundheilungsstörungen zu beobachten. Zwischenzeitlich wurden im Unterkiefersei-

tenzahnbereich je ein endossales Spline-Implantat inseriert und nach einer Einheilungszeit von drei Monaten prothetisch versorgt. Nach weiteren vier Monaten Einheilungszeit wurden die beiden Implantate im Oberkiefer festsitzend prothetisch versorgt (Abb. 9). Das Cerasorb® ist vollständig resorbiert und durch vitalen Knochen ersetzt worden. Beide Implantate weisen optimale Festigkeit und Funktionalität auf. Im Zuge des gesamten implantat-prothetischen Konzeptes wurde in gleicher Art und Weise der linke Oberkiefer augmentativ vorbehandelt, sodass auch dort nach einer Abheilungszeit von rund sechs Monaten endossale Implantate eingesetzt und nach einer weiteren Einheilungszeit der Implantate von ca. vier Monaten festsitzend prothetisch versorgt werden können.

*Die Literaturliste kann in der Redaktion angefordert werden.*

**Korrespondenzadresse:**

Dr. Dr. Christian Foitzik

Dr. Dr. Oliver Findeisen

Dr. Hermann Staus

O.P.I. – Operatives- und Implantatzentrum

Nieder-Ramstädter-Str. 18–20, 64283 Darmstadt

Tel.: 0 61 51/2 66 44, Fax: 0 61 51/29 46 28

E-Mail: foitzik@t-online.de