

# Piezochirurgie: Neuer Schwung in der Oralchirurgie

Ist die Ultraschallchirurgie eine effiziente und sinnvolle Ergänzung zu den konventionellen, rotierenden und sägenden Chirurgieeinheiten? Die vorliegende Übersichtsarbeit soll Antwort auf diese Frage geben und das Indikationsspektrum der Ultraschallchirurgie anhand von Fallbeispielen erläutern.

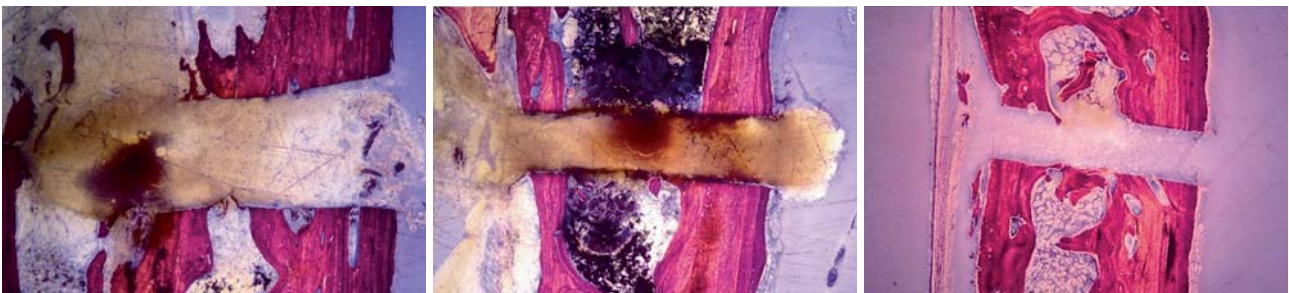
Dr. Bastian L.J. Schmidt, Prof. Dr. Dr. Knut A. Grötz/Wiesbaden

■ Eine Vielzahl „knochenabtragender“ Methoden steht heute zur Verfügung. Wenn dabei das Ausmaß des Knochenverlustes von untergeordneter Bedeutung ist, wie bei der konventionellen Osteotomie/Ostektomie, werden rotierende Fräsen bevorzugt. Bei der Gewinnung von Osteoplastiken oder bei der sog. Knochendeckelmethode als Zugang zu enossalen Befunden wird dagegen eine Minimierung dieses Knochenverlustes angestrebt. Hierfür sind grazile Arbeitsenden erwünscht, zu denen dimensionsreduzierte Fräsen und Sägen, z.B. oszillierende Sägen und Kreissägen und eben auch die Arbeitspitzen der Piezochirurgie zählen. Minimalinvasive chirurgische Operationstechniken realisieren eine Gewebeschonung im Allgemeinen (z.B. Vermeidung iatrogenen Verletzungen des Periostes), aber auch im Speziellen (Schonung des Nervengewebes oder der Schneider'schen Membran) und senken die Häufigkeit postoperativer Komplikationen. Um das Prinzip der Gewebeschonung im Knochen zu realisieren, müssen neben dem Einsatz graziler Fräsen, Sägen u. a. Arbeitsenden, weitere Kautelen beachtet werden, da diese oft mit dem Nachteil einhergehen, dass das Kühlmedium (NaCl-Lösung, Ampuwa® o. ä.) die tiefer gelegenen Areale der Osteotomie nicht erreichen. Stehende Tropfen auf einem dünnen Osteotomieschnitt, die dies makroskopisch zeigen, entstehen einerseits wegen der Oberflächenspannung (Dipol-Eigenschaften des Wassers), andererseits wegen der Zentrifugalkräfte von Kreissägen. Die daraus resultierenden Hitzeschäden des Knochengewebes können auch histologisch gezeigt werden (Abb. 1 und 2). Die Ultraschallfrequenz des Piezogerätes bewirkt einen laminaren Flüssigkeitsstrom, der das Kühlmedium selbst bei dicken Kortikalisschichten (z. B. Linea obliqua-Span) bis zum Ort des Knochenabtrages transportiert und da-

mit Hitzeschäden vermeidet (Abb. 3). Makroskopisch erkennt man bei Unterbrechen des Schneidevorganges, dass sich stehende Tropfen bilden, die sich bei Wiederbetätigung des Fußanlassers sofort auflösen. Auf struktureller und zellulärer Ebene schädigt die piezoelektrische Chirurgie den Knochen weniger als bisherige Systeme.<sup>2</sup> Derzeit kann kein anderes marktverfügbares System die beschriebenen Aufgaben erfüllen.<sup>1</sup>

## Die Grundprinzipien der Ultraschallchirurgie

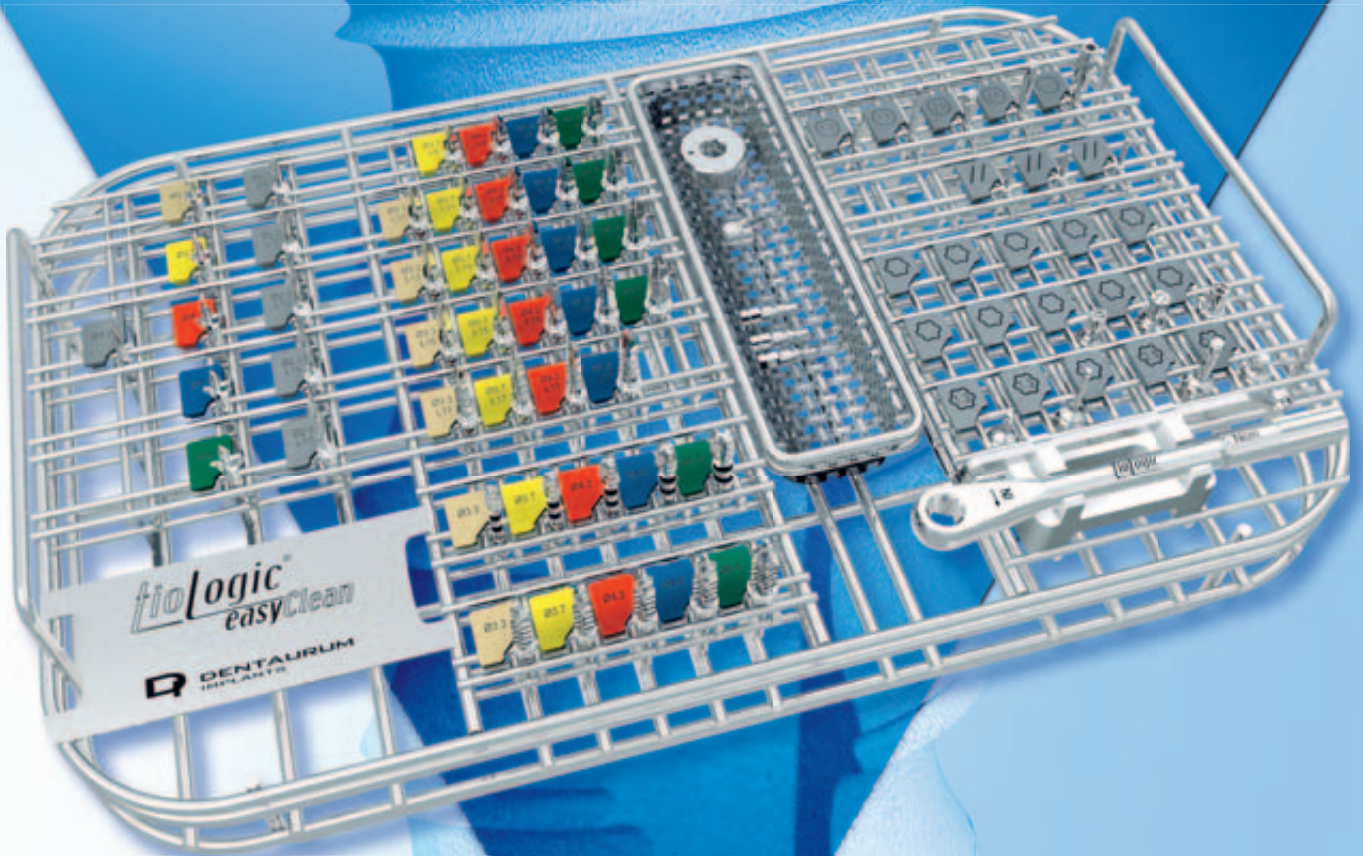
Das Piezosurgery®-Gerät (Abb. 4) basiert auf einer modulierbaren funktionellen Arbeitsfrequenz von 24 bis 29,5 kHz. Die physikalische Besonderheit ist der sogenannte „selective cut“. Dieser Frequenzbereich erlaubt eine gezielte Hartgewebspräparation unter gleichzeitiger Schonung der zu schützenden Weichgewebe, da für das Durchtrennen von Weichgewebe eine Frequenz von etwa 50 kHz erforderlich ist. Infolgedessen kann das Risiko der Verletzung anatomischer Strukturen bei korrekter Anwendung deutlich minimiert werden. Zur Hitzeentwicklung des umliegenden Weichgewebes kann es nur dann kommen, wenn die mechanische Energie nicht über Hartgewebsdurchtrennung abgeleitet wird, was bei korrekter Anwendung vermieden wird.<sup>22</sup> Auch eine rein mechanische Irritation weichgeweblicher Strukturen, bis hin zur Perforation, ist vorstellbar, sodass die allgemeingültige Empfehlung, unnötigen Kontakt mit diesen Strukturen möglichst zu vermeiden, nach wie vor gilt. Die Kühlung erfolgt über ein regulierbares Pumpsystem mit physiologischer Kochsalzlösung oder Ampuwa®. Um eine optimale Kühlung zu erreichen, wird die Spüllösung bei 4 °C im



**Abb. 1:** Thermische Läsion durch insuffizienten Kühlmediumtransport bei dünner Lindemannfräse. – **Abb. 2:** Thermische Läsion durch insuffizienten Kühlmediumtransport bei Knochensäge (Kreissäge). – **Abb. 3:** Keine thermische Läsion, aufgrund laminarer Strömung des Kühlmediums bei dünner Piezochirurgie.

*tiologic*®

*easyClean* Reinigen – ganz einfach



**Weltneuheit**

**Endlich möglich:**  
die maschinelle Aufbereitung des komplett bestückten Chirurgie-Tray



**Abb. 4:** Piezochirurgie®-Einheit (zweite Generation). – **Abb. 5:** Übersicht bestimmter Arbeitsspitzensets. – **Abb. 6:** Zweidimensionale oszillierende Bewegung, bestehend aus modulierbarer horizontaler Schwingung (60–210 µm) und modulierbarer vertikaler Schwingung (20–60 µm).

Kühlschrank gelagert.<sup>1</sup> Das Handstück kann mit verschiedenen Arbeitsspitzen (Abb. 5) zur Osteoplastik, Osteotomie und zur Separation von Weichgewebe vom Knochen, die bei den Fallberichten näher erläutert werden, bestückt werden. Die Arbeitsfrequenz der Instrumentenspitzen setzt sich aus der Überlagerung zweier Schwingungen zusammen: einer modulierbaren horizontalen Schwingung von 60 bis 200 µm und einer modulierbaren vertikalen Schwingung von 20 bis 60 µm<sup>1</sup> (Abb. 6). Durch das Zusammenspiel von Kühlmittelführung und den dreidimensionalen Ultraschallschwingungen wird das Blut stets von der Arbeitsspitze weggespült. Auf diese Weise wird eine intraoperative nahezu blutfreie Sicht ermöglicht. Diese sogenannte Kavitationswirkung der Ultraschallchirurgie ist ein Vorteil gegenüber oszillierenden Sägen, die den Blutfilm lediglich im Schnitt hin und her bewegen. Ein weiterer Vorteil, verglichen mit oszillierenden Sägen, ist der geringere Hub der Arbeitsspitze. Das Schneiden gelingt demnach sehr viel präziser und angenehmer für den Patienten. Bei konventionellen oszillierenden Knochensägen muss mit einem gewissen Anpressdruck gearbeitet werden, um das Instrument zu führen. Eine Erhöhung des Anpressdruckes führt fast linear zu einer Erhöhung der Abtragsleistung im Knochen. Die Piezochirurgie dagegen arbeitet mit höchstem Hartgewebsabtrag bei mittlerem Anpressdruck und mittelschneller, kontinuierlicher Bewegung, was einer physiologischen Instrumentenführung sehr nahe kommt. Auch dies erhöht die Präzision des Schnittes.<sup>1</sup> Kommt die Schwingung bei zu starkem Anpressdruck zum Stehen, erklingt ein Warnton, um Hitzeschäden am Knochen zu vermeiden. Der erfahrene Operateur lernt intuitiv, wie schnell welches Instrument mit welchem Druck über den Knochen geführt werden muss.<sup>1</sup> Zusammenfassend kann die Arbeitsleistung mehrfach durch folgende Faktoren moduliert werden:

1. Frequenz am Gerät (in engen Grenzen von 25–29,5 kHz)
2. Wahl der Arbeitsspitze
3. Anpressdruck
4. Translationsgeschwindigkeit.

### Einsatzmöglichkeiten/Indikationen der Piezochirurgie

#### a) in der dentoalveolären Chirurgie:

- Zahnentfernung unter Erhalt der Alveolenwand
- Wurzelspitzenresektion
- Retrograde Wurzelkanalaufbereitung und Abfüllung
- Nervschonende Weisheitszahnosteotomien
- Zysten-Operationen u.a. Osteolysen
- Freilegung palatinal retinierter Zähne

#### b) in der Periimplantologie:

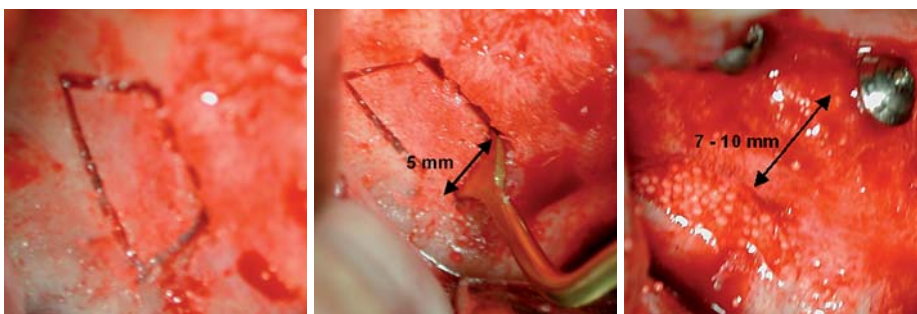
- Osteotomie und Osteoplastik
  - Gewinnung von autologem Knochen (Linea obliqua, Kinn, Chips)
  - modellierende Osteotomie
  - Kieferkammspaltung (Bone splitting)
- Sinusliftpräparation
  - Präparation von Knochenfenster
  - Ablösen der Schneider'schen Membran
- Nervfreilegung, Nervlateralisation
- Implantatbettauflbereitung

#### c) in der Parodontalchirurgie:

- Scaling von Wurzeloberflächen und Wurzelglättung
- Kronenverlängerungen

#### d) in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie

- Dysgnathieoperation
- Beckenkammtransplantat
- Gaumennahterweiterung.



**Abb. 7:** Schutz der Schneider'schen Membran durch „selective cut“ der Piezochirurgie. – **Abb. 8:** Piezochirurgische Präparation des miniaturisierten Knochendeckels für den Sinuslift. – **Abb. 9:** Simultane Sinuslift mit Implantation. Erhalt der dreidimensionalen Geometrie des lateralen Oberkiefers durch kraniale Lage des Knochendeckels.

## Ausgewählte Fallbeispiele aus dem oralchirurgischen Indikationsspektrum

### Die Sinusbodenelevation

Der sogenannte Sinuslift wird mittlerweile standardisiert im Rahmen einer intendierten Implantation zur Versorgung vertikal atrophierte Kieferkämme der posterioren Maxilla durchgeführt (vgl. Abb. 9). Heutzutage wird ein minimalinvasiver Zugang über ein laterales Fenster der vestibulären Kieferhöhlenwand vor der Crista zygomaticoalveolaris als Landmark angestrebt.<sup>10-14</sup> Die häufigste intraoperative Komplikation bei diesem Eingriff ist die Perforation der Schneider'schen Membran, die in der Literatur zwischen 14 und 56 Prozent unter Verwendung konventioneller rotierender Instrumente auftritt.<sup>3</sup> Das Risiko einer solchen Perforation ist bei der Präparation des an der Kieferhöhlenschleimhaut gestielten Knochendeckels sowie bei dem Ablösen der Membran von der Kieferhöhlenwand am höchsten. Im Falle einer Perforation kommt es häufig bei der weiteren Präparation zur Ruptur der Kieferhöhlenschleimhaut.<sup>1</sup> Die Unversehrtheit der Schneider'schen Membran gilt als entscheidendes Erfolgskriterium des Sinuslifts. Die selektive Schnitfführung der Piezochirurgie erleichtert die Präparation des Knochendeckels, ohne die daran gestielte Sinus Membran zu perforieren (Abb. 7). Abhängig von der Knochenstärke können mehrere Instrumentenaufsätze (genaue Bezeichnung des Herstellers mectron jeweils in Klammer) für die Knochendeckelpräparation verwendet werden. Die Abbildung 8 zeigt den Einsatz der Knochensäge (OT7), die sich effizient für die Osteotomie, des lateralen Zugangs eignet. Zusätzlich kann für die abschließende mikrometrische Osteotomie bis der Knochendeckel beweglich ist, das spezielle „Sinus Lift Osteotomie Instrument (OT1)“ verwendet werden. Für die initiale Elevation der Schneider'schen Membran von der knöchernen Unterlage gibt es den sogenannten „Sinus Membran Separator“-Aufsatz (EL1), der die Membran durch die Vibrationen des Ultraschallgerätes ca. zwei Millimeter zirkulär des Knochenfensters ablöst. Danach können die speziellen Sinus Membran Separatoren (EL2, EL3), die ebenfalls, erkenntlich durch die silberne Farbe, nichtscheidend sind, für die weitere Ablösung der Membran eingesetzt werden. Durch die Ultraschallschwingung und den hydropneumatischen Druck der Kühlmittelflüssigkeit wird die Elevation der Sinus Membran erleichtert. Je nach Vorliebe des Operateurs oder auch bei schwierigen anatomischen Voraussetzungen, z. B. bei Underwood-Knochensepten in der Kieferhöhle, kann es durchaus hilfreich sein, die Elevation der Sinus Membran mit konventionellen Handinstrumenten durchzuführen. Mithilfe der Piezochirurgie kann demnach die Erfolgswahrscheinlichkeit, die mit der Perforation der Sinus Membran einhergeht, deutlich erhöht werden. Anhand Literaturangaben reduziert sich die Perforationsrate auf ca. vier Prozent.<sup>4,5</sup> Die benötigte Zeit für die Osteotomie des Knochendeckels liegt bei ca. drei Minuten, die Elevation der Sinus Membran beansprucht durchschnittlich fünf Minuten Operationszeit.<sup>5</sup>



Abb. 10: Ätiologisch unklare Osteolyse linker Kieferwinkel. – Abb. 11: Zustand nach piezochirurgischer, osteoplastischer Revision mit Neurolyse und Neueinbettung des Nervs.

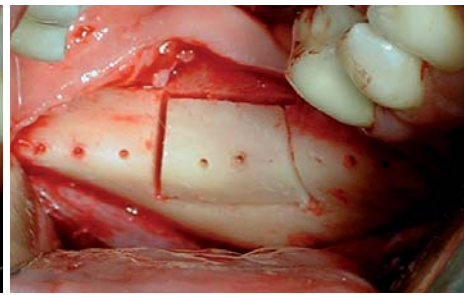
### Die Knochenblockentnahme

Die Transplantation kortikospongioser Knochenblöcke zur Kompensation von krestalen Knochendefiziten ist eine häufig durchgeführte Operation in der oralen Chirurgie. Die beiden häufigsten lokoregionären Spenderregionen sind die Linea obliqua im retromolaren Bereich der Mandibula und die Regio mentalis. Gerade bei begrenzter Donorregion (im Vergleich zur klassischen Beckenkammernahme) erhält die Minderung der Entnahmemorbidität durch grazile Osteotomieschnitte eine hohe Bedeutung (vgl. Abb. 13). Trotz schmaler Osteotomieschnitte muss die Entnahme unter ausreichender Kühlung erfolgen, um Hitzeschäden auf zellulärer Ebene zu vermeiden (vgl. Abb. 1 und 2). Daneben sind nervale Strukturen (Nervus alveolaris inferior und Nervus lingualis) im Bereich der Osteotomie potenziell gefährdet. Grundsätzlich müssen über eine ausreichende Zeit Mikrobewegungen des augmentierten Knochentransplantates vollständig vermieden werden, damit das Knochentransplantat nach Einlagerung in die Empfängerregion erfolgreich einheilen kann. Dies kann besonders gut durch Zugschraubenosteosynthesen erzielt werden. Am Beispiel eines Linea-obliqua-Spans können die Besonderheiten der Piezochirurgie verdeutlicht werden. Die mit geringer Varianz festgelegte Schwingungsamplitude der Instrumentenspitze, die optimale Kühlwasserzuführung und die selektive Schnitfführung lassen eine Traumatisierung anatomischer Nachbarstrukturen mit hoher Wahrscheinlichkeit vermeiden. Die Entnahme kann oft über kleinere OP-Zugänge erfolgen, mit dem Verzicht auf einen Entlastungsschnitt. Des Weiteren kann häufig auch auf eine separate Darstellung des Nervus mentalis bzw. des Nervus alveolaris inf. verzichtet werden.<sup>1</sup> Die Knochensäge (OT7) eignet sich für diese Span-Osteotomie. Für die kaudale Präparation ist das Anlegen einer Sollbruchstelle mit dem Schaber (OP1), der hierfür lediglich mit seiner Spitze angesetzt wird, ausreichend. Wie bei allen krestalen, insbesondere vertikalen Blockaugmentationen des Kiefers ist neben der Immobilisierung der Osteoplastik die sichere plastische Deckung zielführend für den Erfolg.

### Alveolar-Bone-Splitting

Die Indikation zur Kieferkammerspaltung besteht, wenn das Knochenangebot in der vertikalen Dimension ausreichend, jedoch in orovestibulärer Ausdehnung inadäquat für das Inserieren eines Implantates ist. Bei der Kie-

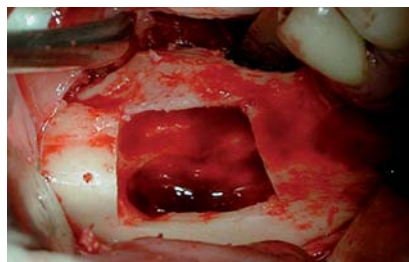
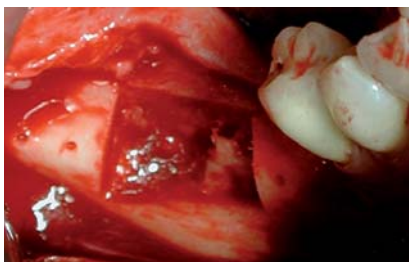
ferkammsspaltung wird die vestibuläre von der lingualen Kortikalis separiert und gedehnt, um das transversale Defizit auszugleichen. Auf diese Weise kann die Transplantation von autologem Knochen vermieden werden.<sup>6-9</sup> Konventionell werden bei dieser Technik rotierende Scheiben, Fräsen, Meißel und Osteotome verwendet. Die Vaskularisation bleibt auf beiden Seiten der Spaltung weitestgehend erhalten. Bei dem Einsatz von Knochenersatzmaterial wird dieses zirkulär von Knochen begrenzt und somit sind beidseitige Gefäßversorgungen, eine beidseitige Zellmigration und eine Vermeidung von Mikrobewegungen sichergestellt. Diese Konstellation ist ideal für die knöcherne Regeneration und die Wahrscheinlichkeit der bindegewebigen Reparatur ist reduziert. Komplikationen dieser Technik sind Quetschtraumen, Resorptionen und besonders bei mineralisiertem Knochen unerwünschte Frakturlinienverläufe der Knochenhälften. Es ist daher prognostisch günstig, das Periost am Knochen zu belassen. Im Falle einer Fraktur entspricht dies dann lediglich einer Grünholzfraktur, die nach Fixation mit Osteosyntheseschrauben in der Regel zu keinen weiteren Komplikationen, insbesondere keiner überschießenden Knochenresorption führt.<sup>1</sup> Durch die Eigenschaften der Piezochirurgie ist es möglich, nach minimalinvasivem Kieferkammschnitt mit der Knochensäge (OT7) eine atraumatische Osteotomie des Kieferkammes durchzuführen. Auch hierbei ergänzen sich wieder die Vorteile der grazilen Osteotomiespaltbreite, der laminaren Strömung des Kühlmediums bis in tiefe Gewebsanteile und der selektiven Schnittführung, falls in der Tiefe eine anatomische Nähe zum Canalis mandibularis besteht. Die weitere Aufdehnung erfolgt mit dem konischen nichtschneidenden Aufsatz (PP1). Die finale Aufbereitung erfolgt wie bisher mit Osteotomen und Meißeln. Durch den Einsatz der Ultraschallchirurgie wird das Frakturrisiko reduziert, da unter Schonung des vestibulären Periostes Entlastungsosteotomien nach lateral geführt werden können, die die zielgerichtete Verlagerung der vestibulären Kortikalis erleichtern. Diese Tatsache führt zur Indikationserweiterung der Kieferkammsspaltung sogar im weniger elastischen kortikalen Unterkiefer sowie bei hoch mineralisiertem Knochen.<sup>1</sup>



– **Abb. 12:** Vorbereiten und Anpassen der Osteosynthese. – **Abb. 13:** Piezochirurgische Präparation des Knochendeckels.

#### Gewinnung von autologen Knochenchips

In der Implantologie wird mithilfe von Knochenchips, im Sinne der Osteokonduktion, Raum für die spätere Knochenregeneration offengehalten. Durch das Einbringen der Knochenchips in die Empfängerstelle werden gleichzeitig Wachstumsfaktoren übertragen, als Basis der Osteoinduktion, mit dem Ziel die Knochenregeneration zu beschleunigen. Knochenchips stellen keine klassischen Knochentransplantate dar. Grund dafür ist das Absterben der verpflanzten Osteozyten aufgrund der initial fehlenden Blutversorgung. Die anschließende Knochenheilung geschieht durch Bone Remodeling, das heißt die augmentierten Knochenchips werden durch Resorptionsvorgänge durch Knochen ersetzt. Es besteht die einfache Möglichkeit, autogene Knochenchips bei der Präparation des Implantationsschachtes zu gewinnen. Der Nachteil dieser Bohrspäne liegt in deren zu rascher Resorption. Aus diesem Grund bleibt der Knochenheilung zu wenig Zeit und die Aufgabe der Osteokonduktion kann nicht ausreichend erfüllt werden. Die richtige Partikelgröße der Knochenchips ist der Schlüssel zum Erfolg. Knochenchips mit Partikelgrößen von ca. 500 µm haben eine ausreichende Verweildauer, die eine erfolgreiche Osteokonduktion gewährleisten.<sup>1</sup> Knochenchips dieser Dimension können durch die Aufbereitung mit Knochenmühlen erreicht werden. Diese Methode geht jedoch mit dem Nachteil einher, dass relativ viel Knochen in der Spenderregion geopfert werden muss. Zudem bleibt Knochenmaterial in der Knochenmühle zurück. Eine weitere Möglichkeit bietet die Ultraschallchirurgie: Die Instrumentenaufsätze OP1, OP2 und OP3 eignen sich für die Gewinnung autogener Knochenchips. Als Spenderregion erweist sich die Linea obliqua der Mandibula als leicht zugänglich und komplikationsarm in der Abheilung. Falls in direkter Nachbarschaft des Operationsgebietes ausreichend kortikale Knochenoberfläche zur Verfügung steht, können zur Vermeidung eines zweiten OP-Zuganges auch dort Knochenchips entnommen werden. Mit der richtigen Kombination aus Anpressdruck und



**Abb. 14:** Entnahme des Knochendeckels. – **Abb. 15:** Zustand nach enossaler Revision. – **Abb. 16:** Zustand nach Reposition und Osteosynthese des Knochendeckels.

Translationsgeschwindigkeit können auf einfache Weise und in relativ kurzer Zeit größere Knochenmengen in der notwendigen Korngröße gewonnen werden. Die Knochenspäne sammeln sich vor der Instrumentenspitze und können problemlos aufgenommen werden.<sup>20,1</sup>

### Weitere klinische Beispiele

Die folgenden klinischen Beispiele (Abb. 10 bis 16) sollen das Indikationsspektrum der Ultraschallchirurgie ergänzen und die Vorteile dieser Technik verdeutlichen. Abbildung 10 und 11 zeigen eine piezochirurgische Revision einer unklaren Osteolyse im Bereich des N. alveolaris inferior. Des Weiteren sind in Abbildung 12 bis 16 die Revision einer Osteolyse und eines enossalen Fremdkörpers (verbliebenes Wurzelfüllmaterial) erkennbar.

### Antwort auf die einleitende Frage des Artikels

Der Einsatz der Ultraschallchirurgie in der Oralchirurgie ist definitiv eine sinnvolle Ergänzung zu dem konventionell rotierenden bzw. oszillierenden Instrumentarium.

Die innovativen Vorteile der piezoelektrischen Chirurgie sollen in ihrer Gesamtheit noch einmal betont werden:<sup>15-19</sup>

- Die selektive Schnittführung mit Risikominderung für das Weichgewebe<sup>25</sup>
- Die chirurgische Präzision durch den mikrometrischen Schnitt, Minderung der Entnahmemorbidity<sup>26</sup>
- Die optimale intraoperative Sicht durch die Kavitationswirkung<sup>26</sup>
- Die laminare Kühlmittelführung bis in die Tiefe der Knochenpräparation; Vermeidung thermischer Schäden.

Für die Gewinnung von Linea-obliqua-Spänen, für Knochendeckelentnahmen bei ausgedehnten Zystektomien und tief liegenden Zahnosteotomien oder für kritische Wurzelspitzenresektionen an den Molaren im Unterkiefer in der Nähe des Nervus alveolaris inferior stehen diese Vorteile der Piezochirurgie ganz im Vordergrund. Gleiches gilt für die im Fallbeispiel ausführlich erläuterte Knochendeckelpräparation beim Sinuslift, da die sichere Schonung der Schneider'schen Membran zur Indikation der Piezochirurgie führt. Besonders vorteilhaft ist sie bei der atraumatischen, Alveolen erhaltenden Zahnentfernung, vor allem nach Verlust der klinischen Krone, wobei spezielle Arbeitssenden am Parodontalspalt angesetzt werden. Im Rahmen implantologischer Verfahren gewinnt auch diese Indikation mehr und mehr an Bedeutung. Das ständig steigende Angebot an neuen Arbeitsspitzen beflügelt die Erweiterung des Indikationsspektrums.<sup>23,24,27</sup> Die effektivste Abtragsleistung wird für die Piezochirurgie, im Gegensatz zu anderen knochenabtragenden Methoden (Fräsen, Sägen etc.), bei einem mittleren Anpressdruck und einer kontinuierlichen Translationsbewegung mittlerer Geschwindigkeit erzielt. Wichtig für den optimalen klinischen Einsatz dieser innovativen Technik ist deshalb die Tatsache, dass auch der geübte Chirurg sich eine Lernkurve zugestehen darf. Erfahrungen aus Hands-on-Kursen vermitteln allerdings, dass diese feinmotorische Lernkurve<sup>21</sup> in kurzem Zeitintervall erzielt wird. ■

### KONTAKT

#### Dr. med. dent. Bastian L.J. Schmidt

Klinik für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie der HSK Dr. Horst Schmidt Kliniken  
 Direktor: Prof. Dr. Dr. med. Knut A. Grötz  
 Ludwig-Erhard-Str. 100, 65199 Wiesbaden  
 E-Mail: b.schmidt-deidesheim@t-online.de  
 Web: [www.hsk-wiesbaden.de](http://www.hsk-wiesbaden.de)



## Zuverlässige Präzision

Das Navigator™ System –  
 Instrumente für die CT-geführte Operation

- **Tiefenspezifische Instrumente**  
 - Kontrollierte Präparation und Implantatinsertion
- **Übertragung des Implantat-Sechskants**  
 - Kontrolle über die Ausrichtung des Implantat-Sechskants zur Herstellung und Eingliederung provisorischer Restaurationen unmittelbar nach der Implantatchirurgie
- **Freie Software-Wahl**  
 - Open Architecture Kompatibilität für die freie Wahl zwischen führenden Planungssoftware-Lösungen und chirurgischen Schablonen verschiedener Hersteller
- **Geringe Bauhöhe der Komponenten**  
 - Mehrere Bohrerdurchmesser und -längen für mehr Flexibilität in der Chirurgie
- **Prächirurgische Provisorien**  
 - Verschiedene restaurative Optionen von provisorischen Einzelzahnversorgungen bis hin zu totalprothetischen Versorgungen



**NAVIGATOR™ SYSTEM**  
 FOR CT GUIDED SURGERY

BIOMET 3i Deutschland GmbH  
 Lorenzstraße 29 · 76135 Karlsruhe  
 Telefon: 0721-255 177-10 · Fax: 08 00-31 31 111  
 zentrale@3implant.com · [www.biomet3i.com](http://www.biomet3i.com)

Navigator is a trademark of BIOMET 3i LLC. BIOMET is a registered trademark and BIOMET 3i and design are trademarks of BIOMET, Inc.  
 ©2008 BIOMET 3i LLC. All rights reserved.