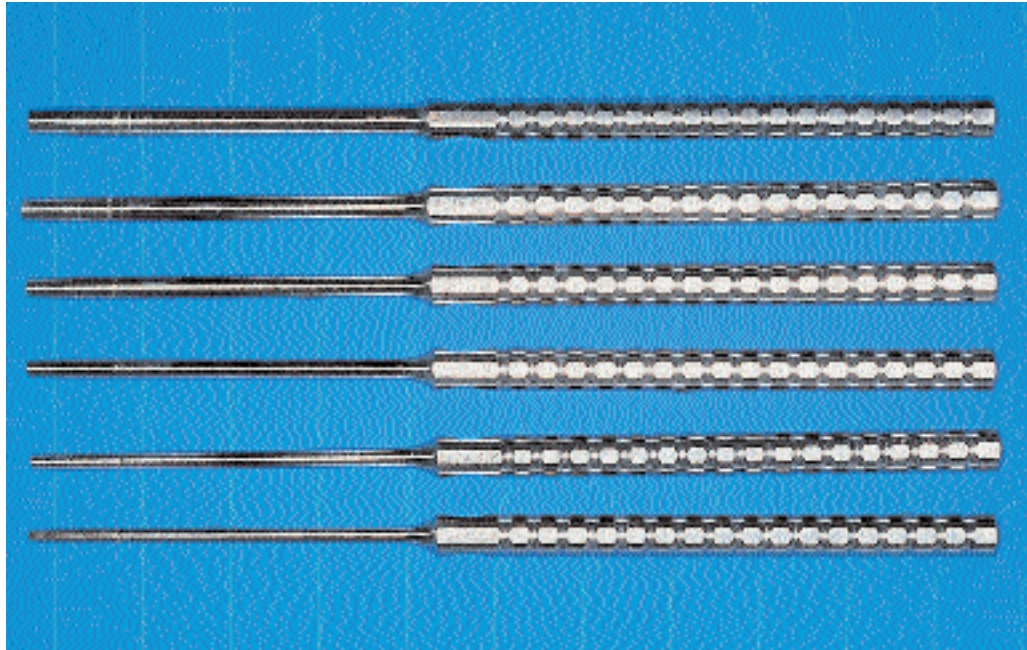


Der Einsatz modifizierter Osteotome zur Ausformung des Implantatlagers

Dr. Gerhard M. Iglhaut



Die Forderung nach einem stabilen, zirkulär vollständigen und ausreichend dimensionierten Knochenlager für osseale Implantate kann im weichen Knochen (Typ D3 - 4) mit herkömmlicher Bohrertechnik nicht vorhersehbar erfüllt werden. Mit der Osteotom-Technik wurden osteoplastische Verfahren entwickelt, mit denen die Knochenqualität (Verdichtung von ortsfestem Knochen) und -quantität (Kammverbreiterung in horizontaler und vertikaler Dimension) verbessert und eine ausreichende Primärstabilität der Implantate mit hoher Vorhersehbarkeit der Osseointegration gesichert werden konnte. Anhand von Fallbeispielen wird der Einsatz eines neuen Instrumentensets mit modifizierten Osteotomen dargestellt und diskutiert.

Nach dem erfolgreichen Einsatz ossealer Implantate in den letzten 30 Jahren, wurde die primäre Indikation im interforaminalen Bereich zunehmend auf alle Kieferregionen ausgeweitet. Bedingt durch quantitativ und/oder qualitativ reduziertes Knochenangebot kann ein stabiles, zirkuläres Implantatlager

von 0,75 - 1 mm, eine wichtige Voraussetzung für die Langzeitprognose, nicht immer erzielt werden (1, 2). Durch periimplantäre Knochendefizite wird das Verlustrisiko erhöht (3).

Anfang der 1990er Jahre konnten mit Einführung der GBR-Technik Kieferkammaugmentationen mit vorhersehbarem Erfolg vorgenommen werden (4).

Ergänzend stehen heute verschiedene osteoplastische Verfahren zur Verbesserung des osseären Implantatsitus zur Verfügung (5).

Neben der verfügbaren Knochenquantität scheint auch die Struktur des knöchernen Implantatlagers für den Langzeiterfolg von entscheidender Bedeutung zu sein. Eine deutlich erhöhte Mißerfolgsrate im OK-Seitenzahnbereich lässt mögliche Risiken im spongiosen Knochen vermuten (6, 7).

Die Standardmethode zur Präparation des Implantatbetts stellt das Ausschachten des Knochens mit Hilfe normierter Bohrer aufsteigenden Durchmessers dar (Drill-Technik).

Daraus resultiert ein gegenüber den Implantaten unterdimensioniertes Knochenlager, das nach dem Eindrehen von schraubenförmigen Im-



Abb. 1: Instrumentenset Osteotome gerade

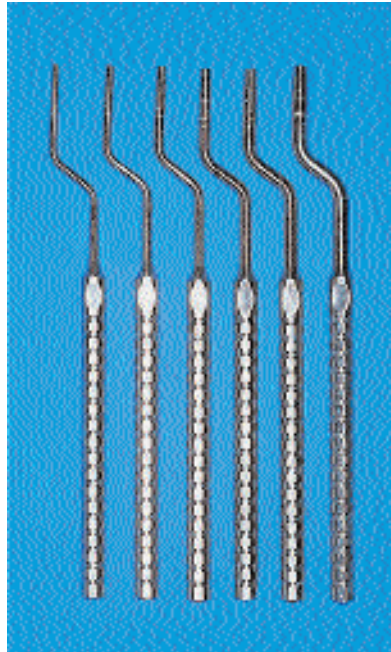


Abb. 2: Instrumentenset Osteotome abgewinkelt

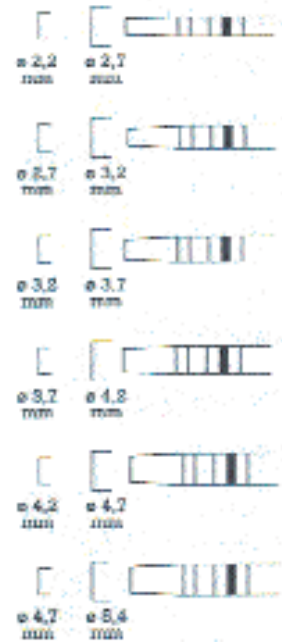


Abb. 3: Osteotom-Durchmesser



Abb. 4: Stempelfirmiges Arbeitsende der Osteotome



Abb. 5: Scharfkantiges, ringförmiges Arbeitsende von Osteotomen

plantaten durch Schneiden und Stauchen eine hohe Primärstabilität sichert (8). Zylindrische Implantate werden bei der Insertion eingeklopft und erreichen durch Klemmen und Stauchen des Knochens ausreichende Fixation (press fit). In weichem Knochen (Typ D3 - 4) stellt fakultativ insuffiziente Primärstabilität auch für den gebten Operateur bei beiden Implantatformen ein Problem dar. Mit der Einführung der Osteotom-Technik durch Summers konnte erstmals die Drill-Technik im weichen Knochen mit Erfolg er-

g-nzt bzw. ersetzt werden (9). Weiterentwicklungen dieses Instrumentensets verbesserten Handling und Therapiesicherheit (10, 11). Die folgenden Fallbeispiele demonstrieren den Einsatz eines neuen Instrumentensets zur quantitativen und qualitativen Verbesserung des knöchernen Implantatlagers.

Topographie und Einsatzmöglichkeiten von Osteotomen

Osteotome sind Handinstrumente, die vorwiegend im Bereich der posterioren Maxilla zu Erhalt und Umformung ortsnäher Knochen Verwendung finden.

Das eingesetzte Instrumentenset (Stoma, D-Emmingen-Liptingen) besteht aus einer 6-teiligen Instrumentenserie mit ergonomischem Handgriff (ähy-grip) und einem zylindrisch-geraden Arbeitsteil für die Front- und Prämolarenregion (Abb. 1). Eine zweite 6-teilige Instrumentenserie mit einem bajonettförmigen Arbeitsteil erleichtert den Zugang im Molarenbereich (Abb. 2).

Die Arbeitsenden sind durchgehend identisch geformt und verjüngen sich auf den letzten 8 mm konisch (Abb. 3).

Bei jeder Serie sind die runden Durchmesser so aufeinander abgestimmt, daß das Instrumentenende des folgenden Osteotoms in die Knochenkavität paßt, welche durch das vorige Osteotom geformt wurde.



Abb. 6: Pr-operative Situation regio 23 - 27



Abb. 7: Regio 24-27, pr-operatives OPT

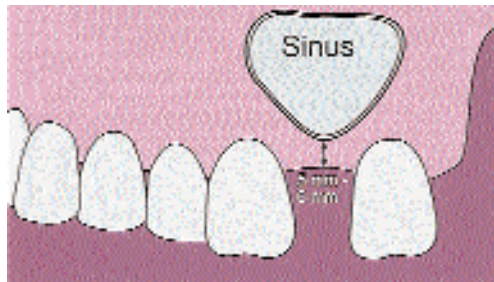


Abb. 8: Grafische OP-Darstellung



Abb. 9: Knöcherner Alveolarfortsatz nach Mobilisation eines Mukoperiost-lappens

Mit Osteotom-einsatz kann der Großteil ortsst-ndigen Knochens erhalten werden

Bonecondensation, Bone-spreading

Das entsprechend aufbereitete Knochenlager weist eine Unterdimensionierung von 0,2 - 0,5 mm gegen ber g-ngigen Implantatdurchmessern und -designs auf.

Eine sichere Prim-rstabilit-t wird beim Einbringen des Implantates durch Schneiden und/oder Stauchen des Knochens erzielt.

Eine markante Skalierung ermoglicht eine sichere Tiefenmessung w-hrend der Aufbereitung und entspricht g-ngigen Implantatl-ngen. Die Osteotome sind mit einem rechtwinklig abgeplatteten Arbeitsende versehen und verf gen ber eine zentrale Konkavit-t (Abb. 4). Im Gegensatz zu frontal schneidenden, ringfirmigen Osteotomen (Abb. 5) und Osteotomen mit konisch-konvexen Arbeitsenden minimiert dieses stumpfe Arbeits-ende die Gefahr von Rupturen der grazilen Sinusschleimhaut. Das stempelfirmige Arbeitsende bewirkt eine breitbasige Auflagefl-che am zu frakturierenden Sinusboden und erzeugt eine g nstige Druckverteilung.

Die Einsatzmoglichkeiten sind in D3- und D4-Knochenqualit-t universell, so daß verschiedene Arbeitsenden und Systeme von Osteotomen nicht kombiniert werden m ssen (10, 11).

Mit Osteotom-Aufbereitung kann der Großteil ortsst-ndigen Knochens erhalten werden: Spongier Alveolarknochen wird mit dem stempelfirmigen Arbeitsende durch moderate Hammerschl-ge nach lateral und frontal wegge-

dr ckt und dabei verdichtet (Bonecondensation).

Die stumpfe Lagerpr-paration sichert sogar im weichen Knochen ein kongruentes Implantatbett und hohe Prim-rstabilit-t unabh-ngig vom jeweiligen Implantatdesign.

Bestehen im Bereich des Alveolarkamms transversale Hartgewebsdefizite, kinnen mit Osteotomen Augmentationen minimal-invasiv durchgef hrt werden.

Bei einer Kammbreite von etwa 3 mm ermoglichen diese Instrumente eine Expansion auf 5 - 6 mm. Dabei wird der Knochen im Bereich der prospektiven Implantatposition mittels kegelfirmiger Instumente oder Knochenmeißel aufgespreizt und simultan der Implantatsitus mit den Osteotomen ausgeformt (Bonespreading).

Eine h-ufige Limitation fr Implantationen stellt in der posterioren Maxilla das durch die Kieferhohle eingeschr-nkte vertikale Knochenangebot dar.

Bereits ab einem vertikalen Knochenangebot

Bereits ab einem vertikalen Knochenangebot von 5-6 mm ist eine Kammererhöhung um 20-50% möglich

Vorteil für den Patienten: Reduktion postoperativer Beschwerden

von 5 - 6 mm ist eine Kammererhöhung um 20 - 50% möglich:

Mit vorsichtigem und geduldigem Osteotomeinsatz wird eine Fraktur des Sinusbodens erzielt und der Alveolarknochen mit intakter Sinusschleimhaut nach cranial verlagert. Der Zugang erfolgt so über die zukünftige Knochenkavität des Implantates (Osteotom-Sinusbodenelevation, Sinusbodenelevation mit crestalem Zugang, stumpfe Sinusbodenelevation). Im Gegensatz zur Sinusbodenelevation mit antralem Fenster bedeutet dieses Verfahren für den Patienten eine deutliche Reduktion postoperativer Beschwerden.

Chirurgisches Vorgehen

Kasuistik 1

Bei der 64-jährigen Patientin ist die Versorgung einer Einzelzahnlücke regio 26 mit einer implantatgetragenen VMK-Krone vorgesehen (Abb. 6).

Die Auswertung der prä-implantologischen röntgenologischen Diagnostik, basierend auf einem OPT, ergab ein vertikales Knochenangebot von 5 - 6 mm (Abb. 7 und 8). Mit Osteotomeinsatz soll eine stumpfe Sinuselevation (mit crestalem Zugang) durchgeführt und ein zylindrisches Implantat des Durchmessers 4,3 - 5,0 mm und der Länge 11 mm inseriert werden. Nach Lokalanästhesie (Ultracain DS-Forte, Hoechst, D-Frankfurt) wird ein vestibulär gestielter Mukoperiost-Lappen (Zahnfleischdistanzschnitt) mobilisiert und die Knochenstrukturen dargestellt (Abb. 9).

Um eine prothetisch geeignete Implantatachse zu

erzielen, wird eine OP-Schablone eingesetzt und die prospektive Implantatposition mit einem systemspezifischen, spiralförmigen Pilotbohrer (Durchmesser 2 mm, Camlog, Alta-tec, D-Wurmberg) markiert (Abb. 10 und 11). Die vertikale Aufbereitung der Knochenkavität erfolgt bis ca. 2 mm vor den Sinusboden. Die weitere Präparation des Implantatbettes erfolgt stumpf mit exakt aufeinander abgestimmten Osteotomen.

Primär wird das Osteotom Fig. 1 mit seinem stempelförmigen, konusförmig zulaufenden Arbeitende (Durchmesser 2,2 - 2,7 mm) in prophetisch korrekter Achsrichtung eingeführt und mit schwachen Hammerschlägen bis zum apikalen Stop (2 mm vor Sinusboden) vorangetrieben (Abb. 12 - 14).

Das Instrument wird anschließend durch Drehbewegungen zurückgezogen.

Die weitere Aufbereitung erfolgt konsekutiv mit Osteotomen ansteigender Durchmesser bis zur Knochentiefenmarkierung. Die perfekte Abstimmung der Instrumentendurchmesser ermöglicht einen geführten Aufbereitungsvorgang. Die Längsmarkierungen sichern ein kontrolliertes Vorantreiben des Arbeitendes nach apikal bzw. cranial.

Erst mit dem finalen Osteotom (Durchmesser 3,2 - 3,7 mm, Implantatdurchmesser 4,3 mm) wird die verdichtete Knochenstruktur mit dem Sinusboden in Form einer Grünholzfraktur bei intakter Sinusschleimhaut eleviert (Abb. 15 und 16). Dies erfordert ein sehr geduldiges, taktileres Vorgehen.

Anschließend wird in den Knochenschacht 2 - 3 mal Augmentationsmaterial (BioOss, Geistlich, CH-Wolhusen) mit dem entsprechenden Osteotom vorsichtig vorangetrieben und verdichtet (Abb. 17 und 18).

Die Endposition ist erreicht, wenn ein elastischer Widerstand spürbar ist.

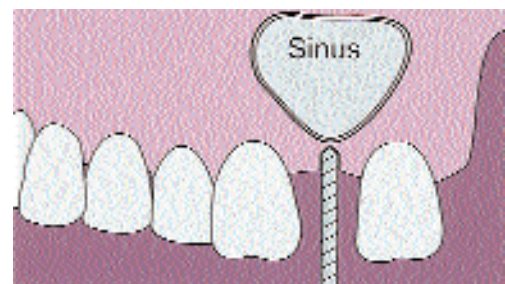


Abb. 10 und 11: Definition der Implantatposition mit Pilotbohrung ca. 2 mm vor Sinusboden

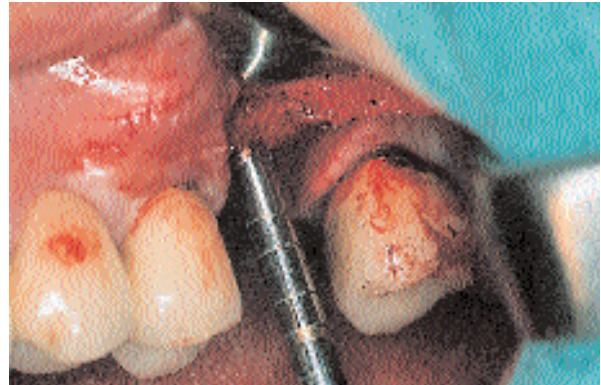
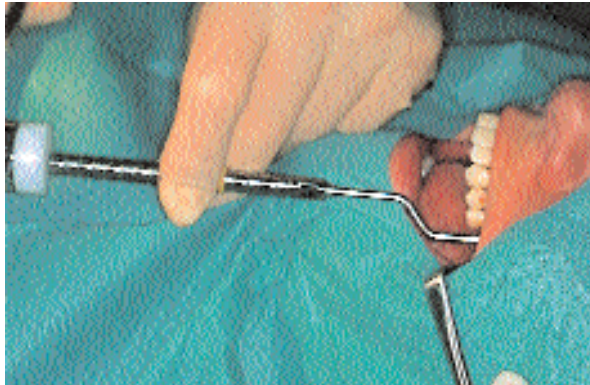
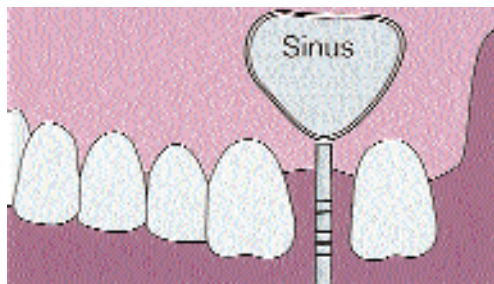


Abb. 12 bis 14: Einsetzen und Vorantreiben des Osteotoms 2,2 - 2,7 mm mit schwachen Hammerschlägen ca. 2 mm vor dem Sinusboden



In das aufbereitete Knochenbett (Abb. 19) wird dann ein zylindrisches 4,3 x 11 mm Implantat (Camlog Cylinderline-Implantat, Altatec, D-Wurmberg) durch Einklopfen inseriert (Abb. 20). Nach dem Verschließen des Implantates mit der Deckschraube wird ein speicheldichter

Weichteilverschuß vorgenommen. Die röntgenologische Kontrollaufnahme zeigt deutlich periimplantäres Augmentationsmaterial im Bereich der durchgeführten Sinuselevation mit scharfer, halbkugelförmiger Begrenzung (Abb. 21). Bereits nach 8 Monaten sind in der Röntgenaufnahme (Einzelzahnfilm) knochenähnliche Strukturen im Bereich des augmentierten Sinus sichtbar (Abb. 22).

Kasuistik 2

Die 26-jährige Patientin wünscht sich in regio 11 die Versorgung einer Einzelzahnücke mit einer implantatgetragenen VMK-Krone (Abb. 23). Nach präimplantologischer Diagnostik (OPG) soll ein zylindrisches Schraubenim-

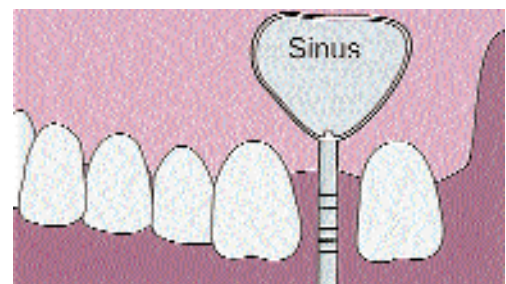
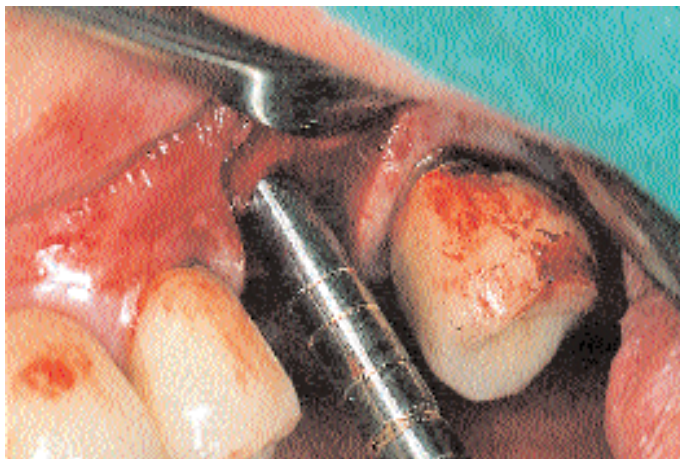


Abb. 15 und 16: Fraktur des Sinusbodens mit Osteotom 3,2 - 3,7 mm

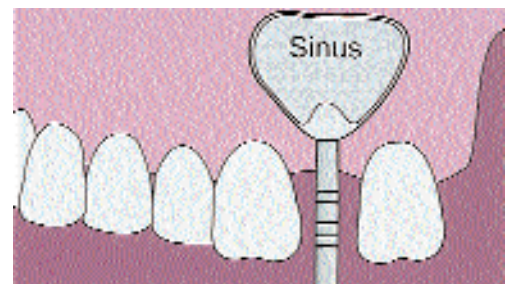


Abb. 17 und 18: Einbringen des Knochenersatzmaterials (BioOss, Geistlich) in die Knochenkavität und Kondensation nach kranial

Abb. 19:
Befund nach
Ausformung
der Knochen-
kavität
regio 26

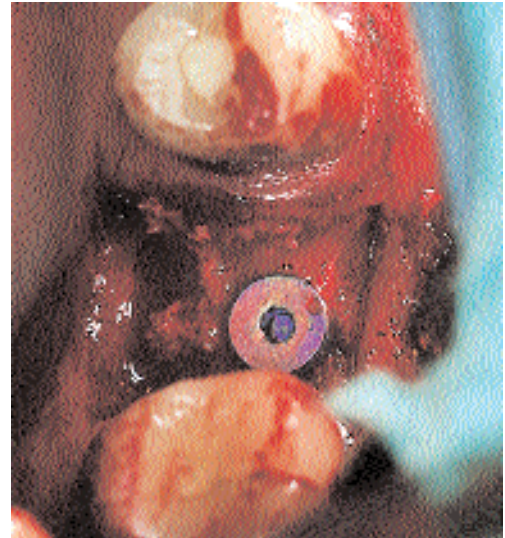
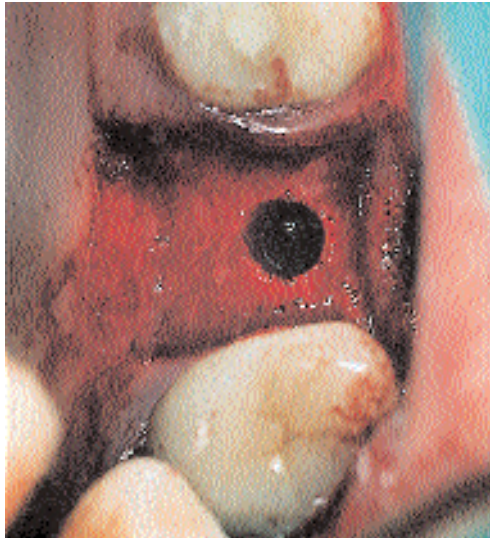


Abb. 20: Befund nach Insertion des Implantates (Camlog, Altatec) regio 26

Abb. 21:
Postoperatives
OPT regio
22-27. Periim-
plantäres Kno-
chenerersatz-
material
deutlich
sichtbar



plantat mit Durchmesser 3,3 - 3,7 mm und der Länge 13 mm mit stumpfer Knochenpräparation (Bonespreading) eingesetzt werden. Ähnlich wie im ersten Fall beschrieben, wird bis zur Pilotbohrung vorgegangen.

Bei einer crestalen Kammbreite von ca. 3 mm erfolgt unter Einsatz des Dilators 1 (linguovolarer Querschnitt) mit leichten Hammerschlägen eine Mobilisation der vestibulären Wand nach labial (Abb. 24).

Mit Hilfe des Dilators 2 (kegelförmiger Querschnitt) formt sich die Knochenwand zu einem Jugum aus (horizontale Aufbereitung/Abb. 25 und 26).

Die nachfolgende vertikale Aufbereitung wird mit Osteotomen durchgeführt (Abb. 27). Nach erhöhtem Knochenwiderstand in ca. 8 mm Tiefe wird der systemspezifische Spiralbohrer zur



Abb. 22: Situation regio 24-27 nach Eingliederung der Suprastruktur (VMK-Krone 26)

Abb. 23: Röntgenbefund
nach prothetischer
Versorgung des Im-
plantates 26



Abb. 24: Präoperative Übersicht regio 12 - 21

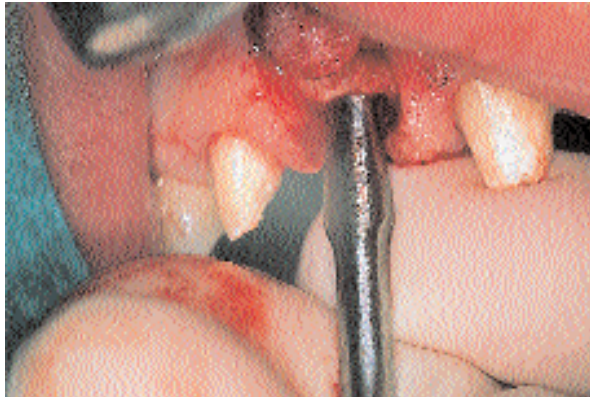


Abb. 25: Einsatz des Dilators 1 zur Aufweitung des Kieferkammes in transversaler Richtung in regio 11

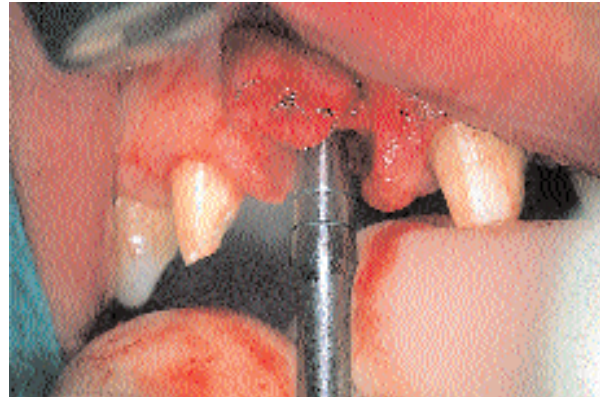


Abb. 26: Sukzessive Knochenkammerweiterung mit Dilator 2



Abb. 27: Befund nach Bonespreading regio 11

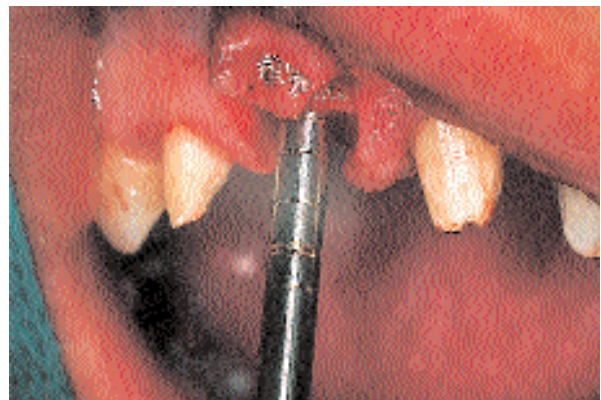


Abb. 28: Nachfolgende Ausformung des Implantatbettes mit Osteotom 1 (2,2 - 2,7 mm)

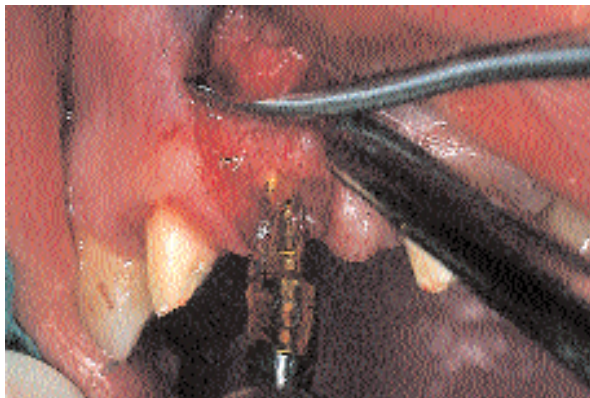


Abb. 29: Einsatz des Implantatbohrers bei lokal erhöhtem Widerstand in tiefen Alveolarknochenanteilen

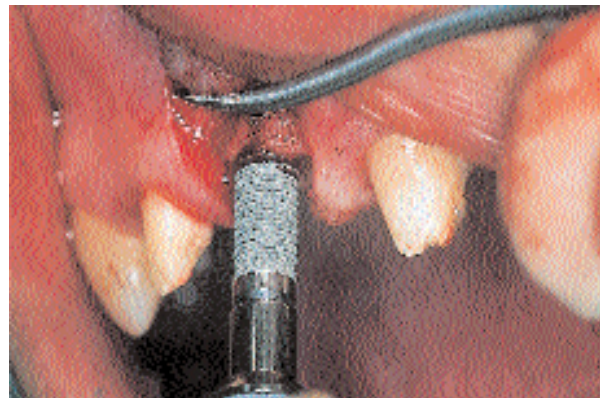


Abb. 30: Insertion eines zylindrischen Schraubenimplantats (Screw-Vent SBM Implantat, System Paragon, Sulzer Calcitek) in regio 11

Ausformung des Implantatbettes verwendet, was die weitere Aufbereitung mit Osteotomen ermöglicht (Abb. 28). Nach Einsatz des Osteotoms 2,7 - 3,2 mm wird mit langsamen Drehbewegungen ein zylindrisches 3,7 x 13 mm Schraubenimplantat (Screw-Vent SBM-Implantat, System Paragon, Sulzer Calcitek, Freiburg) inseriert (Abb. 29). Zur Erhaltung der gering frakturierten vesti-

bulären Knochenwand (Abb. 30) wird eine resorbierbare Membran (BioGide, Geistlich) über diesen Bereich gelegt und mit der Deckschraube fixiert (Abb. 31). Mikrochirurgisch wird final ein exakter und spannungsfreier Wundverschluss vorgenommen. 4 Monate post op wird die Suprakonstruktion eingesetzt (Abb. 32).

Diskussion

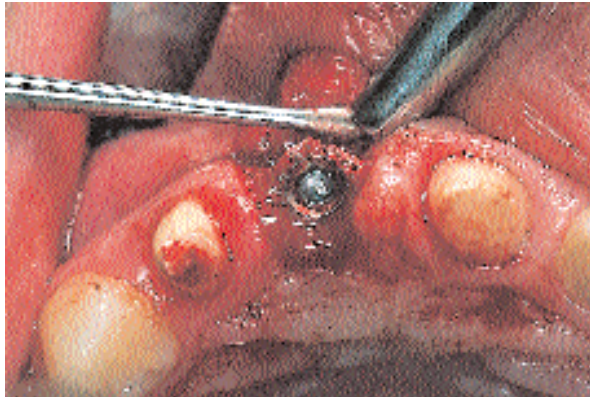


Abb. 31: OP-Situs nach Implantatinserktion mit periimplantären Knochenlager bei geringer Fraktur der vestibulären Knochenwand



Abb. 32: Einbringen einer resorbierbaren Membran (BioGide, Geistlich Biomaterials) zum Erhalt der vestibulären Knochenwand

Abb. 33: Postoperativer Röntgenbefund nach prothetischer Versorgung des Implantates (VMK-Krone) in regio 11



Abb. 34: Postoperativer Röntgenbefund nach prothetischer Versorgung eines konusförmigen Implantates (Tapered Screw-Vent SBM Implantat, System Paragon, Sulzer) in regio 16

Zur quantitativen und/oder qualitativen Verbesserung des knöchernen Implantatlagers wurden in der letzten Dekade verschiedene erfolgversprechende Methoden entwickelt. Sogar im problembehafteten Knochen der Qualität D4 nach Misch konnten Lösungsansätze aufgezeigt werden (12).

Neben strukturellen Adaptionen der Implantate (Veränderungen der Makro- und Mikrostruktur) werden methodische Adaptionen zur Implantation und während der Belastungsphase beschrieben.

Wird auf die Bohrer- und/oder Gewindepräparation zugunsten der stumpfen Präparation mittels Osteotome verzichtet, kommt es zur Verdichtung spongiosen Knochens.

Beim Eindrehen bzw. Einklopfen des Implantates zeigt sich ein erhöhter Widerstand, woraus eine höhere Primärstabilität resultiert. Summers erreichte mit dieser Technik eine Implantaterfolgsrate von 96% bei einer Funktionszeit von 18 Monaten (9).



Abb. 35: Postoperativer Röntgenbefund nach prothetischer Versorgung eines wurzelförmigen Implantates (Micro-Vent 2 HA Implantat, System Paragon, Sulzer Calci-tek) in regio 26

Glaser berichtet bei Patientengut mit ausschließlicher Prämolaren- und Molarenlokalisierung sowie Knochenqualität D3 - D4 bei einer Erfolgsrate von 93,6% bei durchschnittlich 18,3 Monate (14).

Langzeitstudien bei der Anwendung der Drilltechnik im Typ D4-Knochen hingegen best-

gen eine deutlich erhöhte Mißerfolgsrate. Dies bestätigt die Verbesserung des Implantatsitus durch Erhaltung und Verdichtung ortststündigen Knochens.

Die vom Autor vorgenommenen Modifikationen an den Osteotomie-Instrumenten dienen primär der Sicherheit des Therapieerfolges bei der stumpfen Sinusbodenelevation. Bei der Verwendung der Osteotome mit dem stempelartigen Arbeitsende konnte er in einem Beobachtungszeitraum von 28 Monaten bei 59 Implantatpositionen eine erfolgreiche Implantatinsertion ohne Ruptur der Sinus-schleimhaut durchführen.

Lediglich bei drei Patienten (= Implantatpositionen) kam es zu einer Ruptur, die eine Implantatinsertion verhinderte.

Dies entspricht einer Erfolgsrate von 95,2%. Der lange gerade Instrumentenschaft von Osteotomen kann in Abhängigkeit von der Mundöffnung des Patienten den Zugang im Bereich des ersten und zweiten Molaren erschweren oder unmöglich machen (14).

Eine Instrumentenserie mit bajonettartigen Arbeitsteilen sichert den Zugang auch bei eingeschränkter Mundöffnung.

Bonespreading-Systeme dienen der Spreizung von schmalen Kieferkammern im Bereich einer Implantatposition bei einer Mindestbreite von 3 mm (15).

Die kortikale Knochenwand wird in Knochen der Qualität D2 - D4 in vestibulo-lingualer Richtung verdichtet und prothetisch korrekte Implantatpositionen und -lager unter Ausformung eines Jugum alveolaris ausgebildet. Ungünstige Implantatachsen können verbessert bzw. korri-

giert werden.

Dies erscheint im ästhetisch anspruchsvollen Frontzahnbereich von großer Bedeutung. Der spongiöse Knochen wird zusätzlich im Sinne einer Bonecondensation verdichtet und ein zirkuläres, primär stabiles Knochenbett geschaffen. Langzeitstudien über drei Jahre bestätigten den Erfolg dieser Methode (16).

Im vom Autor beschriebenen Verfahren wird diese Methode mit zwei zusätzlichen Bonespreading-Instrumenten und den Osteotomen durchgeführt. Vorgehaltene Instrumente können auf ein Minimum beschränkt werden.

Geringe Frakturen werden mit resorbierbaren Membranen abgedeckt und somit unerwünschte Resorption oder Sequestrierungen der vestibulären Knochenwand verhindert.

Dieses Instrumentenset sollte universell einsetzbare Osteotome bei allen etablierten Implantatsystemen und -typen bieten.

Durch die leicht konische Form der Arbeitsenden über eine Länge von 8 mm wird eine Knochenkavität produziert, die selbst bei konischen bzw. wurzelfirmigen Implantaten eine hohe Primärstabilität auch im spongiösen Knochen sichert.

Die Durchmesserdifferenz zwischen Arbeitsende und zylindrischem Anteil der Osteotome beträgt nur 0,5 mm, weshalb sich beim Einklopfen eines Zylinderimplantates der apikale, randständige Knochenmehelos verdichten lässt (Abb. 21). Entsprechend problemlos lässt sich ein zylindrisches, konisches bzw. wurzelfirmiges Schraubenimplantat in ein stumpf präpariertes Knochenbett primär stabil inserieren (Abb. 32 - 34).

Ein Nachteil der stumpfen Aufbereitung ist das fr

Summary:



Endosteal implants require strong, circumferentially complete and sufficiently thick support bone. In soft bone (type D3 - 4), this requirement cannot be predictably met using conventional drilling techniques. With the osteotome technique, osteoplastic procedures have been developed with which the bone quality (compaction of local bone) and bone quantity (ridge extension in horizontal and vertical dimension) are routinely improved and adequate primary stability of the implants can be ensured with a high degree of predictability. On the basis of case studies, the use of a new instrument set with modified osteotomes is presented and discussed.

Résumé:



La technique traditionnelle par forets n'est pas apte à assurer de façon prévisible un support osseux solide, parfaitement circulaire et suffisamment épais pour les implants intra-osseux dans un os tendre (Type D3 < 4). La technique par ostéotomes a permis de mettre au point des méthodes ostéoplastiques capables d'améliorer dans les travaux de routine la qualité osseuse (consolidation d'os endogènes) et la quantité osseuse (largissement de la crête dans la dimension horizontale et verticale), et de garantir avec une grande prévisibilité une stabilité primaire suffisante des implants. Des exemples cliniques illustrent et expliquent l'emploi d'un nouvel équipement instrumental avec des ostéotomes modifiés.

Resumen:



La exigencia de un depósito óseo estable, circularmente completo y suficientemente grueso para implantes enosales, no puede cumplirse de modo previsible en el hueso blando (tipo D3 - 4) con las técnicas convencionales de taladro. Con la técnica del osteotomo se desarrollaron procedimientos osteoplásticos mediante los cuales la calidad ósea (densificación del hueso en un lugar determinado) y la cantidad ósea (ensanchamiento de las cristas en dimensión horizontal y vertical) puede mejorarse rutinariamente, pudiéndose asegurar una suficiente estabilidad primaria de los implantes con una elevada previsibilidad. Por medio de ejemplos se representa y discute el empleo de un nuevo juego de instrumentos con osteotomos modificados.

den Patienten unangenehme Klopfgeräusche, in seltenen Fällen wird über Spannungsgefühl bzw. leichten Kopfschmerz geklagt. Verglichen mit einer Sinuselevation mit antralem Zugang (laterales Knochenfenster), sind jedoch die postoperativen Beschwerden deutlich geringer. Aufgrund der atraumatischen Op-Technik ist die Akzeptanz der Patienten für die stumpfe Knochenpreparation als sehr gut zu bezeichnen.

Dr. Gerhard Iglhaut
Bahnhofstrasse 20, 87700 Memmingen

Literatur

1. **Tetsch P.**: Indikation und Erfolgsaussichten von endossalen Implantaten. Dtsch Zahn-rztl Z. 38: 111-114 (1983)
2. **Piesold J., Leonhard M.**: Morphometrische Untersuchungen des Alveolarfortsatzes vor der endossalen Einzelzahnimplantation. Z Zahn-rztl Implantol. 7:225-229 (1991)
3. **DÖHoedt B.**: 10 Jahre T-binger Implantat aus Frialit. Eine Zwischenbewertung der Implantatdaten. Z Zahn-rztl Implantol. 7:122 (1992)
4. **Buser D., Braegger U., Lang N.P., Nyman S.**: Regeneration and enlargement of jaw bone using guided tissue regeneration. Clin Oral Impl Res 1:22-32 (1990)
5. **Romanos G., Nentwig G.**: Osteoplastische Verfahren zur Verbesserung des Implantatlagers bei reduziertem Knochenangebot. Parodontologie. 3:201-213 (1997)
6. **Van Steenberghe D., Lekholm U., Bolender C., Folmer T., Henry P., Herrmann L., Higuchi K., Laney W., Lind'n U., Astrand P.**: The applicability of osseointegrated oral implants in the rehabilitation of partial edentulism: a prospective multicenter study on 558 fixtures. Int J Oral Maxillofac Implants. 5: 272-281 (1990)
7. **Jaffin RA., Bermann CL.**: The excessive loss of Brånemark fixtures in type IV bone: a 5-year analysis. J Periodontol. 62:2-4 (1991)
8. Brånemark P., Zarb GA., Albrektsson T.: Tissue-integrated Prosthesis: Osseointegration in Clinical Dentistry. Quintessence, Chicago (1985)
9. **Summers RB.**: A new concept in maxillary implant surgery: The osteotome technique. Compend Contin Educ Dent. 15:152-162 (1994)
10. **Gustmann J.**: Die Anwendung zweier verschiedener Osteotome zur Insertion rotations-symmetrischer Implantate im Oberkiefer. Dent Implantol 2, 3:164-171 (1998)
11. **Palti A.**: Atlas zu modernen augmentativen Maßnahmen in der Implantologie. Implantol J. 2:33-36 (1998)
12. **Wagner W., Kunkel M., Wahlmann U.**: Klasse-D4-Knochen-Diagnostik, Probleme und Lösungsmöglichkeiten für Implantate in einem sehr spongösen Knochenlager. Implantologie 2 :121-127 (1999)
13. **Friberg B., Jemt T., Lekholm U.**: Early failures in 4641 consecutively placed Brånemark implants: a study from stage I surgery to the connection of completed prostheses. Int J Oral Maxillofac Implants. 6: 142-146 (1991)
14. **Klauser R., Naef R., Sch-rer P.**: Die osteotomietechnik - eine alternative Aufbereitungsmethode des Implantatlagers in der posterioren Maxilla. Implantologie. 2:103-120 (1998)
15. **Nentwig GH.**: Knochenpreizung und Knochenkondensierung zur Verbesserung des Implantatlagers. Quintessenz. 47:7-17 (1996)
16. **Renner PJ., Romanos GE., Nentwig GH.**: Die Knochenpreizung bei der Implantation im reduzierten Alveolarfortsatz des Oberkiefers. Dtsch Zahn-rztl Z. 51:118-120 (1996)