

Systematisches Vorgehen bei der augmentierenden Therapie von Kieferdefekten

Mit der Ausweitung der implantologischen Therapieformen erlangt die Augmentation eine immer größere Bedeutung. So werden bei ca. 2/3 aller Implantationen heute irgendwelche augmentativen Maßnahmen durchgeführt (Tab. 1). War und ist eine vergleichende wissenschaftliche Beurteilung verschiedener Implantatsysteme nur schwer möglich, so trifft dies für augmentierende Verfahren in noch größerem Maße zu.

DR. DR. PETER A. EHRL/BERLIN

Der Grund liegt in der großen Vielfalt der Materialien, der Schnelligkeit des wissenschaftlichen Wandels und der im Vergleich zu den Methoden zu geringen Anwendungshäufigkeit in Frage kommender Behandler. Jeder noch so gut gemeinte Versuch prospektive Langzeitstudien durchzuführen, muss heute als vergeblich angesehen werden. Einzelstudien, die sich mit bestimmten Verfahren beschäftigen, folgen in der Regel nicht einem vorgegebenen Muster, das mehrere Einzelstudien vergleichbar macht. Diese Studien haben daher häufig eher anekdotischen Charakter. Dennoch kann man zum jetzigen Stand der Entwicklung – in vielen Bereichen im trial-and-error-Stadium – nicht auf diese Studien verzichten, in der Hoffnung auf dieser Erfahrung in Zukunft zu vergleichbaren Ergebnissen zu kommen. Heute erscheint es zunächst einmal interessant die trotz allem in der Breite vielfach angewandten Methoden in eine Systematik zu bringen, um dem Anwender eine Hilfe bei seiner Entscheidung für eine bestimmte Methodik zu geben.

Definition des Zieles

Zur Implantation wird ein bestimmtes Knochenvolumen benötigt, das in seinem Umfang bis heute nicht exakt definiert ist. Das benötigte Knochenvolumen hängt dabei vor allem von folgenden Parametern ab:

- Belastungsrichtung (Position im Zahnbogen)
- Belastungskraft (Kaukraft)
- Knochenqualität (D1–D4; Hounsfield-E.)
- Art der Implantatintegration (Oberflächenmakro- und mikrostruktur, Beschichtung)
- Intermaxilläre Distanz (Kronenlänge zu Implantatlänge)
- Art der prothetischen Suprakonstruktion.

Bereits diese Aufzählung nur der wichtigsten Parameter zeigt, dass es schwer ist klare Vorgaben im individuellen Fall zu geben, etwa dergestalt, dass in einem speziellen Fall ein Implantat mit einer bestimmten Länge, einem bestimmten Durchmesser und einer bestimmten Suprakonstruktion erforderlich ist. Hieraus würde sich dann ggf. die Forderung ergeben, bei Unterschreiten bestimmter Vorgaben zwingend eine Augmentation durch-

führen zu müssen. Bekanntlich ist dies heute nicht möglich.

MEFFERT wies nach, dass die Implantatlänge in direkter Beziehung zur Überlebensrate von Implantaten steht. Man kann demnach die allgemeine Forderung aufstellen, dass es immer angezeigt ist, das zur Verfügung stehende Knochenangebot optimal auszunutzen. Die Verfeinerung der diagnostischen Möglichkeiten durch 3-D-Diagnostik, 3-D-Implantatplanung und Navigation beruht ganz klar auf dieser Erkenntnis.

Aus dieser Entwicklung heraus ergibt sich derzeit die Tendenz durch besseres Ausnutzen der vorhandenen Knochenstruktur weniger zu augmentieren. Klar ist aber auch, dass hierdurch eine ungünstigere Implantatbelastung erfolgt, da zwangsläufig intermaxilläre Distanz größer, das Kronen-Implantat-Verhältnis ungünstiger und damit die Belastung im Bereich der Implantatdurchtrittsstelle höher ist. Letzteres kann langfristig zu einem früheren perpilasträren Knochenabbau und in der Folge früheren Implantatverlust führen. Wie kann man zu einer Aussage kommen, die über die Empirie hinausgeht, wann eine Augmentation erforderlich wird? Empirisch wird z. B. eine Mindestlänge von 8 mm, von anderen Autoren von 10 mm im interforaminalen Bereich bei entsprechender Mindesthöhe des Alveolarkammes gefordert. Dies gilt jedoch nur bei der Voraussetzung einer nachfolgenden Suprakonstruktion, deren Hebel nicht im Bereich der Schneidekanten ansetzt, sondern möglichst weit darunter, in der Regel noch durch eine Stegkonstruktion. Die früher häufig zitierte Forderung, dass 2/3 des Implantates im Knochen verankert sein müssen, lässt sich nicht durchgängig ausführen, wollte man nicht in fast allen Fällen augmentieren. Realistisch – doch nachzuweisen – dürfte sein, dass man bei überkronen Implantaten die Forderung aufstellen muss, dass mindestens die Hälfte der Implantatkronenlänge knöchern verankert sein muss. Das heißt, dass bei einem Unterschreiten dieses Wertes eine Augmentation zu fordern ist. In wieweit bei beschichteten Implantaten, die ja eine höhere Festigkeit aufweisen, ein Unterschreiten dieses Wertes möglich ist, sollte Gegenstand vergleichender Untersuchungen werden.

Stellt man nun dieses Postulat auf, so müssen auch die entsprechenden Längen gemessen werden. Bisher benutzte Implantatlehren erfüllten nicht die an sie gestell-

ten Anforderungen (u.a. von BRINKMANN, LAKOS, SEIDE et al., SPÖRLEIN et al.). In gewissem Umfang kann man mit dem Sägeschnittmodell Auskunft über die Knochenkonfiguration gewinnen (NENTWIG). Herkömmliche Panoramafilm- und Computertomografieaufnahmen ermöglichen diese Auswertung nicht, aber mit 3-D-Aufnahmen (CT oder VTG) ist dies heute mit einer ca. 10–15%igen Abweichung durchführbar. Die zu fordernde Genauigkeit bis auf Bruchteile eines Millimeters (die Angaben schwanken hier zwischen 1/10 und 3/10 mm) wird erst mit der Anwendung von Referenzkörpern erreicht, die während der Aufnahme in definierter Position eingesetzt werden und deren Werte anschließend auf eine Planungssoftware übertragen werden. Die Software schließlich überträgt die Werte entweder auf exakte Bohrschablonen (z. B. co-Diagnostix®, Med3D®) oder ein Navigationsgerät (z. B. denX®, Robodent®). Hierdurch ist man in der Lage sehr exakt Implantatposition (bis zu 1/10 mm) unter bestmöglicher Ausnutzung des Knochenangebotes und unter Berücksichtigung der intermaxillären Distanz und antagonistischer Bezahnung festzulegen. Keines der auf dem Markt befindlichen Softwareprogramme erlaubt jedoch bisher die Planung einer Augmentation. Abbildung 1 zeigt eine Darstellung, aus der die zu messenden Distanzen ersichtlich werden.

Es ist also erforderlich zunächst die Diagnostik so zu systematisieren, dass auf der Basis dieser Angaben die Notwendigkeit und die Art der Augmentation abzuleiten ist. Aus dem vorher Gesagten ergibt sich, dass das Knochenvolumen eine Fassung eines Implantatkörpers ermöglichen muss – und zwar vertikal und horizontal – der mindestens so lang sein muss wie die Distanz zwischen nutzbarem Knochenplateau und der angestrebten bzw. durch die Antagonisten vorgegebenen Kauebene.

Einteilung der Knochendefekte

Das Knochenangebot lässt sich sowohl hinsichtlich Qualität als auch Quantität beschreiben. An dieser Stelle geht es nur um die Quantität. MISCH und JUDY schlugen neben einer Klasseneinteilung anhand von 5 Klassen auch eine Unterteilung in 4 Divisionen (A bis D) vor, die das zur Verfügung stehende Knochenangebot beschreiben (A = hohes und breites Knochenangebot über ein kurzes Stück, B = hohes, aber schmaleres und längeres Knochenangebot, C = geringes Knochenangebot, D = fortgeschrittene Alveolarkammatrophie mit hohen Implantationsrisiken). Quantifizierbare Vorschläge fehlen in der Literatur.

Das Knochenangebot des Alveolarfortsatzes lässt sich am einfachsten folgendermaßen einteilen:

- I Höhe und Breite ausreichend
- II Höhe ausreichend, Breite nicht ausreichend
- III Höhe nicht ausreichend.

Weitere Unterteilungen sind denkbar, jedoch nicht entscheidungsrelevant für eine Augmentation. Abb. 2 zeigt die denkbaren Volumina.

Diese Einteilung erfordert nun weitere Definitionen: Wann ist eine Höhe bzw. Breite ausreichend? Bezüglich der Höhe kann auf das zuvor Gesagte zurückgegriffen werden: Minimal so hoch wie die Distanz zwischen nutzbarem Knochenplateau und der angestrebten bzw. durch die Antagonisten vorgegebenen Kauebene. Optimal sollte die nutzbare Knochenhöhe 2/3 der gesamten Implantat/Kronen-Länge ausmachen. Man könnte hier also im ersten Fall von einer Ib- und im zweiten Fall von einer Ia-Situation sprechen.

Die Breite muss differenziert je nach Implantatposition zu sehen sein. Je nach individueller Körpergröße sind hier drei Implantatdurchmesser zu berücksichtigen:

1. Großer Durchmesser im Oberkiefer für Regio 1, 3, 6, 7 und im Unterkiefer für Regio 3, 6, 7.
2. Mittlerer Durchmesser im Oberkiefer für Regio 2, 4, 5 und im Unterkiefer für Regio 4, 5.
3. Kleiner Durchmesser im Unterkiefer für Regio 1 und 2.

Die Durchmesser sind je nach System verschieden. Am Beispiel des Spline-Implantates würde für den großen Durchmesser 5 mm, für den mittleren 3,75 mm und für den kleinen 3,25 mm stehen. Für das Knochenvolumen bedeutet dies als Breitenangabe jeweils, dass zu dem jeweiligen Knochendurchmesser minimal 0,4 mm hinzu gerechnet werden müssen, damit im Bereich des Implantatdurchtrittes eine ausreichende Fassung des Implantatkörpers möglich ist. Also 5,4, 4,15 und 3,65 mm Knochenplateaubreite für die drei angenommenen Implantatgrößen. Diese Werte kann man bei exakter 3-D-Planung vor der Implantation prüfen (CT, VTG, Softwareprogramme). Da der Höhenabbau des Alveolar-knochens eine erhebliche Rolle für die Vorgehensweise und Prognose darstellt, ist auch hier eine Graduierung sinnvoll. Hierzu gibt es bereits mehrere Vorschläge. Von Bränemark stammt eine Einteilung, die insbesondere die Relation der antagonistischen Kiefer in Bezug auf deren Abbau setzt. Metrische Bezüge fehlen hier. Die Einteilung von CAWOOD und HOWELL hat sich am meisten durchgesetzt. Diese sieht sechs Stadien der Alveolarkammatrophie vor, wobei Stadium I den gesunden Zustand bei vorhandenen Zähnen beschreibt und Stadium 6 den völligen Verlust des Alveolarkammes bis auf den Basalbogen. Metrische Bezüge fehlen auch hier. Für die klinische, implantologische Planung haben wir diese Einteilung modifiziert, um aus der Einteilung heraus klinisch-therapeutische Konsequenzen ableiten zu können. Nachdem sich eine starke Vereinfachung auf eine hälftige Unterteilung der Atrophie als zu grob erwiesen hat, verwenden wir jetzt eine Drittelung:

- a. Alveolarkammhöhe entspricht mindestens 2/3 der ursprünglichen, an benachbarten Regionen nachvollziehbaren oder 2/3 der aus der intermaxillären Distanz errechneten optimalen Höhe.
- b. Alveolarkammhöhe entspricht 1/3 bis 2/3 der in 1 beschriebenen Höhe.
- c. Alveolarkammhöhe entspricht bis 1/3 der in 1 beschriebenen Höhe.

Tabelle 1 zeigt zusammenfassend die beschriebenen Merkmale des Alveolarkammabbaues auf.

Die Therapie der verschiedenen Alveolarkammdefektklassen

Mit der zuvor beschriebenen Einteilung der Defektklassen ist es nun möglich ein differenziertes Vorgehen zur Augmentation zu planen. Studiert man die Literatur so fällt auf, dass die unterschiedlichen Vorgehensweisen und Materialien erratisch zur Anwendung gelangen, je nach persönlicher Entwicklung, Vorlieben, Kenntnis sowie extrinsischen Motiven. Die Vielzahl und Unübersichtlichkeit der zur Verfügung stehenden Methoden wird es auch heute nicht erlauben absolute Planungssicherheit zu erlangen, doch soll versucht werden zumindest Rahmen für die möglichen Therapieformen vorzugeben.

Für eine Augmentation sind drei Voraussetzungen unabdingbar:

- Das Augmentationsmaterial muss sich in einem absolut stabilen und fixierten Raum befinden.
- Im Augmentationsbereich muss eine gute Durchblutung gewährleistet sein.
- Der Augmentationsbereich muss dauerhaft vor einer externen Kontamination geschützt sein.

Diese Voraussetzungen gelten unabhängig vom verwendeten Material. Für eine Augmentation benötigt man also ein Material, das am Ende der Therapie in körpereigenem Knochen resultiert sowie Materialien, welche die Stabilität des zu augmentierenden Raumes gewährleisten, und Materialien und/oder Techniken, die den Schutz vor einer Kontamination leisten können. Die Durchblutung des Augmentates muss ggf. unterstützt werden durch vollständige oder partielle Dekortikation unter dem Transplantat oder – bei großen Transplantaten – durch ein gefäßgestelltes Transplantat.

Die heute benutzten Knochenmaterialien sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Vergleichende Studien fehlen. Alle aufgeführten Materialien bzw. Methoden werden heute angewandt. Das autogene Knochentransplantat von extraoral, das lange als goldener Standard galt, wird heute differenzierter betrachtet. Der relativ hohe Zeit- und Kostenaufwand sowie die Risiken der Entnahmestelle (KÜBLER et al.) lässt es immer mehr in den Hintergrund treten. In den meisten praxisrelevanten Fällen ist eine implantatnahe Entnahme möglich (vgl. Abb. 3a und b). Die Methode der Distractionsosteogenese, die ebenfalls zu einer autologen Knochengewinnung führt, hat sich neben den bekannten Verfahren etabliert. Doch auch diese Methode ist nicht generell anwendbar und nicht ohne Risiken. Die zunächst mit großen Erwartungen versehenen „weichen“ Materialien wie z.B. die BMPs (bone morphogenetic proteins) oder in Zellkulturen gewonnenes Material (biotissue®, Abb. 4) werfen in der praktischen Anwendung noch logistische Probleme

auf, sodass ihnen bis heute nicht die eigentlich erwartete Bedeutung zukommt. Für diese Materialien ist es besonders wichtig, dass für sie ein geschützter Raum geschaffen wird, z. B. mit festen Folien. Die Anwendung in weitgehend geschlossenen Räumen (Zysten, rezessus alveolaris sinus max.) steht daher hier im Vordergrund. Die Tendenz zu einer schnellen Therapie lässt auf diese Verfahren immer dann verzichten, wenn es ein einzelnes schnelleres Verfahren gibt.

Dies ist auch der Grund, weshalb allogene und xenogene Materialien mehr in den Vordergrund treten. Die während der BSE-Krise zu bemerkende Zurückhaltung bei xenogenem Material ist heute wieder etwas zurückgegangen. Alloplastische Materialien werden ebenfalls aus diesem Grund häufiger angewandt, was nachweislich auch ohne Zusatz allogenen oder xenogenen Materials funktioniert. Der Zusatz von Eigenblut – in der Regel venös entnommen – ist bei den „trockenen“ Materialien heute Standard. Ob die zusätzliche Aufbereitung des Blutes durch Gewinnung einer thrombozytenreichen Fraktion („PRP“) dauerhafte Vorteile für das Regenerat bedeutet ist noch nicht erwiesen. Immerhin scheint man hierdurch den Umbauprozess der Knochentransplantate beschleunigen zu können (WILTFANG et al.).

Stabilisierung des Augmentates

Zur Stabilisierung des Augmentates werden heute i. d. R. Mini- und Mikroosteosynthese-Systeme benutzt, Osteosyntheseschrauben, -platten und Titanetze. Für alle Systeme gilt: Je weniger stabil das Transplantatmaterial und je größer die Gefahr der Mobilisierung des Augmentates ist, desto stabiler muss es befestigt und geschützt werden. Eher starre Materialien wie z.B. Titanetze oder Folien (Abb. 8) sind daher weichen Membranen immer dann überlegen, wenn eine Membran bei von außen einwirkenden Kräften die Formstabilität des Augmentates nicht schützen kann. Resorbierbare Folien neigen eher zum Kollaps als nicht resorbierbare und vermindern daher das Operationsergebnis (WILTFANG et al.). Dort, wo das Problem der Raumstabilisierung nicht im Vordergrund steht, wird man eher auf Membrane wegen des einfacheren Handlings ausweichen. Langsam resorbierbare Membrane werden hier bei Knochenaugmentaten bevorzugt (Abb. 9).

Zum Schutz vor Kontamination sind – vor allem im Unterkiefer – sorgfältige Nahttechniken erforderlich, nach Möglichkeiten in Schichten mit zusätzlichen Haltnähten neben dem Wundrandverschluss. Sollte dennoch eine Nahtdehiszenz befürchtet werden, haben sich dichte Abdeckungen bewährt, z. B. durch nichtperforierte Titanfolien oder Membrane (z. B. Cytoplast®).

Welches Vorgehen bei welchen Voraussetzungen?

Im ersten Abschnitt wurden die unterschiedlichen Voraussetzungen des verbliebenen Restknochens be-

schrieben und systematisiert. Im zweiten Abschnitt wurden die möglichen Methoden beschrieben. Im Folgenden soll versucht werden, die Ausgangssituation mit der jeweils günstigsten Methode zu verbinden.

In Klasse II, bei der nur die Breite nicht ausreicht, kann in der Regel einzeitig vorgegangen werden, d. h. Augmentation und Implantation. Bei gering verminderter Breite des Alveolarkammes bis ca. 1/3 der Breite kann mit einfachen Mitteln eine Verbreiterung erreicht werden. Häufig genügt hier das Aufdehnen der lingualen und bukkalen Lamelle („spreading“). Gelingt dies nicht, so kann der bukkale Bereich des inserierten Implantates mit einem Knochenersatzmaterial (z.B. gesammelter Eigenknochen aus dem Implantatbett, auto-, allo-, xenogene oder alloplastische Granula) bedeckt und mit einer durch die Abdeckschraube des Implantates befestigten Membran geschützt werden. Ist der Alveolarkamm noch schmaler wird ein „bone splitting“ durchgeführt, bei besonders schmalen Kiefer mit völligem Lösen der bukkalen Lamelle von der Basis, Umdrehen und Befestigen mittels Osteosyntheseschrauben („reversed bone splitting“). Sobald eine absolute Kieferkammerhöhung durchzuführen ist, wird ein zweizeitiges Vorgehen empfohlen. Hier wird vor allem das autogene Knochentransplantat und die Knochendistraktion angewandt. Wegen der Belastung der Patienten, der längeren Behandlungsdauer, ITN, postoperativer Gehbehinderung und möglicher Komplikationen am Entnahmeort ist die ambulante Anwendung von Knochenersatzmaterialien der stationären Beckenkammernahme überlegen (KÜBLER et al.). Sofern der Knochen möglichst ortständig gewonnen werden kann, sollte dies bevorzugt werden. Das bedeutet, dass z. B. für den seitlichen Unterkiefer das Material aus dem aufsteigenden Ast und für den Frontzahnbereich mental entnommen wird.

Eine Sonderstellung nimmt der seitliche Oberkiefer ein, da durch die Sinuselevation eine absolute Kieferkammerhöhung in die Mundhöhle hinein vermieden werden kann, die Knochenrekonstruktion geschützt und für den Patienten komfortabel in der Nebenhöhle vorstatten geht (Abb. 10). Dieses Vorgehen entspricht auch eher dem mit „bone packing“ beschriebenen Vorgehen (ISO/TC 106/SC8 N64) als einer Augmentation oder Regeneration. Hier werden heute insbesondere allo- und xenogener Knochen sowie alloplastisches Material angewandt. Das Einsetzen von BMP oder aus Gewebekulturen gewonnenes Material ist hier auch leichter möglich, doch wird man hier auch häufiger zweizeitig vorgehen als dies bei Benutzung von festem Knochenmaterial nötig ist. Autogener Knochen wird hier nur noch selten angewandt.

In Tabelle 4 ist das zuvor beschriebene Vorgehen graphisch zusammengefasst. Sicher ist in jedem Fall auch in der Zukunft individuell nach der besten Lösung zu suchen und nicht alles lässt sich in Regeln fassen. Durch eine Systematisierung kann jedoch besser eine Vergleichbarkeit und in Zukunft Verbesserung der Vorgehensweisen erreicht werden.

Literatur

- Arzt, T., Maschtowski, J., Merten, H.-A., Wimmer, F., Schmidt, K.-H.: Sinuselevation durch Osteogenese mittels eines osteoinduktiven Proteinkomplexes. *Z Zahnärztl Implantol* 12 (1996), 5.
- Bränemark et al.: Gewebeintegrierter Zahnersatz – Osseointegration in klinischer Zahnheilkunde. Quintessenz Verlag, Berlin 1985.
- Cawood, J.I., Howell, R.A.: A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 17, 232 (1976).
- Delnon, H.P.: Dokumentation der enossalen Implantate aus der Sicht des Praktikers. *WISS DENT* 6, 7/8, 48 (1985).
- Ehrl, P.A., Foitzik, Chr., Strietzel, F.P.: Grundlagen der implantologischen Diagnostik und Planung, in: *Implantologie in der zahnärztlichen Praxis*, Band I: Grundlagen, Brinkmann, Anke Verlag Oldenburg, 1999.
- Fox, B.: Simplant – An interactive simulation program for dental implants. *CSI Newsletter* Vol. 2, 1992.
- Jacobs, K.: Computer-Tomographie in der Implantologie, Grundlagen der CT-Technik. *DGZI-intern*, 5, 9/10 (1995).
- Kloss, F.R., Neukam, F.W.: Rekonstruktive Knochenchirurgie. *Z Zahnärztl Implantol* 15 (1999), 33.
- Kübler, N.R., Betz, T., Kübler, M., Reuther, J.F.: Autogener Beckenkamm versus AAA-Knochen bei der Sinus-Lift-Operation. *Z Zahnärztl Implantol* 14 (1998), 136.
- Lakos, G.: Neuartiges Osteometer - Münchner Modell. *Z Zahnärztl Implantol* VII, 268–270 (1991).
- Pröbster, L., Freesmeyer, W.B.: Das Fernröntgenseitenbild in der präimplantologischen Diagnostik. *Z Zahnärztl Implantol* V, 155–161 (1989).
- Schramm-Scherer, B., Behneke, N., Reiber, Th., Tetsch, P.: Röntgenologische Untersuchungen zur Belastung von Implantaten im zahnlosen Unterkiefer. *Z Zahnärztl Implantol* V, 185–190 (1989).
- Seide, M., Sümrig, W.: Zur sicheren Positionierung der Implantatpfiler unter Berücksichtigung eines ausreichend dimensionierten Implantatlagers. *Z Zahnärztl Implantol* VIII, 185–187 (1992).
- Spörlein, E., Mrochen, N., Tetsch, P.: Entwicklung einer zweidimensionalen Schieblehre (Mainzer Modell). *Z Zahnärztl Implantol* 2, 277 (1986).
- Stimmelmayer, M.Ch., Paulus, G.W.: Mikrotitanetze bei Knochentransplantationen im Rahmen von ein- und zweizeitigen Einzelzahnimplantationen, *Z Zahnärztl Implantol* 14 (1998), 65.
- Stockham, Ch., Goodenough, D.: Quantitative Computerized Tomography System U.S. Patent #5.068.788 to C.S.I.
- Wiltfang, J., Merten, H.-A., Schäfers, F., Reichmuth, H., Peters, J.H.: Vergleichende Untersuchung zur gesteuerten Knochenregeneration mit absorbierbaren und permanenten Folien. *Z Zahnärztl Implantol* 13 (1997), 159.
- Wiltfang, J., Schlegel, K.A., Zimmermann, R., Merten, H.A., Kloss, F.R., Neukam, F.W., Schultze-Mosgau, S.: Beurteilung der Knochenreparation nach kombinierter Anwendung von Platelet-rich-plasma und Knochenersatzmaterialien im Rahmen der Sinusbodenelevation. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift* 57 (2002), 38.

Korrespondenzadresse:

Dr. Dr. Peter A. Ehrl

Alt-Moabit 98

10559 Berlin

E-Mail: peter.ehrl@dgn.de

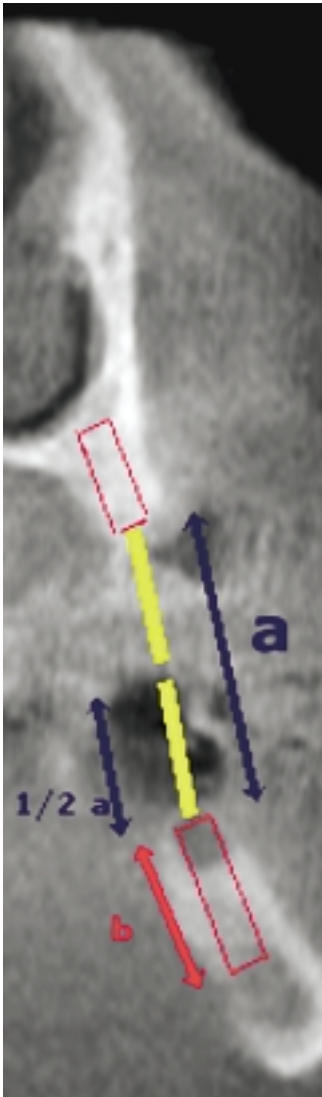


Abb. 1: Ausschnitt aus Volumetomogramm: a = intermaxilläre Distanz, b = verfügbare Knochenhöhe, b muss mindestens $1/2 a$ sein.

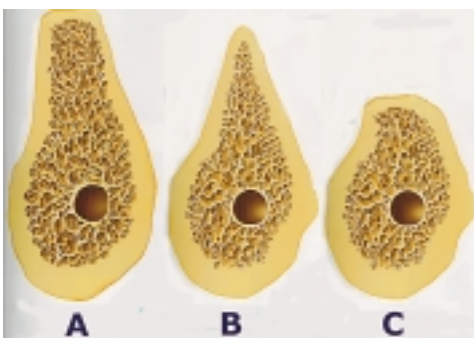


Abb. 2: Implantatvolumina.

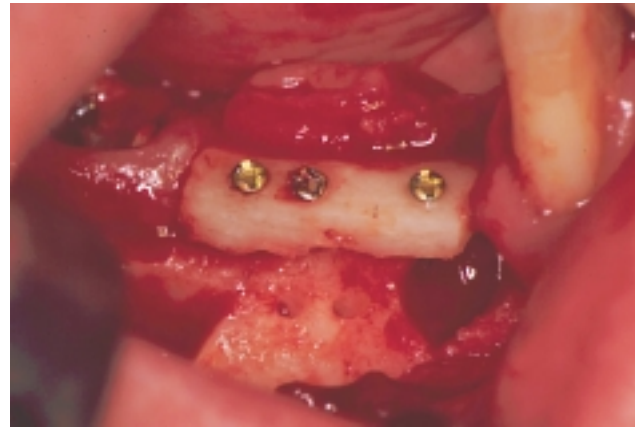


Abb. 3a: Autogenes Knochentransplantat aus dem aufsteigenden Ast. Man kann noch den Rand der Entnahmestelle erkennen.

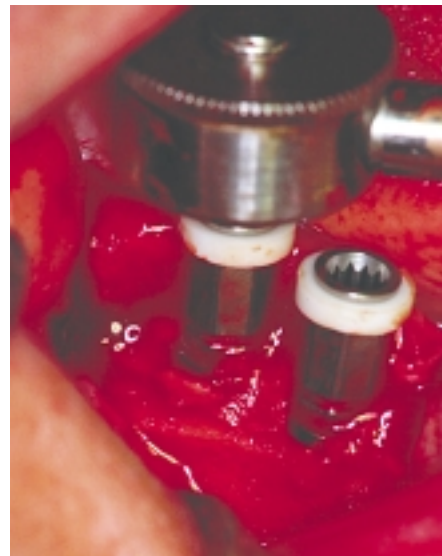


Abb. 3b: Implantation beim gleichen Patienten.

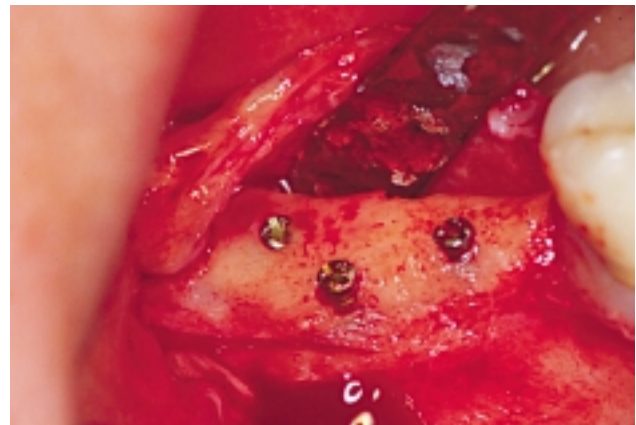


Abb. 3c: Anderer Patient: Autogenes Knochentransplantat, an dem man gut erkennen kann, dass um die Osteosyntheseschrauben bereits ein gewisser Abbau stattgefunden hat und dass an den Rändern nicht eine völlige knöcherne Verbindung erfolgt ist.

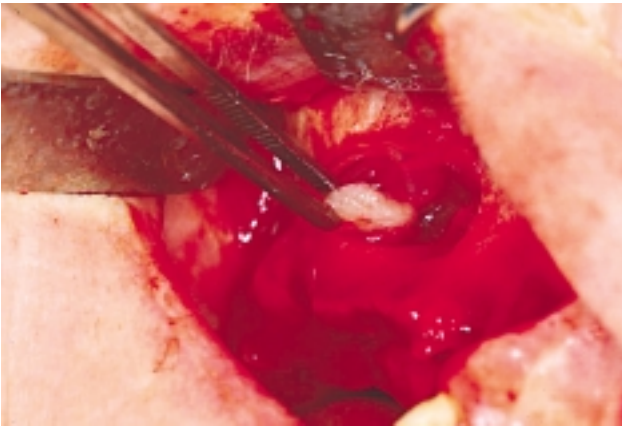


Abb. 4: Bioseed®-Plättchen beim Einbringen in den Sinus max.

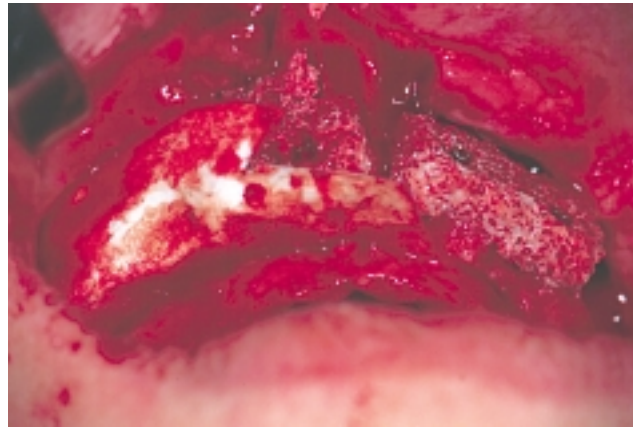


Abb. 7a: Augmentation mit xenogenem Knochen (BioOss®) und Membranabdeckung (Biomend®, teilweise eingebracht)

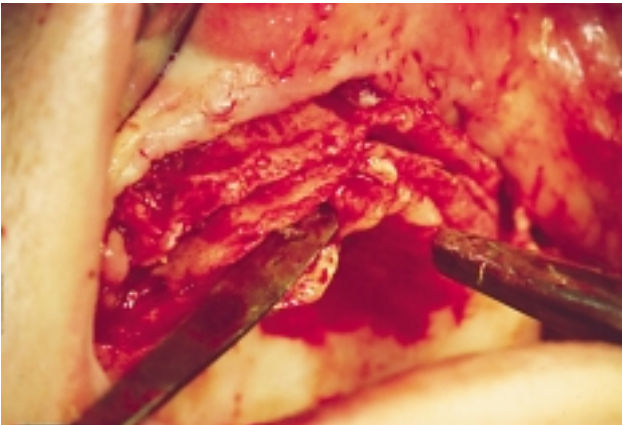


Abb. 5a: Einzeitiges bone-splitting und Implantation in der Oberkieferfront. Die bukkale Lamelle wird mit Miniosteosyntheseschrauben fixiert.



Abb. 7b: Implantation, 2nd stage.

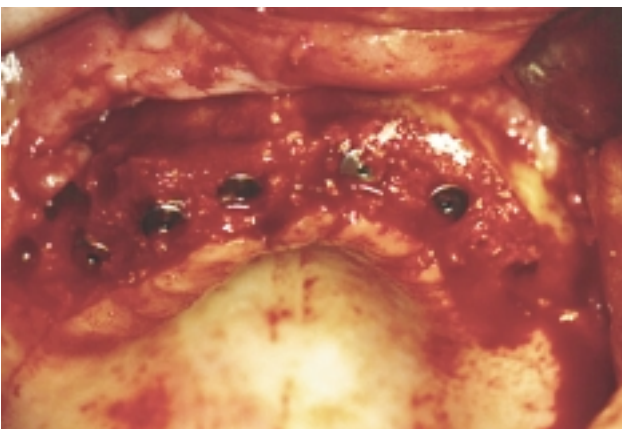


Abb. 5b: Einzeitiges bone-splitting und Implantation in der Oberkieferfront. Die bukkale Lamelle wird mit Miniosteosyntheseschrauben fixiert.



Abb. 7c: Eingliederung der Definitivarbeit.

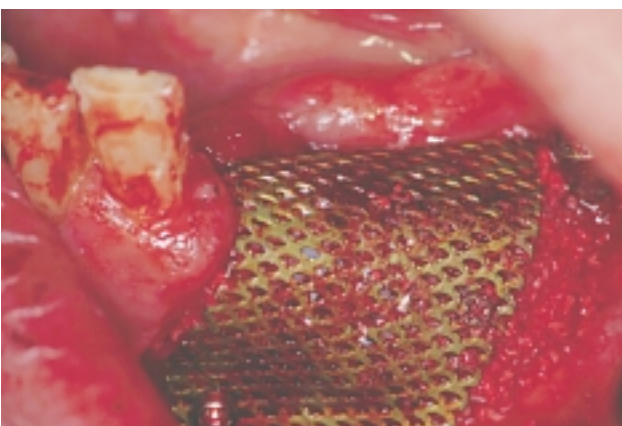


Abb. 6: Stabilisierung eines Augmentates durch ein Titanmesh.



Abb. 8: Titanfolie zur Abdeckung eines Augmentates, einzeitiges Vorgehen (Pedrazzini).

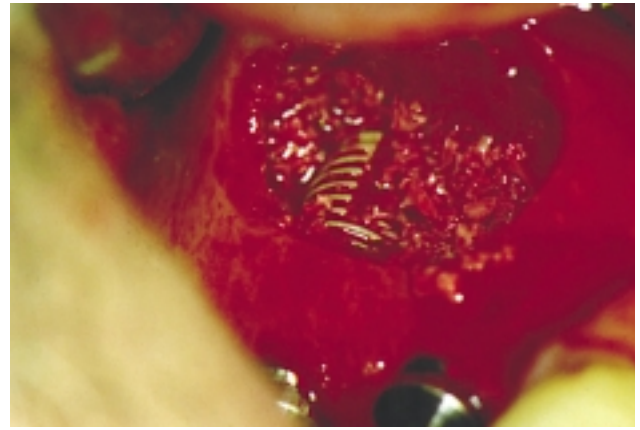


Abb. 10b: Einbringen des Augmentates (hier BioOss® und BioBase®) um das Implantat. Bei schlechter Knochenqualität empfehlen sich beschichtete Implantate.

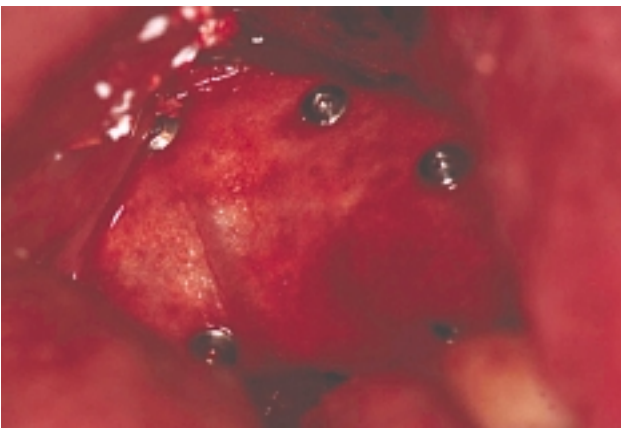


Abb. 9: Membran zur Abdeckung eines Augmentates, einzeitiges Vorgehen (Biomend®, extend).

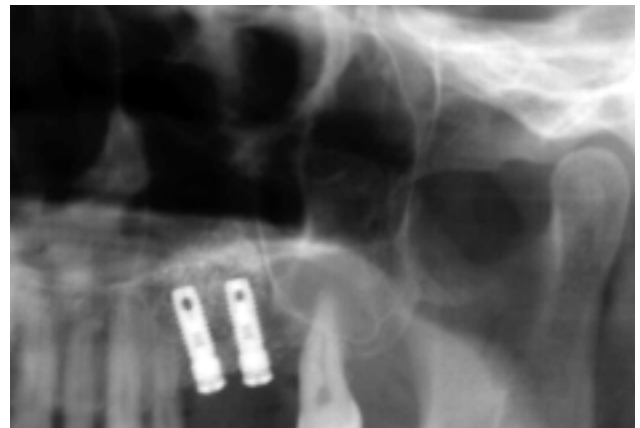


Abb. 10c: Röntgenkontrolle postoperativ.



Abb. 10a: Planung einer Sinuselevation.



Abb. 10d: Röntgenkontrolle 4 Jahre postoperativ. Das Augmentat hat sich verdichtet.

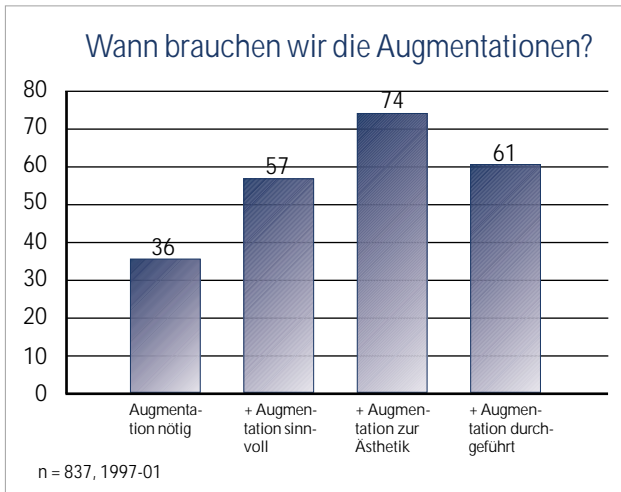


Tabelle 1

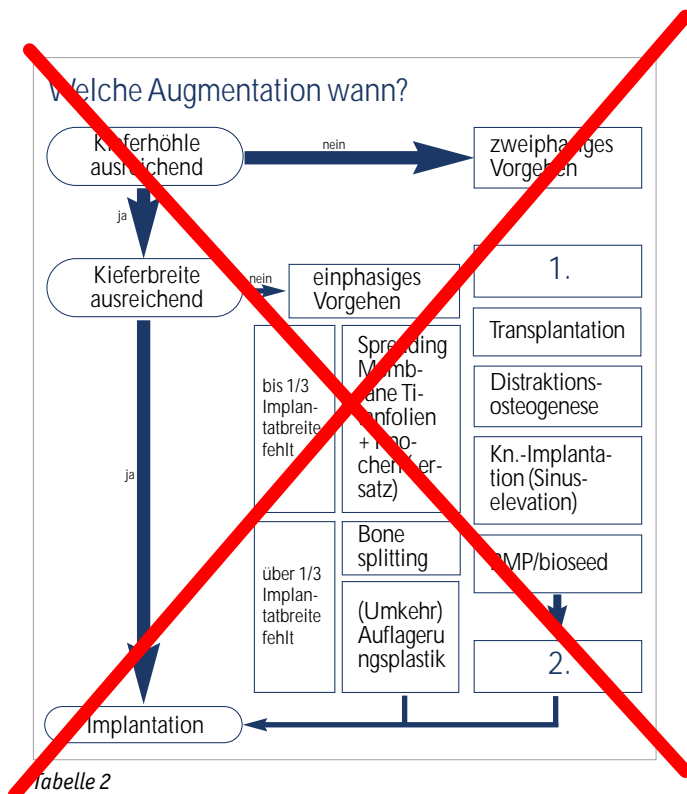


Tabelle 2

Kiefervolumeneinteilung

Klasse	Beschreibung	Kriterien
I	Höhe und Breite ausreichend	Nutzbare Körperhöhe mindestens 1/2 der errechneten nötigen Implantat/Kronen-Länge
II	Höhe ausreichend, Breite nicht ausreichend	Die Höhe entspricht dem Kriterium der Klasse I Die Breite unterschreitet die systemabhängigen Minimalwerte (Implantat-durchmesser + 0,4 mm für: 1. große Implantatdurchmesser im Oberkiefer für Regio 1, 3, 6, 7 und im Unterkiefer für Regio 3, 6, 7 2. mittlere Durchmesser im Oberkiefer für regio 2, 4, 5 und im Unterkiefer für Regio 4, 5 3. kleine Durchmesser im Unterkiefer für Regio 1 und 2
III	Höhe nicht ausreichend	A Alveolarkammhöhe entspricht mindestens 2/3 der ursprünglichen, an benachbarten Regionen nachvollziehbaren oder 2/3 der aus der intermaxillären Distanz errechneten optimalen Höhe (gem. Klasse I)
		B Alveolarkammhöhe entspricht 1/3 bis 2/3 der unter A beschriebenen Höhe.
		C Alveolarkammhöhe entspricht bis 1/3 der unter A beschriebenen Höhe.

Tabelle 3

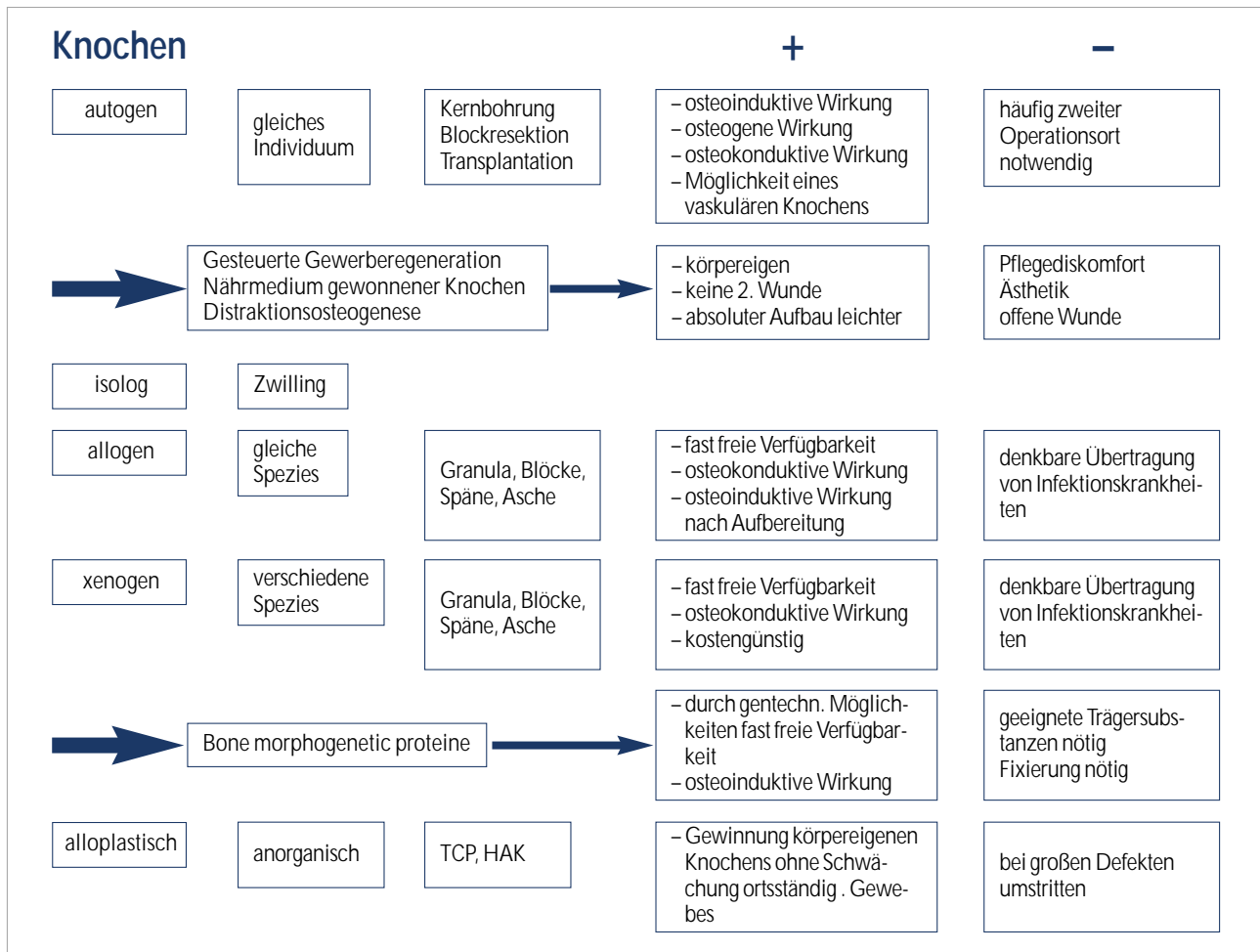


Tabelle 4