

# State of the Art Sinus-Augmentation

## Teil 1

*Schon Anfang des 19. Jahrhunderts wurde von ersten therapeutischen Füllungen der Sinuskavität mit Gips berichtet. Moderne Sinuslifttechniken, die auch bei geringem Knochenangebot eine festsitzende Versorgung mit osseointegrierten Implantaten ermöglichen sollten, wurden erstmalig von Tatum<sup>1</sup> Mitte der 70er-Jahre beschrieben und infolge der Weiterentwicklung wissenschaftlich untersucht.<sup>2</sup>*

DR. MED. DENT. DIRK STEINMANN/MÜNCHEN,  
DR. MED. DENT. DANIEL ENGLER-HAMM, DMD/BOSTON, MA, USA

Auf diese Weise wurde es möglich, destruktive Prozesse des Alveolarknochens im Oberkiefer Seitenzahnbereich, häufig hervorgerufen durch schlecht sitzende Teil- oder Vollprothesen bei gleichzeitiger Restbezahnung im Unterkiefer,<sup>3</sup> wieder auszugleichen und die Insertion von Implantaten mit konventionellen Längen zu ermöglichen.

### Anatomie

Der Sinus maxillaris (Abb. 1) ist einer der vier Nasennebenhöhlen und ist paarig angelegt. Er entwickelt sich postnatal durch Ausstülpung des Nasenepithels und erreicht seine endgültige Ausdehnung nach der Pubertät. Das Volumen beträgt durchschnittlich 12 cm<sup>3</sup>, variiert aber sehr stark. Die Kieferhöhle gleicht einer viereckigen Pyramide, deren Vorderwand Kontakt zur Fossa canina hat und die neurovaskulären Versorgungen der frontalen und lateralen Oberkieferzähne enthält. In der aufgelagerten weichgewebigen Schicht verlaufen Arteria und Vena facialis, Lymphgefäße sowie sensible Äste des N. infraorbitalis. Die knöcherne Hinterwand bildet die Abgrenzung zur Fossa pterygopalatina und enthält die Nn. dent. post.<sup>5</sup> Kranial ist die Kieferhöhle nur durch eine sehr dünne Knochenlamelle von der Orbita getrennt. Die innere, mediale Wand grenzt die Kieferhöhle von der Nasenhöhle ab, eine Verbindung besteht über den sichelförmigen Hiatus semilunaris, der sich im oberen Drittel der Wand befindet und zwischen Concha nasalis inferior und

media in den mittleren Nasengang mündet. Der tiefste Punkt liegt über dem 2. Prämolaren und dem 1. Molaren und damit deutlich unterhalb des Nasenbodens. Durch den Niveauunterschied und die fehlende Abflussmöglichkeit am Sinusboden kommt es bei maxillären Sinusitiden zu Flüssigkeitsansammlungen und auf Grund der anatomischen Beziehung sehr häufig zu Druckdolenzen des im Orbitaboden verlaufenden N. infraorbitalis.

Der Sinus maxillaris dient, wie alle Nasennebenhöhlen, durch Oberflächenvergrößerung der Nasenhöhle zur Erwärmung, Reinigung sowie Anfeuchtung der Atemluft und ist als Resonanzraum an der Klangfarbe der Stimme beteiligt. Er ist mit respiratorischem Epithel ausgekleidet, Kinozilien der obersten Zellen schlagen in Richtung Hiatus semilunaris und dienen somit dem Abtransport eingedrungener Fremdkörper. Die arterielle Versorgung erfolgt durch die A. infraorbitalis, A. alveolaris sup. post. und A. nasalis post., die allesamt Seitenäste der A. maxillaris darstellen. Die beiden erstgenannten bilden im Bereich der lateralen Wand eine intraossär verlaufende Anastomose, die auch die Schneider'sche Membran versorgt, und nicht selten zusätzlich eine vestibulär kranial davon verlaufende extraossäre Anastomose.<sup>6</sup>

Die sensible und sekretorische Innervation der Schleimhaut wird sichergestellt durch die Rr. nasales post. inf. des N. pal. major und den Plexus dentalis superior, der sich aufgliedert in die Rr. alveolares sup. ant. et post. Ursprung aller ist der Nervus maxillaris. Nicht selten durchziehen Septen (Underwood-Septen) als knöcherne Verstärkung den Sinus und unterteilen ihn in mehrere Kam-

Studie	Material	Implantat- oberfläche	Implantation	Patienten- anzahl	Anzahl Implantate	ges. Erfolgsrate (%)	Beobachtungs- zeitraum
Olson et al. <sup>11</sup>	A/B/C/B + C/ A+C	rau	verzögert/ sofort	29	120	97,5	< 72 Monate
Tarnow et al. <sup>12</sup>	versch. Typen	rau/glatt	verzögert	12	55	96,4	0–60
Wannfors et al. <sup>13</sup>	A	glatt	verzögert/ sofort	40	150	84	12
insgesamt				81	325	91,08	

Tab. 1: Randomisierte kontrollierte Studien.<sup>11</sup> A: autologer Knochen; B: Hydroxylapatit; C: dekalifizierter gefriergetrockneter Knochen (DFDBA).

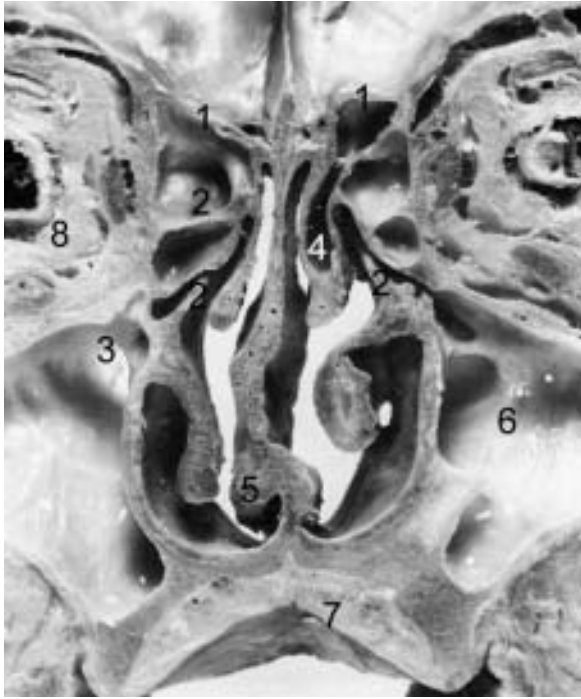


Abb. 1: Frontalschnitt durch die Nasen- und Nasennebenhöhle. Ansicht von ventral; 1. Dach des Sinus ethmoidalis; 2. Hiatus semilunaris und Ausgang des Ostiums. Die Lokalisation des Ostiums macht den Sekretabfluss schwierig; 3. Ausgang des Sinus maxillaris in die Concha nasalis media; 4. Zellen des Os ethmoidale; 5. Septumdeviation nach rechts; 6. Sinus maxillaris; 7. Gaumen; 8. Orbita.

mern. Dies stellt eine besondere chirurgische Herausforderung dar, da die Kieferhöhlenmembran an jenen Stellen besonders fest mit dem Untergrund verhaftet ist<sup>5</sup> und somit eine Perforation der Membran bei einer Sinusbodenelevation wahrscheinlicher ist.

### Underwood-Septen

In der Literatur wird zwischen primären und sekundären Septen unterschieden. Primäre Septen bestehen seit der Geburt, sekundäre entstehen als Folge von Zahnverlust und einer Vergrößerung des Sinus. Der Unterschied zwischen primären und sekundären Septen wird deutlich, wenn man die Prävalenz beider vergleicht. Die Prävalenz von antralen Septen wird in der Literatur mit 13,2%

(primäre) bei nicht atrophierten und 26,8% (primäre und sekundäre) bei atrophierten Oberkiefern angegeben.<sup>7</sup> Die Prävalenz kann insgesamt allerdings bis zu 35,9% erreichen.<sup>8</sup> In der präoperativen Befunderhebung von Septen ist die computertomographische Diagnostik der Panoramaschichtaufnahme hinsichtlich Häufigkeit, Morphologie und räumlicher Ausdehnung deutlich überlegen.<sup>7</sup> Underwood-Septen bestehen aus kortikalem Knochen. Die lebenslange Vergrößerung des Sinus maxillaris wird als Sinus-Pneumatisation beschrieben. Longitudinale prospektive Studien, die die Entstehung von Septen und die Vergrößerung des Sinus ursächlich beschreiben, fehlen allerdings bis heute.<sup>7,8</sup> Durch ihre häufig sagittale Anordnung können Septen die Kieferhöhle in ein mesiales und ein distales Kompartiment unterteilen und somit die Elevation des knöchernen Zugangsfensters erschweren. Die radiologische Darstellung ist von großer Bedeutung, da je nach Lage und Anordnung der Septen die Lokalisation, Anzahl und Größe des Knochenfensters variiert werden muss.

In dem vorliegenden CT (Abb. 2–4) ist in Regio der Transversalschnitte 25–28 ein Septum, das die Kieferhöhle nicht nur in ein mesiales und distales, sondern auch in ein anteriores und posteriores Kompartiment unterteilt. Chirurgisch bietet es sich in einem solchen Fall an, einen Zugang jeweils mesial und distal des Septums zu wählen. Bei der Füllung des Sinusbodens mit Knochen sollte darauf geachtet werden, dass der Knochen ausreichend nach mesial und distal appliziert wird, um auch anterior und posterior eine gleichmäßige Elevation des Sinusbodens zu gewährleisten.

### Knochenersatzmaterialien zur Augmentation

Wegen seinen osteoinduktiven und -konduktiven Eigenschaften wurde autologer Knochen lange Zeit als Goldstandard angesehen. Als Spenderregionen kommen bei kleineren bis mittleren Mengen intraorale Regionen, bei größeren extraorale Entnahmestellen in Betracht. Intraoral sind die Linea obliqua im Unterkiefer oder die Kinnregion beliebte Spenderregionen, des Weiteren bieten sich zahnlose Kieferabschnitte oder die Tubera maxillae an. Extraorale Entnahmen erfordern in der Regel eine Intubationsnarkose und nicht selten einen stationären Aufenthalt. Zur Knochengewinnung wird der Beckenkamm,

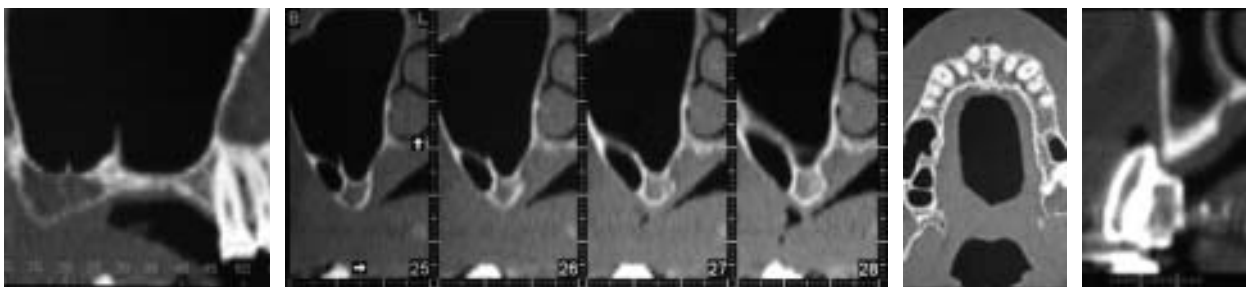


Abb. 2 bis 4: In dem vorliegenden CT ist in Regio der Transversalschnitte 25–28 ein Septum, das die Kieferhöhle nicht nur in ein mesiales und distales, sondern auch in ein anteriores und posteriores Kompartiment unterteilt. – Abb. 5: Röntgenschablone stellt den Alveolarkamm an der Stelle der antizipierten Zahnposition dar. Die Breite der Schleimhaut kann ebenfalls festgestellt werden.

seltener Rippen oder Tibia herangezogen. In verschiedenen Studien wurde gezeigt, dass der Erfolg des lateralen Sinuslifts und der darin befindlichen Implantate unabhängig von der Art des verwendeten Knochens ist.<sup>9</sup> Da extraorale Entnahmestellen mit einer deutlich erhöhten Morbidität einhergehen, wird nicht selten auf Knochenersatzmaterialien zurückgegriffen. Auf Grund der vereinfachten Anwendung und der fehlenden Limitierung hinsichtlich einer verfügbaren Menge sind sie als Alternative zum autologen Knochen zu diskutieren. Ersatzweise stehen heute allogene, xenogene und alloplastische Materialien zur Verfügung.

Allogener Knochen stammt, ähnlich einer Blutkonserve, von menschlichen Spendern und kann über Knochenbanken bezogen werden. Zur Reduktion einer möglichen viralen Infektion und immunologischer Reaktionen werden die aus Leichenknochen gewonnenen Augmentate demineralisiert, dekalzifiziert und gefriergetrocknet. Bis heute konnte kein Fall einer Erregerübertragung nachgewiesen werden. In der englischen Literatur werden sie verkürzt als DFDBA (decalcified freeze dried bone allograft) bezeichnet und dienen nicht nur als Leitschiene für den Knochenaufbau (osteokonduktiv), sondern fördern durch Proteine in der Knochenmatrix die Knochenneubildung (osteoinduktiv).<sup>10</sup> Xenogene Materialien können sowohl tierischer als auch pflanzlicher Herkunft sein und werden vornehmlich von Rindern und Schweinen gewonnen. Nach Herauslösen der organischen Bestandteile in speziellen Verfahren haben sie osteokonduktiven Charakter. Eine Übertragung der bovinen spongiformen Enzephalopathie (BSE) ist somit nahezu ausgeschlossen und konnte bisher auch nicht nachgewiesen werden. Ein bekannter Vertreter ist das vom Rinderknochen gewonnene BioOss® oder das aus Algen gewonnene Algipore®.

Als alloplastische (synthetische) Materialien haben Hydroxylapatit-Keramik, Tricalciumphosphat-Keramik und Biogläser Bedeutung erlangt.

Die  $\beta$ -Tricalciumphosphat-Keramiken (Cerasorb®) werden nach der Implantation vom Körper abgebaut, die Resorption und eine nachfolgende Substitution durch Knochengewebe laufen jedoch variabel ab und sind somit nicht vorhersagbar. Hydroxylapatit-Keramiken werden nach der Implantation nicht oder schlecht resorbiert und verbleiben somit reaktionslos am Implantationsort. Die knöchernen Durchbauung wird materialabhängig sehr unterschiedlich angegeben. Biogläser korrodieren nach der Implantation, an der Oberfläche lagert sich zudem Hydroxylapatit ab, ihre Wirkung ist ebenfalls osteokonduktiv.

### Überlebensraten

Zusätzlich zu unterschiedlichen chirurgischen Techniken gibt es zahlreiche Variablen, die das Endergebnis und demnach den Erfolg beeinflussen können. Hierzu gehören simultane vs. verzögerte Implantation, der Einfluss der Abdeckung des Zugangsfenster mit einer Membran, das zur Augmentation eingebrachte Material

Untergruppe	Anzahl Studien	Anzahl Implantate	Erfolgsrate (%)
autogener Knochen	20	3398	87,80
< 36 Monate	6	767	84,88
> 36 Monate	14	2631	88,52
kombiniert	13	2011	94,88
< 36 Monate	10	1298	97,38
> 36 Monate	3	713	90,32
Knochenersatzmaterial	12	1120	95,98
< 36 Monate	9	915	96,07
> 36 Monate	3	205	95,61
verzögert	23	2871	92,93
< 36 Monate	14	1331	93,01
> 36 Monate	9	1540	92,86
sofort	27	3079	92,17
< 36 Monate	14	1393	93,68
> 36 Monate	13	1686	90,93

Tab. 2: Autogener Knochen; kombiniert = autogener Knochen und Knochenersatzmaterialien; Knochenersatzmaterial = ausschließlich Knochenersatzmaterial; sofort = Sofortimplantation; verzögert = verzögerte Implantation.

und nicht zuletzt die Unterschiedlichkeit der inserierten Implantate bezüglich Länge, Durchmesser und Oberflächenbeschaffenheit. Auch Faktoren wie Rauchverhalten oder Restknochenhöhe können nicht zu unterschätzende Unsicherheitsfaktoren darstellen. Der Einfluss einzelner Faktoren wurde in zahlreichen klinischen Untersuchungen getestet.

Ein systematisches Review von WALLACE und FROUM<sup>9</sup> für den direkten lateralen Sinuslift offenbarte eine durchschnittliche Erfolgsrate für Implantate von 91,8% und zeigte eine Überlegenheit für folgende Einflussfaktoren: Implantate mit rauer Oberfläche im Vergleich zu glatt beschichteten (91,6% vs. 84%), Knochenaugmentate in Partikelform gegenüber Blocktransplantaten (92,3% vs. 83,3%), Membranabdeckungen versus fehlender Membran (93,6% vs. 88,7%).

Statistisch signifikante Unterschiede konnten nicht gefunden werden für simultane und verzögerte Implantationen, für Variationen innerhalb der Implantate mit rauer Oberfläche, Länge der Beobachtungszeit, Jahr der Publikation und dem Evidenzlevel der zitierten Studie. Ein systematisches Review<sup>11</sup> kam zu identischen Ergebnissen und untersuchte darüber hinaus die Erfolgswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit des eingebrachten Augmentates. Für die Verwendung von reinem autologem Knochen zeigte sich eine Erfolgsrate von 87,7%, bei Mischungen von autologem Knochen mit verschiedenen Knochensubstitutionen 94,88% und von 95,98% bei der Anwendung von Knochensubstitutionen allein.

Für eine Beurteilung der Einflussfaktoren des Rauchens, der präoperativ verbleibenden Knochenhöhe, dem Implantatdesign und der mikromorphologischen Oberfläche sind weitere Untersuchungen erforderlich. Auch reicht die derzeitige Datenlage nicht aus, um die Anwendung von plättchenreichem Plasma (PRP) zu empfehlen.



### Radiologische Diagnostik

Neben einer umfangreichen allgemeinen und speziellen Anamnese sowie einer detaillierten Befundung ist vor der Durchführung eines lateralen Sinuslifts die radiologische Diagnostik von großer Bedeutung. Panoramaschichtaufnahmen stellen die Kieferhöhle zweidimensional dar und haben den Nachteil einer Vergrößerung von ungefähr 30%. Hinsichtlich mancher klinisch-relevanten Befunde im Sinus maxillaris, wie beispielsweise einer antralen Pseudozyste, Mukozele oder eines Underwood-Septums, ist ihre Aussagekraft sicherlich eingeschränkt.<sup>7</sup> Es wurde gezeigt, dass Panoramaschichtaufnahmen eine Spezifität und eine Sensitivität von ca. 50% haben.<sup>8</sup> Das bedeutet, dass bei der Hälfte aller präimplantologischen Untersuchungen in einer Panoramaschichtaufnahme ein radiologisch nicht nachweisbares Septum auch klinisch nicht vorhanden ist (Spezifität). Die Sensitivität beschreibt die Gegebenheit, ein tatsächlich vorhandenes Septum präoperativ auf dem Röntgenbild entsprechend erkennen zu können. Idealerweise sollte eine Spezifität und eine Sensitivität von 100% (1.00) gegeben sein. Das Computertomogramm stellt die Kieferhöhle und den Kieferkamm in verschiedenen Schichten dar und erlaubt dadurch eine deutlich bessere Befunderhebung, Diagnostik, Sensitivität und Spezifität. Nachteil des Computertomogramms ist zweifelsohne die erhöhte Strahlenbelastung.

Bei der Therapieplanung sind Computertomogramme mit oder ohne Zuhilfenahme von diagnostischer Software vorteilhaft. Sie erlauben eine exakte Bestimmung der Knochenhöhe und Breite sowie die Beurteilung der Knochenqualität. Zur Optimierung der Therapieplanung kann eine Röntgenschiene auf einem individuell angefertigten Wax-up hergestellt werden. Diese wird dann mit dünner Aluminiumfolie umwickelt und mittig des jeweiligen Zahnes parallel zur Zahnachse ein röntgenopaker Guttaperchastift eingebracht. Mithilfe einer so individuell angefertigten Röntgenschiene kann die dreidimensionale Darstellung des Oberkieferalveolarkammes Diskrepanzen zwischen einer antizipierten Position der späteren Implantatkronen und dem vorhandenen Knochenangebot aufzeigen. Des Weiteren ist die Breite der Schleimhaut erkennbar (Abb. 5). Die Indikation für eine computertomographische Analyse des Kieferbereichs ist bei einer umfangreichen perioprothetischen Rehabilitation zu stellen. Ein diagnostisches Wax-up und die Herstellung einer darauf basierenden Röntgenschiene sind vorteilhaft. Ebenfalls sollte das Computertomogramm bei Verdacht auf Septen oder pathologischen Prozessen wie z.B. Mukozelen im Sinus in Erwägung gezogen werden. Als Alternative zum Computertomogramm bietet sich das Dental-CT (bzw. Digital Volume Tomography, Cone Beam CT) an.<sup>15</sup> Diese neuen Techniken setzen den Patienten einer deutlich geringeren Strahlenexposition aus bei vergleichbar guter, vielleicht sogar besserer Bildqualität. Auch kann die Kombination von Panoramaschichtaufnahme und Einzelzahnaufnahme in Rechtwinkeltechnik in vielen Fällen für die Diagnostik ausreichend sein.

Lesen Sie mehr zu *State of the Art Sinus-Augmentation in der kommenden Ausgabe des Implantologie Journals.*

Die Literaturliste kann in der Redaktion angefordert werden.

#### Korrespondenzadressen:

Dr. med. dent. Dirk Steinmann – Fachzahnarzt für Parodontologie  
Spezialist für Parodontologie (DGP), Frauenplatz 11, 80331 München

Dr. med. dent. Daniel Engler-Hamm, DMD

Lazzara Scholarship Recipient in Advanced Implant Surgery 2006/2007  
Department of Periodontology, Tufts University School of Dental Medicine  
One Kneeland Street, Boston, MA, USA

### Titan Knochenfilter KF T3



Der Titan Knochenfilter KF-T3 gewinnt anfallende autologe Knochenspäne. Hierzu wird der KF T3 direkt auf den Absaugeschlauch gesteckt. Die neuen Metallfolien Siebe gewährleisten mit der großen wabenförmigen Filterfläche ein unterbrechungsfreies Absaugen der Späne während der Behandlung. So einfach ist das Sammeln von Knochenspänen für augmentative Maßnahmen.

**„Knochenarbeit  
leichtgemacht“**

### Knochenmühle KM 3



Die kompakte Knochenmühle KM-3 erlaubt ein gezieltes Zerkleinern und Aufbereiten autologer Knochenstücke. Durch die neuartig gezahnte Schneidwalze werden körnige Knochenspäne von autologem kortikalem Knochenmaterial erzeugt. Diese lassen sich besser applizieren und bieten damit eine stabilere Basis für die Knochenneubildung. Eine schneidende Zerkleinerung des Knochens ist zudem schonender und erhält die Struktur des Knochenmaterials.

Infos unter :

Schlumbohm OHG

Klein Rayen 9

Tel.: 04224-96 29-0

www.Schlumbohm.de

D-24616 Brakstedt

Fax: 04224-96 29-29

email: post@schlumbohm.de