

**Aus dem Department für Interdisziplinäre Zahnmedizin und Technologie der
Donau- Universität Krems, Österreich**

Der crestale Zugang beim Sinuslift („crestal window technique“)

Eine Alternative zum lateralen Zugang, beim stark atrophem Oberkiefer?

Masterthesis

zur Erlangung des akademischen Grades

„Master of Science Orale Chirurgie/ Implantologie“ MSc

Vorgelegt von:

Dr. Sven Görrissen, Kaltenkirchen

2013

Prüfer: Prof. Dr. Dr. Gutwald

In Dankbarkeit widme ich diese Arbeit meinen Eltern, besonders aber meinem Vater,
Dr. Klaus Görrissen, der mich stets darin unterstützt hat Zahnarzt zu werden.

Inhaltsverzeichnis:

1.) <u>Einleitung und Studienziel:</u>	5
2.) <u>Anatomie:</u>	6
3.) <u>Augmentationsverfahren im Sinus maxillaris:</u>	7
a. Der Externe Sinuslift:	6
i. Osteogenese:	7
ii. Osteoinduktion:	7
iii. Osteokonduktion:	8
b. Der Interne Sinuslift.	9
c. Die Auflagerungsplastik:	12
i. Distractionsosteogenese:	15
d. Knochenaugmentationsmaterialien:	15
i. Autogenes Knochentransplantat:	
ii. Allogenes Knochenersatzmaterial:	
iii. Xenogenes Knochenersatzmaterial:	
iv. Alloplastisches Knochenersatzmaterial:	
4.) <u>Risiken beim Sinuslift:</u>	17
Problemstellung:	18
a. Rupturen:	19
<i>Welche Gründe werden in der Literatur genannt, die zu einer Ruptur führen?</i>	
b. Risikoeinschätzung:	20
<i>Gibt es für den Chirurgen Möglichkeiten im Vorwege das Risiko seines Eingriffs speziell bei dem ihm vorliegenden Fall zu eruieren?</i>	
c. Technische Hilfsmittel:	21
<i>Welche Maßnahmen können ergriffen werden, um den Eingriff technisch risikoärmer zu gestalten?</i>	
d. Klassifikation von Rupturen:	24
<i>Wie werden die Verletzungen und Einrisse der Schneider'schen Membran klassifiziert?</i>	
e. Deckung von Rupturen:	34
<i>Welche therapeutischen Möglichkeiten werden dem Chirurgen empfohlen, die eingerissene Kieferhöhlenmucosa zu verschließen und zu decken?</i>	

f. Implantaterfolgsrate:.....	40
<i>Hat der augmentierte Knochen, bedeckt durch eine verletzte aber verschlossene Kieferhöhlenschleimhaut die gleiche Tendenz zur Regeneration und Ossifikation wie die unversehrte, vor dem Hintergrund der Implantaterfolgsrate?</i>	

5.) Der crestale Zugang beim externen Sinuslift „crestale window technique“:

a. <u>Indikation:</u>	43
b. <u>Material und Methode:</u>	47
c. <u>Ergebnisse:</u>	60
d. <u>Diskussion:</u>	61
6.) <u>Zusammenfassung:</u>	66
7.) <u>Summary</u>	68
8.) <u>Literaturverzeichnis:</u>	69

1.)Einleitung und Studienziel:

Als vor 40 Jahren Brånemark eher zufällig feststellte, dass Titanoberflächen sich mit Knochen verbinden, hat seitdem diese bahnbrechende Entdeckung die Zahnheilkunde revolutioniert (1). Anfänglich wurde versucht, in zahnlose Kiefer mit Einzelimplantaten aus Titanoxid Prothesen lagestabil zu verankern. Die Anatomie des Oberkiefers verhinderte zu dem Zeitpunkt jedoch eine Implantation in Seitenzahnbereich, da die meist ausgedehnten Kieferhöhlen Implantate lediglich im Frontbereich zuließen. Voraussetzung für die erfolgreiche Implantation waren primär ausreichend dimensionierte Kieferkämme. Später erweiterte sich das Behandlungsspektrum auf teilprothetische Versorgungen und festsitzenden Zahnersatz, mit dem Ziel eines langfristigen verbesserten Kaufkomforts.

Die Weiterentwicklung auch innerhalb der oralchirurgischen Augmentationstechniken ermöglichte es schließlich auch im Oberkiefer Versorgungsmöglichkeiten anzubieten, die über die rein retentive Verankerung von Prothesen hinausgingen. Durch kontinuierliche wissenschaftliche Weiterentwicklungen war es möglich geworden, auch kompromittierte Fälle mit stark resorbierten Kieferkämmen oder ausgedehnte Kieferhöhlen mit einem ausreichend dimensionierten Kieferkamm auszustatten und implantattherapeutisch zu versorgen. Dabei spielten knochenaufbauende Verfahren in der Kieferhöhle eine Rolle, die erstmals von Tatum O.H Jr. 1977 in der Alabama study group beschrieben worden sind und auf deren Grundlage auch heute noch erfolgreich in den Praxen und in den operiert wird.

Die Augmentation im sinus maxillaris ist ein gut dokumentierter Eingriff, der heutzutage generell als präimplantologische Maßnahme akzeptiert wird, um im atrophierten posterioren Bereich der Maxilla implantieren zu können.

Ziel dieser Arbeit war es, die unterschiedlichen chirurgischen Vorgehensweisen des lateralen Fensters zur Kieferhöhle und der Osteotomtechnik nach Summers kritisch zu betrachten. Dafür wurde eine Literaturrecherche in den Datenbanken PUBMED, Google und Bing durchgeführt, die die Risiken der chirurgischen Techniken zum Thema hat. Basierend auf diesen Erkenntnissen ist eine neue Technik entwickelt worden, die von dem Autor seit 2009 angewendet wird. Unter Zuhilfenahme der Piezotomtechnik wird anstelle des lateralen Fensters ein crestaler Zugang bei stark

atrophen Kiefern gewählt (crestal window technique „CWT“) und anhand von 24 Fällen beschrieben.

2.) Anatomie:

Die Kieferhöhle ist Bestandteil der Nasennebenhöhlen und liegt in der Maxilla. Sie grenzt cranial an die Orbita und caudal an den Alveolarfortsatz und erstreckt sich sagittal von der Fossa canina bis zum Tuber maxillae. Medial grenzt sich die Nasenhöhle an, die mit dem Ostium naturale, unterhalb der mittleren Nasenmuschel eine Verbindung zur Kieferhöhle unterhält und diese belüftet. Die Form der Kieferhöhle ähnelt der einer dreiwandigen Pyramide, deren Basis an der lateralen Nasenwand liegt und deren Spitze bis zum Prozessus zygomaticus der Maxilla reicht.

Die Kieferhöhle wird durch ein Flimmerepithel ausgekleidet, das mit Kinozilien bedeckt ist und durch einen stetigen Flimmerschlag zum Ostium hin eine natürliche Reinigung des Sinus maxillares gewährleistet. Vom Ostium aus wird in der dritten Embryonalwoche die Entwicklung der Kieferhöhle vorangetrieben und schreitet besonders nach dem Durchbruch der bleibenden Dentition bis in das Erwachsenenalter voran. Danach erlangt die Kieferhöhle im Durchschnitt ein Volumen von 12-15 cm³, eine Länge von 38-45 cm, eine Höhe von 36-45 cm und Breite von 25-35 cm. Die anteriore Ausdehnung erstreckt sich zumeist distal des Dreiers und ersten Prämolaren bis zum Tuber maxillaris. In seltenen Fällen kann sie sich auch bis zum zweiten Schneidezahn ausdehnen.

Der Boden der Kieferhöhle ist zum Teil mit knöchernen Septen unterteilt, den sogenannten Underwoodsepten, die relativ häufig auftreten (33,3%)(2). Diese Septen unterteilen die Kieferhöhlen in mehrere Rezessi und verlaufen zumeist in transversaler Richtung. In seltenen Fällen können diese Septen auch in sagittaler Richtung die Kieferhöhle unterteilen.

Arteriell wird die Kieferhöhle über Gefäße der arteria maxillaris und deren Ableitungen versorgt. Die Blutversorgung wird durch die a. palatina major, der a. incisiva und der a. alveolaris superior posterior gewährleistet. Zudem bilden die Anastomosen der a. infraorbitalis und die der a. alveolaris superior posterior die

3.) Augmentationsverfahren in der Kieferhöhle

a. Der externe Sinuslift

Historisch gesehen wird die Augmentation der Kieferhöhle durch unterschiedliche chirurgische Techniken beschrieben, die zum Teil mit dem Namen der Erstbeschreiber verbunden werden. Tatum veröffentlichte auf einer Konferenz der Alabama study group im Jahr 1977 ein Verfahren, innerhalb der Kieferhöhle mittels partikuliertem Eigenknochen die Restknochenhöhe des Kieferkamms aufzubauen, um in einem späteren Verfahren die Implantate in den neu gewonnenen Knochen zu inserieren. Das Vorgehen war zweizeitig geplant, zuerst die Augmentation des Kiefers und nach entsprechender Heilphase die dentale Implantation. Dieses Verfahren, die Elevation der Kieferhöhlenschleimhaut, wird auch als Sinuslift bezeichnet. Bei diesem Verfahren kommen in erster Linie drei zellbiologische Mechanismen zum Tragen:

- i. *Osteogenese*: Die Knochenneubildung von vitalem körpereigenem Knochen, bedingt durch knochenbildende Zellen.
- ii. *Osteoinduktion*: Durch den Einfluss von knochenmorphogenetischen Proteinen, so genannte BMP`s (Bone morphogenetic proteins), können Stammzellen zu Knochenvorläuferzellen differenziert werden, ohne Einfluss eigener Knochenzellen. In Gegenwart von Wachstumsfaktoren proliferieren diese pluripotenten mesenchymalen Zellen zu knochenbildenden Osteoblasten.

Anfänglich wurde dieses Verfahren ausschließlich mit autologem Knochen als Aufbaumaterial durchgeführt. Erst später wurden auch synthetische oder xenogene Materialien dem Eigenknochen beigemischt, mit ähnlich guten oder sogar besseren Implantatüberlebensraten (3), was eine Studie von Del Fabbro belegt, der in einem

Zeitraum von 16 Jahren die Überlebensrate von Implantaten in augmentierten Kieferhöhlen nachuntersuchte. Bei diesem Vorgehen dient das Ersatzmaterial – oder besser Knochenaufbaumaterial- als Leitschiene, während der Knochenregeneration. Dieser Vorgang wird auch als osteokonduktiver Prozess bezeichnet.

- iii. *Osteokonduktion*: Poröses Aufbaumaterial dient den Knochenzellen als Leitstruktur zur Bildung neuen Knochens.

Anfang der 80er Jahre veröffentlichten Boyne and James (4) ein modifiziertes chirurgisches Verfahren des Knochenaufbaus in der Kieferhöhle, bei dem sie mittels eines lateralen Fensters in den Kieferkamm, unter Sicht der Schneider'schen Membran, den sogenannten *externen Sinuslift* durchführten. Bei diesem Verfahren wurde das Periost der Mucosa vom Knochen im Recessus Alveolaris präpariert und in das Antrum eleviert, um in dem neu gewonnenen Hohlraum Augmentationsmaterial einzubringen. Der knöcherne Deckel wurde bei diesem Vorgehen zum Schutz der Schneider'schen Membran in das Antrum hineingelegt (Abb.1). Der Vorteil dieses Verfahrens lag bei guter Restknochenhöhe in der guten Sicht auf den Operationsbereich und in der Möglichkeit auch einzeitig, demnach auch gleichzeitig, zu implantieren und Knochen aufzubauen.

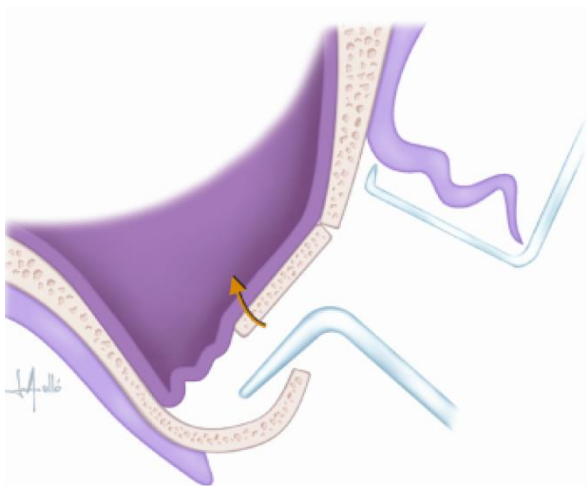


Abb.1: Sinuslifttechnik mit lateralem Knochenfenster, aus Hernandez-Alfaro et al Schneiderian membrane perforations during sinus-lift procedures (5)

b. Der interne Sinuslift

1994 wurde ein minimalinvasives Verfahren von Summers (6) vorgestellt, das den Zugang zum Antrum über ein kleines crestales Fenster beschrieb, dabei wurde erstmals auf ein größeres Fenster zur Kieferhöhle verzichtet. Dieses Verfahren wird auch als Osteotomtechnik oder *interner Sinuslift* in der Literatur bezeichnet. Anstelle eines durch Bohrer großflächig dimensionierten Fensters zur Kieferhöhle, wurde durch Osteotome die Kieferhöhlenschleimhaut crestal angehoben und gleichzeitig der Knochen verdichtet. Mit beiden Techniken wurde bewiesen, dass erfolgreich der Kieferkamm aufgebaut werden kann. Eine Literaturübersicht von 6913 Implantaten, die zwischen 1986 und 2002 in augmentierten Knochen im Sinus inseriert worden waren, belegte eine Implantatüberlebensrate von 91,49% im augmentierten Knochen der Kieferhöhle (3), demnach ein sehr erfolgreiches Augmentationsverfahren.

Mehrere Modifikationen der Summers Technik wurden beschrieben, um das chirurgische Trauma, das Risiko der Weichteilinfektionen und die Operationszeit zu minimieren. Die gleichzeitige Implantation beim Aufbau ist bei diesen Modifikationen des internen Sinuslifts möglich, vorausgesetzt genügend Restknochen oberhalb der Kieferhöhle ist vorhanden (> 6mm). Cosci veröffentlichte seine Erfahrungen mit einer nach ihm benannten Methode, die sich auf spezielle von Cosci entwickelte Trepanbohrer bezieht und anscheinend Vorteile gegenüber der Technik nach Summer aufzuweisen hat (7, 8). Er verzichtete bei seinem Verfahren auf das Anheben der Membran mit Osteotomen.

Kolerman et al. haben Techniken beschrieben, die auch auf einer Trepantechnik basierten. Sie verwendeten ebenfalls kalibrierte Trepanbohrer, um einen crestalen knöchernen Block cranial zu verschieben (central core elevation „CCE technique“) (9). Dabei wurde die Schneider'sche Membran mit dem Block angehoben und zugleich das Implantatbett präpariert. Alle Techniken wurden als erfolgreich beschrieben, nachdem der Sinuslift einmal durchgeführt worden war. Mit der CCE Technik wurde jedoch eine Misserfolgsrate von 17,8% genannt, die wohl bedingt durch den Abriss des knöchernen Blocks von der Sinusmembran hervorgerufen wurden. Das führte in den genannten Eingriffen zum Abbruch der Operationen.

Die Idee, die Kieferhöhlenmembran über einen crestalen Zugang anzuheben, wurden von Smoltan et al weiterentwickelt, die in ihrem Vorgehen resorbierbares Material in Form eines vorgeformten synthetischen Blocks (StemVie Post®) in das Antrum vorschieben und einheilen ließen (10). Nach deren Aussage verknöcherte dieses Material vollkommen und stellte eine weitere gute Alternative zu den üblichen internen Sinuslifts dar.

Cannizarro beschrieb eine ungewöhnliche Variation, in dem er zuerst Implantate in die Ulna implantierte und nach 6 Wochen zusammen mit dem dem Implantat umgebenen Knochen explantierte, um sie dann, im Sinne eines knöchernen Blocks, crestal in das zuvor vorpräparierte Empfängerbett zu transplantieren (11).

Lozada et al beschrieben ein Vorgehen, in dem sie sowohl laterale als auch crestale Fenster mit rotierenden Schleifern präparieren. Speziell entwickelte Bohrer mit kalibrierten Tiefenstops dünnten die laterale Wand der Kieferhöhle aus, um ein besseren Zugang zur Kieferhöhlenschleimhaut zu gewährleisten und dabei die Rupturgefahr der Kieferhöhlenmucosa zu minimieren. Dieses Verfahren wurde mit einem crestalen Zugang kombiniert, um den Sinuslift durchzuführen (12).

(Abb. 2 und 3)

Lozada et al

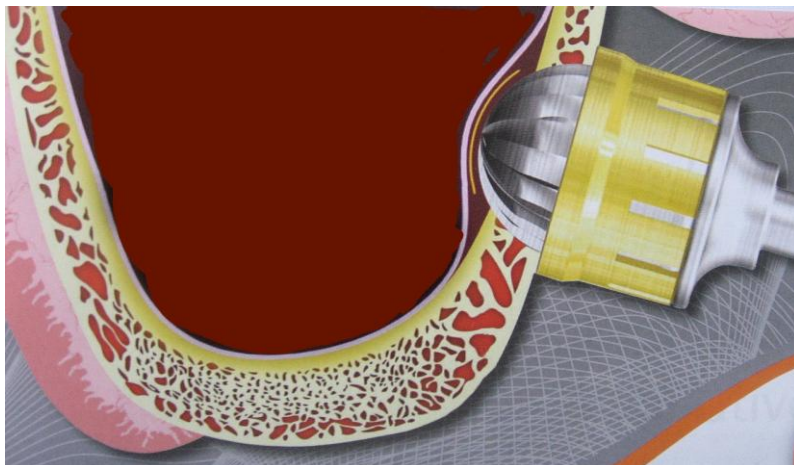


Abb. 2: Eröffnung des lateralen Fensters mittels Bohrer mit Tiefenstop

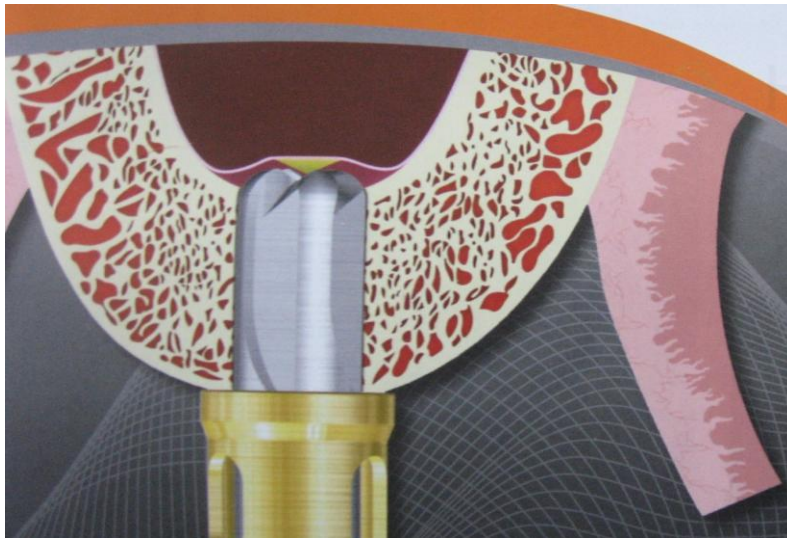


Abb.3: Zugang zur Kieferhöhle crestal, mit kalibriertem Tiefenstop

Beide Bilder aus Katalog Osstem Germany GmbH, Mergenthalerallee 25, 65760 Eschborn

Die hier vorgestellten Verfahren des crestalen Zugangs sind minimalinvasiv, mit entsprechend limitierter Übersicht des Operationsgebietes, besonders der Kieferhöhlenschleimhaut.

c. Auflagerungsplastiken:

Um die Augmentationsmaßnahmen in der Kieferhöhle oder auf dem Kieferkamm im Oberkieferseitenzahnbereich zu komplettieren, darf die **Auflagerungsplastik** zum Ausgleich der höhenreduzierten Defekte im Seitenzahnbereich durch autologe Knochenblöcke nicht vergessen werden. Diese Augmentationsmaßnahmen können zusätzlich zum Sinuslift ergänzend durchgeführt werden, um das Knochenvolumen außerhalb des Sinus maxillaris vertikal zu erhöhen, oder aber innerhalb des Sinus anstelle des partikulierten Aufbaumaterials eingebracht zu werden. Ursprünglich wurden autogene Knochenblocktransplantate zumeist aus der Beckenschaufel des Patienten entnommen, um damit die Knochendefizite auf den Alveolarkämmen auszugleichen und aufzubauen. Mit der Entwicklung der CAD/CAM Frästechnik und den computergestützten virtuellen Übertragungen der DICOM Datensätze aus DVT oder CT Schichtaufnahmen sind neue chirurgische Ansätze möglich. Hildebrandt et

al (13) haben in einer 2012 veröffentlichten Fallstudie mit allogenem, von Spendern gewonnenen Knochen, passgenaue Knochenblöcke verarbeitet, die am Computer vorab geplant und designt wurden (Abb. 5-7). Das Verfahren diente der vertikalen und lateralen Auflagerungsplastik im Oberkiefer und wurde von ihnen seit Januar 2012 an 5 Patienten mit insgesamt neun individuell gefrästen Knochenblöcken aus prozessierten humanen Allograft (Maxgraft, Botis dental GmbH Berlin) in Kombination mit dem Harvest BMAC Verfahren „Bone Marrow Aspirat Concentrate“ (Geistlich Pharma AG, Wolhusen Schweiz) durchgeführt. Dieses Verfahren wurde an der Universität Freiburg durch die Arbeitsgruppe um Prof. Rainer Schmelzeisen entwickelt (Sauerbier, Gutwald et al 2011 und Schmelzeisen, Gutwald et al 2011) (14, 15). Beim Harvest Verfahren wird über eine kleine Punktion aus der Hüfte Knochenaspirat gewonnen, das chairside aufbereitet und mit dem Augmentat getränkt wird. Es konnte bei diesem Verfahren nachgewiesen werden, dass signifikant mehr Knochen gebildet worden ist, als in bovinem Knochenaugmentaten nach 3-4 Monaten Einheilzeit. Nach derer Meinung bedarf es aber weiterer wissenschaftlicher Nachuntersuchung. Das Vorgehen weist jedoch große Vorzüge auf, da neben dem Fehlen der posttraumatischen Beschwerden an der Hüfte die verkürzte Operationszeit deutliche Vorzüge für den Patienten mit sich bringen. (Abb. 4 – 10)

Bilder von Hildebrandt et al



Abb.4: Ausgangsaufnahme mit deutlichem Defekt im Oberkiefer (aus Hildebrandt et al.)

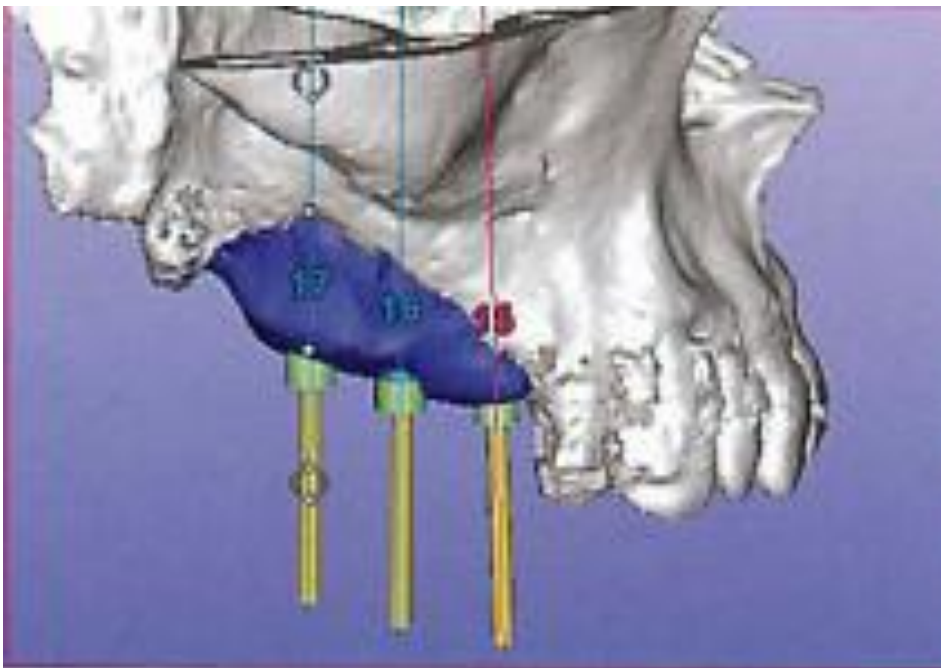


Abb. 5.: Planung wurde mittels SimPlant Software von Hildebrandt et al am Computer geplant und ist in blau erkennbar.

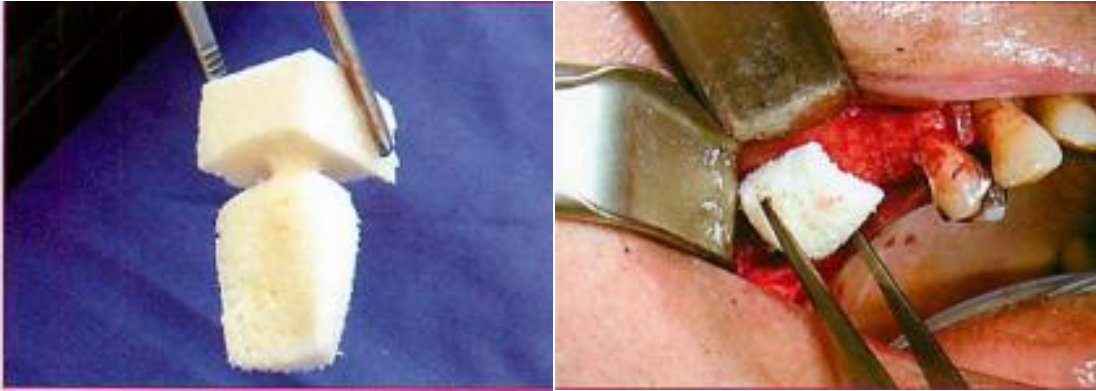


Abb. 6 u. 7.: Gefräster Knochenblock passgenau angefertigt.

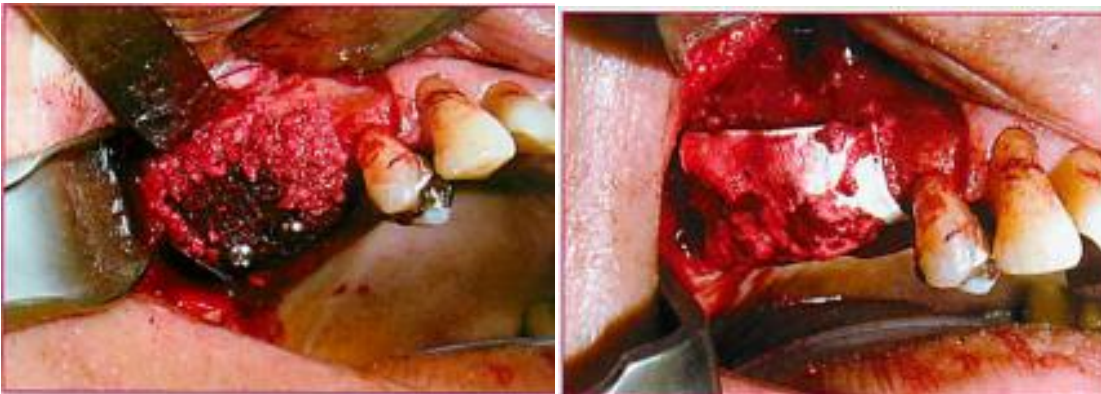


Abb. 8 u. 9.: Der mit Knochenaspirat getränkter Knochenblock wurde mit Biooss (Geistlich Pharma, Wolhusen) konturiert und mit einer Biogidemembran abgedeckt. (aus Hildebrandt et al. (13))



Abb. 10.: Post Op Bild mit dem eingesetzten Knochenblock (Hildebrandt et al. (13))

Zusätzlich zu den hier genannten Auflagerungsplastiken wurde in den letzten Jahren zunehmend auf Knochen distrahierende Verfahren zurückgegriffen, der **Distractionsosteogenese**, die hauptsächlich im atrophierten Unterkiefer, aber auch in der Oberkieferfront Anwendung finden. Dabei wird der Alveolarkamm in dem zu verbreiternden Areal der Länge nach gespalten. Bei diesem Verfahren (Synonym: Kallusdistraction) wird in Anlehnung an biologische Heilungsprozesse nach der Knochenfraktur durch das voneinander entfernen der beiden Bruchstücke eine Neuproduktion von Knochensubstanz im Bruchspalt erreicht. Die Verknöcherung des in dem Bruchspalt sich bildenden Kallus führt zu einer Substanzzunahme und damit Vergrößerung der vertikalen Distanz des Alveolarkamms. Im Seitenbereich des Oberkiefers ist dieses Verfahren und auch die **Sandwichtechnik** aufgrund der geringen Resthöhe des Knochens nicht indiziert.

d. Knochenaugmentationsmaterialien:

Zur Vergrößerung des Knochenvolumens innerhalb der Kieferhöhle stehen unterschiedliche Materialien zur Verfügung, die aufgrund ihres Ursprungs klassifiziert werden:

i. Autogenes oder autologes Knochentransplantat:

Transplantation innerhalb desselben Individuums

ii. Allogenes Knochenersatzmaterial:

Transplantation innerhalb derselben Spezies

iii. Xenogenes Knochenersatzmaterial:

Verpflanzung zwischen Individuen verschiedener Spezies

iv. Alloplastisches Knochenersatzmaterial:

Vollsynthetisch hergestelltes Knochenersatzmaterial

Von vielen Autoren wird in der Literatur das autogene Knochentransplantat noch immer als Goldstandard genannt. Es muss aber an dieser Stelle erwähnt werden, dass in einer Nachuntersuchung von Del Fabbro et al an 6913 Implantaten über 16 Jahre eine Implantaterfolgsrate von über 90% in Sinusaugmentaten mit alloplastischem oder xenogenem Ersatzmaterial nachgewiesen werden konnte (3).

4.) Risiken beim Sinuslift:

Die in der Literatur genannten Morbidität- und Komplikationsrate beim Sinuslift in den Sinus maxillaris ist gering. Dazu gehören die akute und chronische Sinusitis, die Mucocelen, Cysten, der Verlust von Augmentationsmaterial in die Kieferhöhe und Hämatome (16). Zudem besteht während des Eingriffs die Gefahr der arteriellen Verletzung der Gefäße in der lateralen Kieferhöhlenwand und der Kieferhöhlenschleimhaut.

Laut Untersuchungen von Mardinger (17) an 288 Patienten und Kieferhöhlen, wurde an 114 Kieferhöhlen (55%) deutliche arterielle Anastomosen der a. alveolaris superior posterior und der a. infraorbitalis in der lateralen Kieferhöhlenwand nachgewiesen, die im Durchschnitt in einem Abstand zum Kieferkamm von 16,9 mm cranial verliefen. Die Arterien wiesen in der CT Aufnahme einen Durchmesser von 1-2 mm in 26% der Fälle auf, es konnten aber auch durchaus stärkere Gefäße nachgewiesen werden, die sich in 7% der Fälle darstellten. Mardinger empfahl, das laterale Fenster in einem Abstand von 15 mm zum Alveolarkamm zu eröffnen.

Das Entfernen der Molaren und Prämolaren im Oberkiefer führt zu einer Atrophie der Knochenhöhe, einem Verlust der Knochenbreite, bedingt durch den Verlust des Bündelknochens und einer Reduktion der Restknochenhöhe oberhalb des Sinus.

Beachtet man, dass in einem stark atrophierten Kieferkamm sich somit das laterale Fenster in direktem Kontakt zu den Anastomosen der arteriellen Versorgung befindet, scheint Vorsicht in solchen Fällen geboten und die Wahl des Zugangs, ob lateral oder nicht doch besser crestal, zu Gunsten des crestalen Fensters fallen sollte.

Pikos (18) zufolge sind **Perforationen/ Rupturen** der Schneider'schen Membran die am häufigsten auftretenden Komplikationen während des Sinuslifts. Wallace (19) und Kasabah et al (20) publizierten Perforationshäufigkeiten, die zwischen 14% und 56% während der Eingriffe auftraten, unter Verwendung rotierender Schleifinstrumente. Ardekian veröffentlichte in seinem Artikel Häufigkeiten, die zwischen 25% und 85% lagen (16).

Problemstellung:

Das Vorgehen des Sinuslifts stellt eine überaus erfolgreiche Maßnahme in der oralen Chirurgie dar, mit Erfolgs- und Implantatüberlebensraten in augmentierten Kieferhöhlen von 95% über einen Zeitraum von 16 Jahren (21). Demgegenüber steht aber die Tatsache, dass bei der Hälfte der durchgeführten Augmentationsmaßnahmen Verletzungen der Schneider'schen Membran auftreten, die durchaus zum Abbruch des Sinuslifts führen können. Es fällt auch auf, dass in der Literatur das Risiko nicht durchgängig bei ca. 50% beschrieben wird, sondern mit einer Bandbreite zwischen 14% - 56% (19) (20) oder, wie oben aufgeführt, sogar zwischen 25% und 85% (16) eine breite Streuung erfährt. Das lässt die Schlussfolgerung zu, dass der chirurgische Eingriff während des Sinuslifts **multifaktoriell** beeinflusst wird und das erhöhte Verletzungsrisiko nicht nur mit technischen Schwierigkeiten begründet werden kann. Bedingt durch anatomische Unterschiede variiert das Risiko während des Eingriffs und nachfolgend sollen die unterschiedlichen Ursachen dafür geklärt werden.

Dafür wurde den unten aufgeführten Fragen nachgegangen und in den Datenbanken und Suchmaschinen Google, Pubmed, Bling nach den entsprechenden Kriterien recherchiert.

a. Rupturen:

A. Welche Gründe werden in der Literatur genannt, die zu einer Ruptur führen?

b. Risikoeinschätzung:

B. Gibt es für den Chirurgen Möglichkeiten im Vorwege das Risiko seines Eingriffs speziell bei dem ihm vorliegenden Fall zu eruieren?

c. Technische Hilfsmittel:

C. Welche Maßnahmen können ergriffen werden, um den Eingriff technisch risikoärmer zu gestalten?

d. Klassifikation von Rupturen:

D. Wie werden die Verletzungen und Einrisse der Schneider'schen Membran klassifiziert?

e. Deckung von Rupturen:

E. Welche therapeutischen Möglichkeiten werden dem Chirurgen empfohlen, die eingerissene Kieferhöhlenmucosa zu verschließen und zu decken?

f. Implantaterfolgsrate:

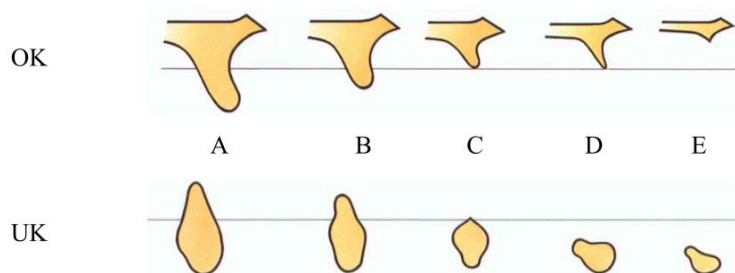
F. Hat der augmentierte Knochen, bedeckt durch eine verletzte aber verschlossene Kieferhöhlenschleimhaut die gleiche Tendenz zur Regeneration und Ossifikation wie die unversehrte, vor dem Hintergrund der Implantaterfolgsrate.

A. Welche Gründe werden in der Literatur genannt, die zu einer Ruptur führen?

In der Literatur werden hauptsächlich technische Schwierigkeiten als Grund für die Rupturen genannt (16). Perforationen entstehen, wenn die buccale knöcherne Wand nach der Präparation des Fensters in die Kieferhöhle hineingedrückt wird. Sie können aber ebenso entstehen, wenn das Periost der Schneider'schen Membran crestal oder mesial der knöchernen Begrenzung abgelöst und eleviert werden soll. Ebenso wird die Gefahr der Ruptur durch Unebenheiten am Boden des Alveolarkamms hervorgerufen, z.B. durch vorhergegangene Entzündungen nach Extraktionen der Molaren (22-24). Ardekian konnte in seiner Untersuchung eine signifikante statistische Korrelation zwischen der Restknochenhöhe und der Rupturanfälligkeit während des Sinuslifts nachweisen. Demnach erhöhte sich die Rupturgefahr bei einer Restknochenhöhe von < 3mm auf 85%, wohingegen sich die Häufigkeit bei einer Restknochenhöhe von > 6mm auf 25 % reduzierte (16). Van der Berg bezeichnet in seiner Studie das Fehlen von Knochen als einen Hauptfaktor für die Membranperforation, die er in erster Linie auf das schwierige technische Vorgehen zurückführte, bzw. auf die Schwierigkeit bei dem Fehlen des Knochens die großflächig pneumatisierte Kieferhöhlenschleimhaut mit dem Periost verletzungsfrei anzuheben (23). Wallace ging in seiner Publikation u.a. der Frage nach, zu welchem Zeitpunkt die technischen Probleme während des Sinuslifts auftraten. Er kam zu dem Schluss, dass in den häufigsten Fällen, in denen Perforationen der Schleimhaut auftraten, rotierende Instrumente zum Einsatz kamen, oder aber die nachfolgend

benötigten Handinstrumente zum Ablösen des Periostes eine Perforation hervorriefen (19). Keiner der Autoren nannte Gründe, die auf die eingeschränkte visuelle Übersicht zurückzuführen waren, obwohl wir aus eigener Erfahrung wissen, dass bei stark atrophen Kiefern (Lekholm and Zarb D and E Klassifikation 1985) der laterale Zugang zur Kieferhöhle limitiert ist. Zumeist muss dann das laterale Fenster durch den processus zygomaticoalveolaris gewählt werden, der zudem den Eingriff stark einschränkt und ein vorsichtiges Präparieren von Weichteilen in der Kieferhöhle mitunter verhindert. Die limitierte Übersicht während des Eingriffs ist sicherlich als zusätzlicher Grund in stark atrophierten Fällen für das vermehrte Perforationsrisiko zu sehen.

- **Beurteilung der Knochenquantität nach Lekholm und Zarb (Lekholm U., Zarb G. 1985):**



- | | | |
|---|---|--|
| A | = | fast vollständiger Alveolarkamm erhalten |
| B | = | geringfügige Resorption des Alveolarkamms |
| C | = | fortgeschrittene Resorption des Alveolarkamms bis zum Basalbogen |
| D | = | beginnende Resorption des Basalbogens |
| E | = | extreme Resorption des Basalbogens |

Abb.11. Klassifikation von Resorptionsstadien des Knochens (aus Lekholm U., Zarb G. 1985)

B. Gibt es für den Chirurgen Möglichkeiten im Vorwege das Risiko seines Eingriffs speziell bei dem ihm vorliegenden Fall zu eruieren?

Da sich offensichtlich auch die Beschaffenheit der Schleimhaut mit zunehmender Resorption des Knochens verändert, sollte auch die Weichteilproblematik im Zentrum

der Betrachtung stehen, denn es scheint, dass die technischen Probleme nicht ausschließlich verursachend für die Komplikationen während des Eingriffs sind. Aimetti untersuchte den Zusammenhang zwischen der **Schleimhautdicke** und dem **Biotypus** des Patienten und deren möglichen Korrelation. Dafür wurden 20 Patienten mit dicker und 9 Patienten mit dünnen Schleimhautverhältnissen bzw. dünnem Biotypus nachuntersucht. Die durchschnittliche Dicke der Schneider`schen Membran betrug 0,97 +/- 0,15mm, die individuell variierte. Bei den Patienten mit dickem Schleimhauttypus wies die Kieferhöhlenschleimhaut im Mittel eine Dicke von 1,26mm auf, +/- 0,14mm auf, und lediglich 0,61mm +/- 0,15mm bei der Patientengruppe mit dünnem Biotypus. Die Korrelation zwischen Dicke und antraler Mucosa und dem periodontalen Phenotypus war statistisch signifikant. Demnach schien die Dicke der Gingiva ein Indiz und ein verlässlicher Parameter bei der Einschätzung der Dicke der Kieferhöhlenschleimhaut zu sein (25). Yilmaz ging ebenfalls der Frage nach, ob eine Verbindung zwischen gingivalem Phenotypus, der Restknochenhöhe oberhalb der Kieferhöhle und der Dicke der Schneider`schen Membran nachgewiesen werden kann. Dafür wurden 64 Patienten in die Untersuchung mit einbezogen, an denen 122 Sinuslifts durchgeführt worden waren. Auch er konnte in seiner Untersuchung zumindest einen deutlichen Einfluss der genannten Faktoren auf die Perforationsgefahr nachweisen (26). Je dünner der Restknochen und die damit verbundene Schleimhaut, desto größer die Perforationsgefahr. Damit unterstützt er die These von Ardekian, der in seiner Patientengruppe ebenfalls die Verbindung zwischen **Restknöchelhöhe und Rupturgefahr** der Kieferhöhlenschleimhaut postuliert (16).

C. Welche Maßnahmen können ergriffen werden, um den Eingriff technisch risikoärmer zu gestalten?

Der Gebrauch von rotierenden Instrumenten bei der Eröffnung des lateralen Fensters zur Kieferhöhle scheint laut Pikos mit einer erhöhten Komplikationsrate verbunden (13). Seit Einführung der **Piezotomtechnik** gibt es Bemühungen diese scheinbar sichere Vorgehensweise auch in der Sinusliftchirurgie zu etablieren. In einer der ersten Veröffentlichungen im Jahr 2001 durch Vercellotti, Nevins et al. wurde von einer neuen Technik der knöchernen Eröffnung des lateralen Fensters zu Kieferhöhle berichtet, mit der sie deutlich schneller und sicherer operieren konnten. An 15

Patienten wurden 21 Sinuslifts durchgeführt, dabei schilderten sie eine Erfolgsrate von 95% bei der Verwendung durch piezoelektrischen Instrumente, bei der lediglich eine Perforation an einem Septum in der Kieferhöhle dokumentiert wurde. Besonders hoben sie hervor, dass erstmals die Schneider'sche Membran mit einer durch Ultraschall unterstützten Technik mittels physiologischer Lösung einfach abgelöst werden konnte, ohne Verletzung der Membran (27).

Der Behauptung, diese Technik könne eine Verletzung von Weichteilen verhindern, fehlten bislang die wissenschaftlichen Untersuchungen, die das belegen konnten.

Wallace konnte in einer Nachuntersuchung an 100 durchgeführten augmentativen Eingriffen im Sinus maxillaris eine deutliche Reduzierung der Perforationshäufigkeit bei er Verwendung mit piezotechnischen Instrumenten auf 7% nachweisen, dies wertete er als eine Verbesserung zu dem durchschnittlichen Wert von 30% bei Verwendung der herkömmlichen Methode (19). Die Vorteile dieser ultraschallunterstützten Technik schienen offensichtlich, jedoch stellte sich Seoane et al 2012 die Frage, ob denn der Erfolg dieser Technik auf die Erfahrung des Chirurgen zurückzuführen ist, oder eine wirkliche Verbesserung im chirurgischen Vorgehen darstellt.

Es wurde ein vergleichender Versuch zwischen 10 erfahrenen Chirurgen und weniger erfahrenen Anwendern durchgeführt, denen zur Aufgabe gestellt war, unter gleichen Bedingungen einen Sinuslift mit Piezotomen und mit Handinstrumenten durchzuführen. Von den 80 an Lämmern durchgeführten Sinuslifts gab es 9 (11,2%) Perforationen, alle bei den Chirurgen mit weniger Erfahrung. Membranelevation mit Handinstrumenten verursachten 5 Perforationen (40%), in der Gruppe mit den rotierenden Instrumenten, wohingegen lediglich 1 Perforation in der Gruppe mit der Piezotomtechnik verursacht worden waren. Die Experten in der Gruppe verursachten keine Perforationen. Des Weiteren wurden die Größen der Schleimhautdefekte bestimmt, die in der Gruppe mit den rotierenden Bohrern größer ausfielen, als bei der piezoelektrischen Gruppe. Es wurde geschlussfolgert, dass der Gebrauch von piezoelektrischen Instrumentarium die Häufigkeiten der Perforationen bei den ungeübten Chirurgen reduziert und demnach eine sicherere Methode zur Elevation der Kieferhöhlenmucosa darstellt (28).

Zu diesem Schluss kommen auch Toscano et al.. In einer Nachuntersuchung von 56 Fällen gingen sie der Frage nach, inwieweit die Piezotomtechnik Verletzungen der Anasotomosen der A. infraorbitalis und der A. alveolaris superior posterior in der lateralen Kieferhöhlenwand und der Schneiderschen Membran verursachen könnte, im Vergleich zu der herkömmlichen Methode mit rotierenden Instrumenten. In dieser retrospektiven Untersuchung wurden keine Verletzungen durch Piezoinstrumente in den arteriellen Anastomosen beobachtet und lediglich vereinzelte Perforationen (in 3,6% der Fälle) traten bei der Verwendung zusätzlicher Handinstrumente beim Elevieren der Kieferhöhlenmucosa auf. (29)

Ein weiterer Vorteil der Piezotomtechnik gegenüber dem scheinbar minimalinvasiven Verfahren des internen Sinuslifts ist das Fehlen der durch die Osteotomtechnik häufig auftretenden subjektiven Beschwerden, wie z.B. Vertigo. Denn bedingt durch die bei der Summerstechnik verwendeten Instrumente, mit denen die notwendigen frakturierende Maßnahmen mittels Hämmern und Osteotomen durchgeführt werden, treten zum Teil postoperativ Beschwerden bei den Patienten auf (30).

Ein von der **Piezotomtechnik abweichendes Vorgehen** beschreibt das craniale Anheben der Kieferhöhlenschleimhaut über einen crestalen Zugang unter Verwendung eines „**Waterliftsystems**“. Der Zugang zur Schneiderschen Membran wird auf herkömmliche Weise mit rotierenden Bohrern herbeigeführt. Ein mit Flüssigkeit gefüllter Ballon wird nachfolgend über einen minimalen crestalen Zugang durch Injektion einer Spülflüssigkeit gefüllt und eleviert währenddessen die Schleimhaut der Kieferhöhle. Die Autoren Bensaha et al haben diese Technik an 25 Sinuslifts durchgeführt und dabei keine Perforationen durch den minimalinvasiven Zugang erkennen können. Parallel dazu wurden Patienten einer Gruppe behandelt, die nach der herkömmlichen Methode durch ein laterales Fenster zum Sinus operiert wurden. Es wurde eine Perforationsrate von 24% dokumentiert, die mit herkömmlichen Instrumenten und Piezogeräten durchgeführt worden ist (31).

Kim et al veröffentlichten 2010 einen Artikel in dem ebenfalls mit dieser Technik gearbeitet worden war. Es wurden 66 crestale Sinuslifts durchgeführt, bei denen in zwei Fällen Rupturen mit dem Waterlift auftraten. Zum Einen führte er dies auf eine vorhergehende Entzündung der Kieferhöhle zurück, zum Anderen trat die zweite Verletzung der Membran nicht während des Bohrens auf, sondern erst bei der Elevation der Schleimhaut durch den Ballon, bedingt durch ein zu excessives

Befüllen. Ein Fehler in der Handhabung. Er schlussfolgerte, dass diese Technik ein sicheres Instrument in der Sinusliftchirurgie darstellt (32).

D. Wie werden die Verletzungen und Einrisse der Schneider`schen Membran klassifiziert?

Dem Thema der Klassifikation von Rupturen der Kieferhöhlenschleimhaut während des Sinuslifts wurde bislang wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Entsprechend gering sind die Literaturhinweise, obwohl der Klassifikation eine besondere Wichtigkeit beigemessen werden sollte, um im Rahmen der Prognostik eines chirurgischen Vorgehens auch das „worst case scenario“, also das Vorgehen bei der totalen Ruptur der Kieferhöhlenmucosa, mit einer entsprechenden Therapie begegnen zu können. Eine einheitliche Klassifikation fehlt demnach. Grundsätzlich werden in der Einteilung der Rupturen zwei unterschiedliche Ansätze gewählt. Die eine Gruppe um z.B. Chen et al (33), Pikos (18), Hernandez- Alfaro et al (5) , wählten die Defektgröße als Einteilung, wohingegen Fugazotto und Vlassis sich auf die Lokalisation der Defekte in der Kieferhöhlenmucosa bei dem lateralen Vorgehen bezogen (35) . Grundlage ist hier das von Boyne und James beschriebene Vorgehen (4).

Chen et al. (33) entwickelten 2011 eine Klassifikation zur Deckung rupturierter Kieferhöhlenschleimhaut bei einem von ihnen entwickelten crestalem Vorgehen und unterteilten diese in Klasse I-V Defekte, in Abhängigkeit der Defektgrößen der Schneider`schen Membran (Tabelle 1). Entsprechend der Defektmorphologie empfahlen sie spezielle Augmentationstechniken, kombiniert mit nahttechnischen Maßnahmen während des Sinuslifts. Sie verzichteten dabei auf die Verwendung von zusätzlichen alloplastischen Materialien zur Deckung der Defekte. Die von ihnen gewählten Termini beziehen sich auf das von ihnen entwickelte crestale Verfahren und konnten in keiner anderen Publikation gefunden werden.

Crestale Perforationsgröße, Klassifikation und Reparaturtechnik / Chen et al.

	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
Größe	< 2mm	2-5mm	Komplett zerrissen	Knöcherner Defekt zur Kieferhöhle, aber KSH intakt	Mund-Antrum Verbindung besteht
Reparatur technik	Verschließt sich von selbst, Sinuslift wird fortgeführt	Kieferhöhlen-schleimhaut (KSH) wird mit „ sinus membrane folding technique “ verschlossen. Präparation der dem Defekt umgebenen Ränder der Weichgewebe und Übereinanderlegen der KSH.	Abbruch der Operation und verspäteter Sinuslift mit der „ Delayed sandwich technique “	„ sandwich technique “: Beschreibt das Auffüllen der Kavität mit autologem Knochen und das Übereinanderlegen der KSH	„ invagination technique “ Die dem Defekt überlappenden Ränder werden übereinander gelegt und vernäht

Tabelle 1: Klassifikation von Rupturen und deren Reparatur (aus Chen et al: Sinus perforation: Treatment and Classifications (33))

Bei mittleren Defektgrößen von 2-5mm werden durch spezielle plastische Maßnahmen (*sinus membrane folding technique*) (Abb. 11,12) die Ränder der

Schleimhaut übereinandergelegt und verschließen sich zumeist von selbst. Der Sinuslift kann weiter durchgeführt werden. Bei großen Defekten der Schleimhaut über 5mm wird ein zweizeitiges Vorgehen bevorzugt, um nach der Naht und der Augmentation ein Ausheilen des Augmentats und der Schleimhaut zu gewährleisten. Erst in einer zweiten Operation wird die Implantation vorgenommen (Klasse 3) (Abb. 13-15). Sie verzichten dabei auf den Gebrauch einer Membran. Chen et al beziehen ihre Klassifikation sowohl auf frische Mund-Antrumverbindungen, die entweder bei Extraktionen bzw. während der Implantation auftraten, oder länger bestanden. Die Verbindungen zur Kieferhöhle wird minimalinvasiv klein gehalten, ein crestales Fenster im Sinne eines gestielten Knochendeckels, wie bei dem lateralen Vorgehen nach Boyne and James (4), fehlt.

Bei persistierenden Mund-Antrumverbindungen, (Abb. 17-23) (Klasse 5), wird das in Verbindung zur Kieferhöhle umwachsene Gewebe vom Knochen abgehoben und das Periost der Kieferhöhlenschleimhaut umnäht. In der gleichen Sitzung wird der Sinuslift weiter durchgeführt.

Abbildungen Chen et al. (Abb. 11-23)

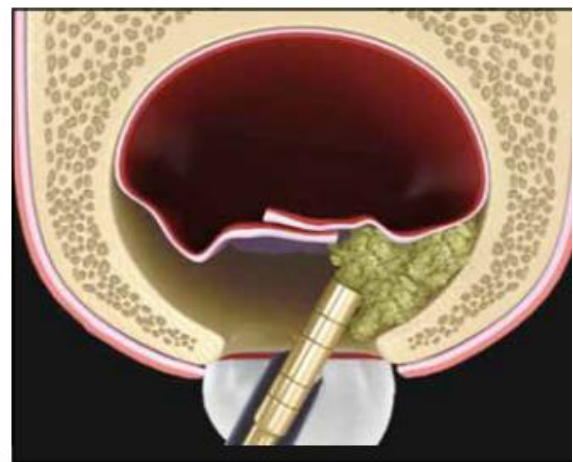
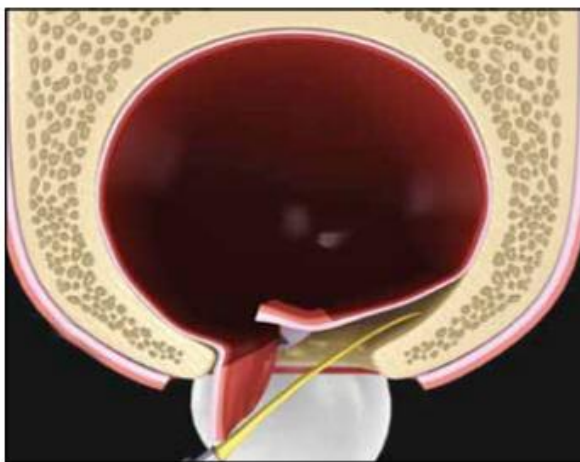


Abb.11 **Klasse 2** Perforation: Das Periost wird von der Kieferhöhlenschleimhaut präpariert

Abb.12 **Klasse 2** Die Schleimhaut wird übereinandergelegt und verschließt sich von selbst Das Augmentat wird eingebracht und kondensiert

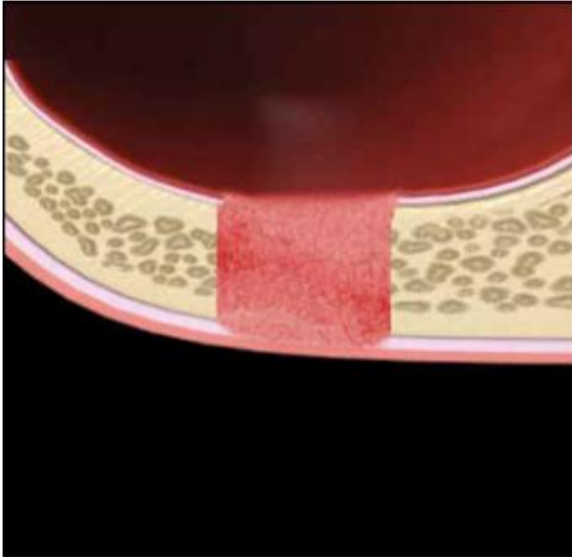


Abb.13 Ausgeheilte **Klasse 3** Perforation. Die Mund-Antrumverbindung ist verschlossen und die Weichteile sind verheilt.

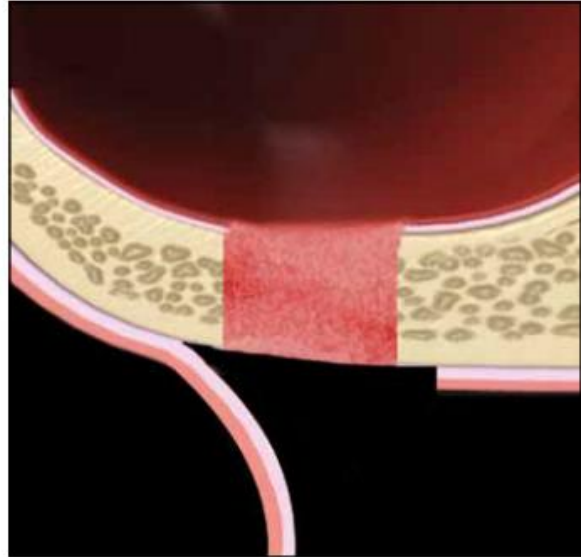


Abb. 14 **Klasse 3** Das Granulationsgewebe verbleibt verbunden mit dem Periost der Schneider'schen Membran, es wird ein Mucoperiostlappen eleviert.

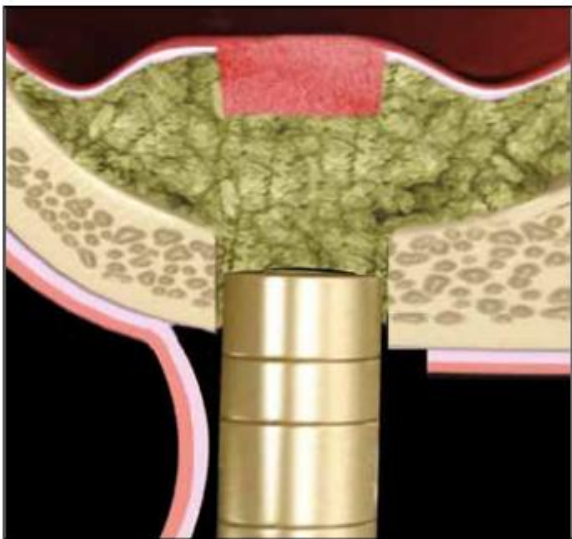


Abb.15 **Klasse 3** Interner Sinuslift zusammen mit dem Granulationsgewebe und nachfolgender Augmentation

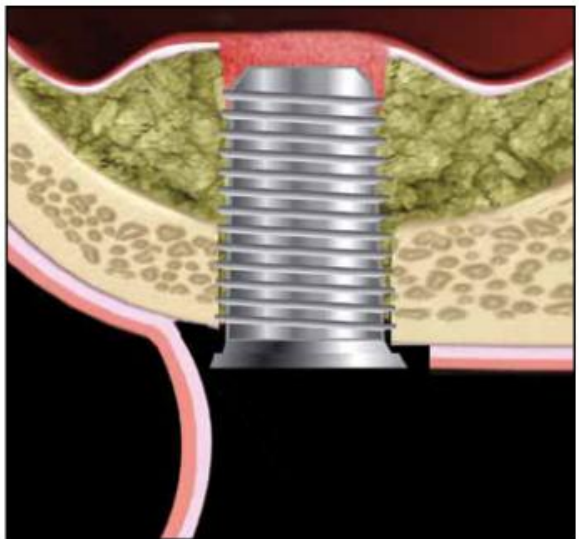


Abb. 16 **Klasse 3** Zeitgleiche Implantation in das Augmentat

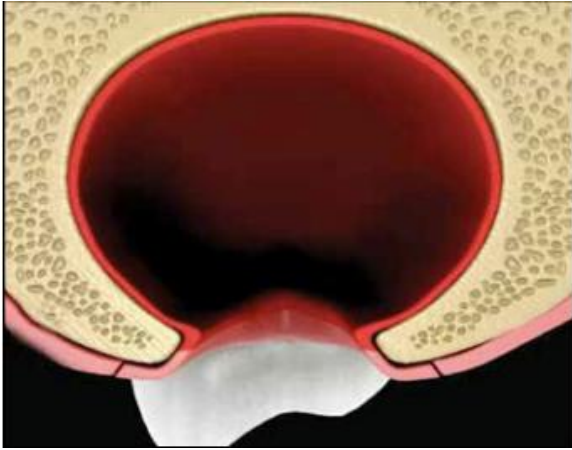


Abb.17 **Klasse 5** Umschnitte Mund-Antrumverbindung, durchgängige Verbindung zur Kieferhöhle besteht

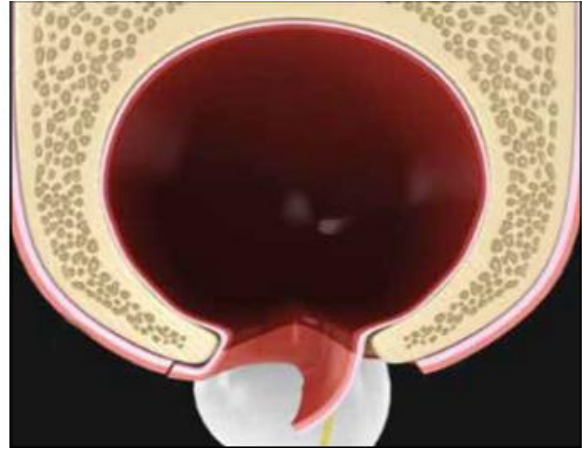


Abb.18 **Klasse 5** Der Defekt wird umschnitten und ein Mucosalappen mobilisiert. Dabei wird das Periost der Gingiva der Schneider'schen Membran intakt gelassen und die Gingivaränder in dem Defekt übereinandergelegt.

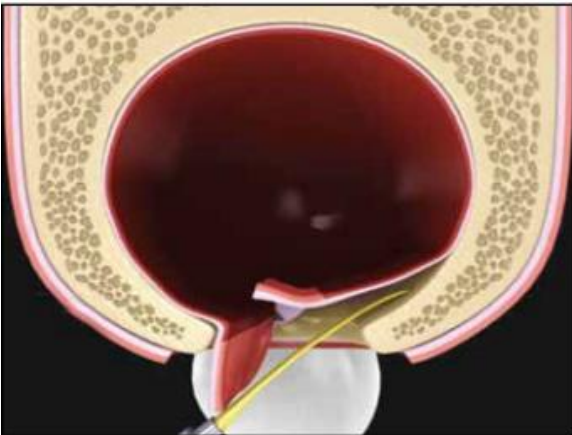


Abb.19 **Klasse 5** Perforation initiale Elevation des Periostes in der Kieferhöhle

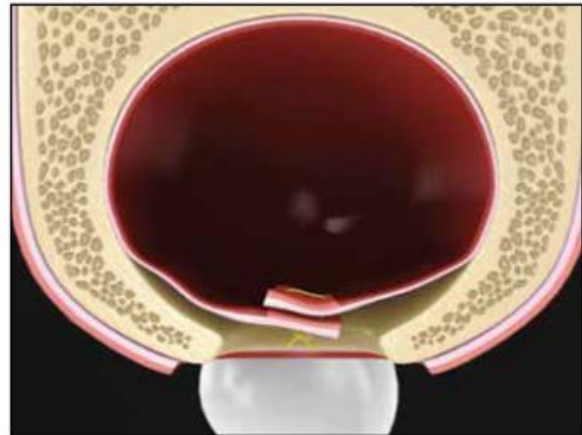


Abb.20 **Klasse 5** Perforation vernäht nach dem vollständigen Verschluss der rupturierten Schleimhaut

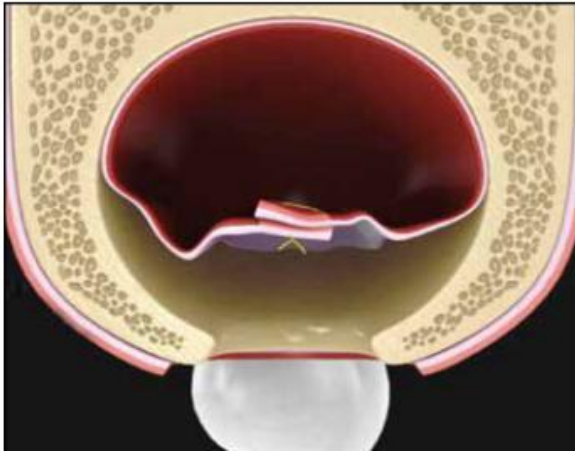


Abb.21 **Klasse 5** Die Schneider'sche Membran wird weiter eleviert

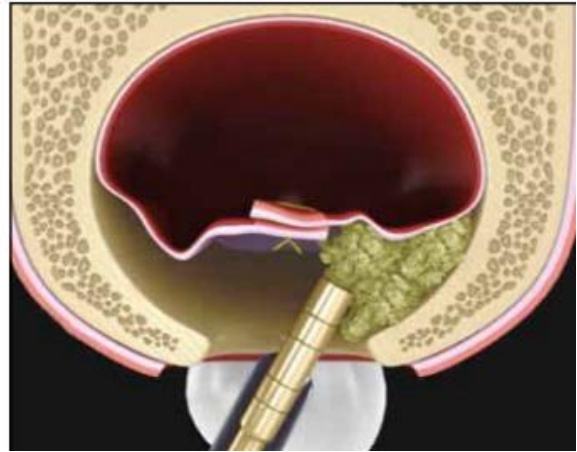


Abb.22 Und das Augmentat eingebracht

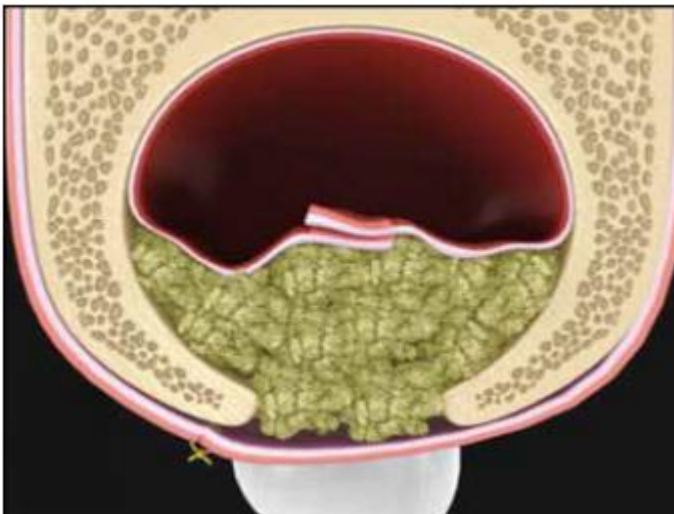


Abb.23 Plastische Deckung des Defektes.

Abb.: 11-23 Deckung der Kieferhöhlenschleimhaut und Klassifikation der Rupturen (aus: Chen et al Sinus Perforation: Treatment and Classifications, The Journal of Implant & Advanced Clinical Dentistry (33))

Der Unterschied der Klassen 4 und 5 besteht darin, dass in der Klasse 4 die Weichteile verschlossen sind, jedoch der knöcherne Defekt noch vorhanden ist. In der Klasse 5 besteht eine komplette Mund-Antrumverbindung, ohne Weichteilverschluss.

Pikos (34) teilte die Verletzungen der Kieferhöhlenmucosa ebenfalls nach deren Größe ein. Dabei wird die Defektmorphologie während des lateralen Zugangs zur Kieferhöhle nicht weiter beschrieben, sondern vielmehr die chirurgischen Möglichkeiten zur Deckung der Membranverletzung hervorgehoben, in Abhängigkeit zur Defektgröße. In seinem Artikel richtet er sein Augenmerk auf die wichtige arterielle Versorgung des Augmentats, bei gleichzeitiger Abdichtung des partikulierten Augmentats zum Antrum. Nach seiner Meinung beginnen die von dem Chirurgen zu deckenden Defekte erst bei einer Größe von 2mm, können aber auch eine Größenordnung von bis zu 1,5cm aufweisen. Als besondere Herausforderung bezeichnete er dabei die Verletzungen der Kieferhöhlenmucosa, die über 1,5cm groß sind, oder bei denen die Schneider'sche Membran gänzlich zerrissen ist. Für ihn stellt die gänzlich zerrissene Kieferhöhlenschleimhaut keinen Grund dar den Sinuslifteingriff abubrechen (34).

Hernandez-Alfaro et al (5) unterschieden 3 Typen von Perforationen, basierend ebenfalls auf deren Größe:

1. Rupturen, die kleiner als 5mm ausfielen wurden lediglich mit einem resorbierbaren Material vernäht (Vicryl, Ethicon, Norderstedt, Deutschland).
2. Verletzungen mit einer Größe zwischen 5 – 10mm wurden mit einer Kollagenmembran bedeckt, zudem wurde der bei dem von Boyne and James (4) beschriebene buccale Knochendeckel in das Antrum hinein, auf die Kieferhöhlenschleimhaut gelegt, zur Unterstützung der Kollagenmembran.
3. In Fällen mit Defekten > 10mm wurde eine der nachfolgenden beiden Methoden angewandt:
 - a. Verschluss der Perforation mit dem bukkalen Fettpropf,
 - b. oder Einbringen eines autogenen Knochenblocks aus der Symphyse des Kinns, bzw. eines retromolarer Blocks.

In solchen Fällen musste der eigentliche Sinuslift unterbrochen und zu einem späteren Zeitpunkt erneut vorgenommen werden.

Die in der Literatur häufig erwähnte Einteilung von Rupturen basiert auf einer Klassifikation von Vlassis und Fugazzotto et al. aus dem Jahr 1999 (22), die sie im Jahr 2003 durch eine vereinfachte Version ersetzen (35) (Tabelle 2). Die Klassifikation bezieht sich auf die Lokalisation der rupturierten Schleimhaut ausgehend vom seitlichen Zugang zur Kieferhöhle und deren Größe. Eine Einteilung, die dem Kliniker die Möglichkeit objektiver Datensammlung über Rupturen der Kieferhöhlenschleimhaut ermöglichen sollte und des Weiteren dem chirurgisch tätigen Zahnarzt Hilfe zur Deckung der Verletzungen anbietet. Ausgehend von Verletzungen, die während des lateralen Zugangs beim Sinuslift auftreten, wurden von den Autoren 3 Klassifikationen gewählt und deren möglichen Optionen zur Deckung.

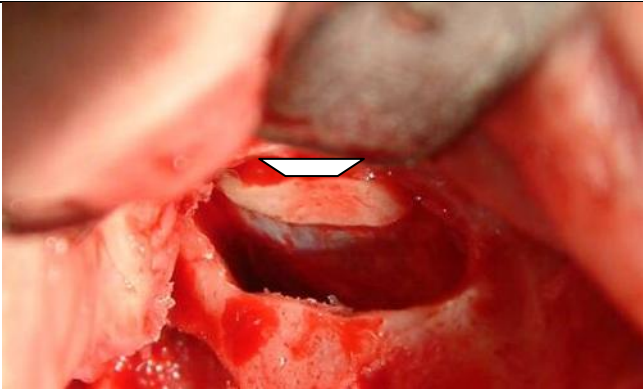
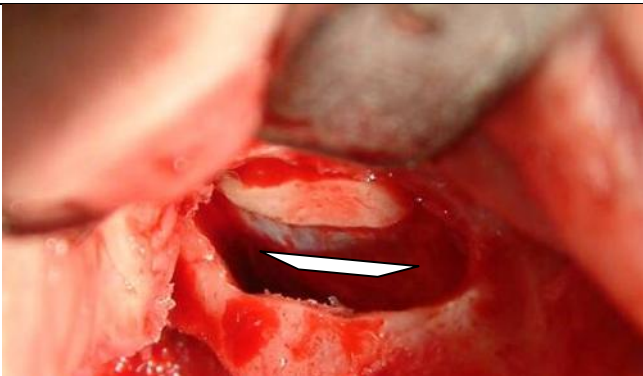
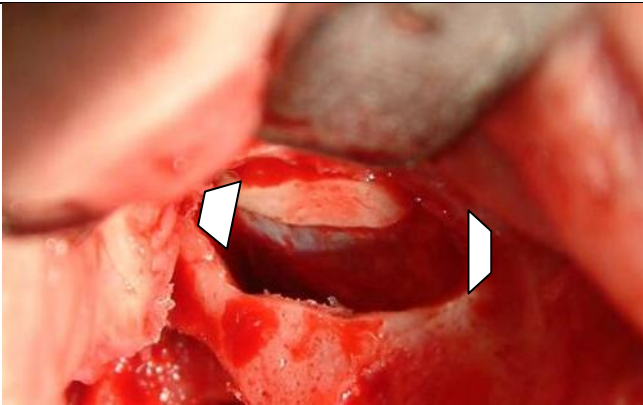
**A simplified classification and repair system for sinus membrane perforations
(Fugazzotto und Vlassis 2003)**

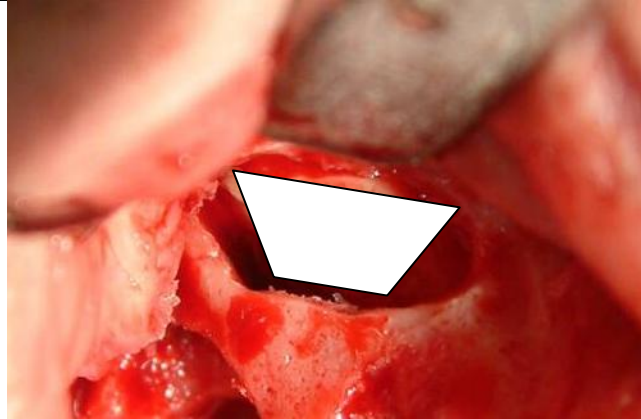
Perforationstyp	Beschreibung	Reparaturmethode	Zeitpunkt der Implantation
Typ 1	<i>Entsteht im höchsten apicalen Bereich des lat. Fensters</i>	<i>Verschließt sich spontan</i>	<i>Fahre mit Implantation fort, gleichzeitige Implantation möglich</i>
Typ 2A	<i>Entsteht entlang des lateralen oder coronalen Bereiches des Fensters. Der Sinus dehnt sich 4-5 mm über die Perforation hinaus aus.</i>	<i>Vergrößere das Fenster, um intakte Membran zu mobilisieren. Ruptur wird mit Kollagenmembran gedeckt.</i>	<i>Fahre mit Implantation fort, gleichzeitige Implantation möglich</i>
Typ 2B	<i>Unterscheidet sich von der unter 2A genannten Perforation, die an den Rändern des Fensters lokalisiert ist. Intakte Membran kann nicht mobilisiert werden.</i>	<i>Kollagenmembran wird über die Ränder des knöchernen Fensters hinaus fixiert und in den Sinus gelegt.</i>	<i>Fahre mit Implantation fort, gleichzeitige Implantation ist nicht möglich</i>
Typ 3	<i>Entsteht in allen anderen Bereichen des Fensters</i>	<i>Kollagenmembran wird über die Ränder des knöchernen Fensters hinaus fixiert und in den Sinus gelegt.</i>	<i>Fahre mit Implantation fort, gleichzeitige Implantation ist nicht möglich</i>

Tabelle 2: Eine Klassifikation und Reparatursystem bei Perforationen der Kieferhöhlenschleimhaut (aus Fugazzotto und Vlassis : A simplified classification and repair system for sinus membrane perforations (35))

Intraorale Bilder von Görrissen, Defekteinteilung und Therapieempfehlung nach Fugazotto und Vlassis 2003

Darstellung der Defektlokalisierung bei lateralem Vorgehen

Typ 1		
Typ 2A		<p>Ränder der Perforation lassen sich gut elevieren, Defekt wird mit Kollagenmembran verschlossen.</p>
Typ 2B		<p>Ränder der Perforation befinden sich am Rand des Fensters u. können nicht eleviert werden. Kollagenmembran zur Deckung des Defektes wird eingelegt und am seitlichen Knochenrand fixiert. Augmentation möglich, keine Implantation gleichzeitig.</p>

Typ 3

Großflächiger Einriss der Kieferhöhlenmembran, keine Elevation der Mucosaränder möglich, Kollagenmembran wird in die Kieferhöhle eingeschlagen und lateral fixiert. Augmentation möglich, keine Implantation gleichzeitig.

Abb. 24: Darstellung der Defektlokalisierung der Schneider'schen Membran aufgrund der Klassifikation von Fuggazzotto und Vlassis 2003.

E. Welche therapeutischen Möglichkeiten werden dem Chirurgen empfohlen, die eingerissene Kieferhöhlenmucosa zu verschließen und zu decken?

Fast alle genannten Techniken bezogen sich auf Komplikationen die beim externen Sinuslift mit lateralem Zugang auftraten. In der Literatur wird eine ganze Bandbreite an chirurgischen Möglichkeiten zur Deckung der Membranperforationen genannt. Diese beinhalten das Vernähen (22, 35), den Gebrauch von Kollagenmembranen (18, 20, 22, 23, 34), Fibrinkleber (36) (37), autogene (37) oder allogene Knochenblöcke (38), Verschluss der Defekte durch einen lateralen Fettpfropf (39) oder mittels subepitheliale Bindegewebslappen aus dem Gaumen (40) und Abdichtung mit oxigener Zellulose (41). Alle diese Techniken beziehen sich auf Defektgrößen zwischen 2mm bis zu einer Größe von ca. 1,5cm (34). Laut Pikos (34) und Chen et al (33) und Testori et al (42) verschließen sich kleinere Defekte von unter 2mm zumeist von selbst und bedürfen keiner zusätzlichen Reparatur. Schwierig sowohl technisch als auch bedingt durch die zumeist dünne Struktur der Kieferhöhlenmucosa, stellt sich das Vernähen der Kieferhöhlenschleimhaut dar und findet sicherlich in Ausnahmefällen Anwendung, unter Zuhilfenahme von Fibrinklebern. Die Abdeckung der Rupturen mit Oxycellulose wird von Simunek et al (41) beschrieben und wurde u.a. von ihm nicht nur aus ökonomischen Gründen

favorisiert. Mit dieser Methode konnte er 223 verletzte Membranen erfolgreich decken und in einem Zeitraum von 58 Monaten nachuntersuchen. Der Vorteil des Materials liegt in der deutliche Adhärenz an die benachbarten Strukturen und dem dabei natürlichen Verhalten die eingerissene Kieferhöhlenmembran zu verkleben und dadurch zu schützen. Die Membran resorbiert im Vergleich zu Kollagenen deutlich schneller und löst sich schon nach 78 Stunden auf, wohingegen kollagene Membranen bis zu mehreren Wochen Bestand haben können. Dieser längere Schutz geht zu Lasten der arteriellen Versorgung und muss sicherlich kritisch diskutiert werden.

Es zeichnet sich eine deutliche Tendenz in der Literatur zur Deckung der Defekte mit kollagenen Membranen ab. Die größte Gefahr bei der Deckung von Rupturen geht von dem ungenügendem Verschluss des Defektes aus, was dazu führen kann, dass das Augmentationsmaterial in die Kieferhöhle gelangt, oder in dem ungenügend verschlossenem Bereich keine Knochenneubildung in dem Augmentat vorstättengeht (34). Meistens führen große oder vollständige Rupturen der Kieferhöhlenschleimhaut zum Abbruch des Sinuslifts und zur plastischen Deckung des lateralen knöchernen Fensters (5).

Jedoch veröffentlichten Proussaefs und Lozzada 2003 (43) einen Artikel, der sich mit dem Verschluss von vollständig rupturierter Kieferhöhlenschleimhaut befasste, bei gleichzeitiger Augmentation durch alloplastisches Augmentationsmaterial. Dieses Verfahren wird auch als „Loma Linda Pouch technique“, oder im deutschen „Loma Linda Beutel“ bezeichnet. Die dabei beschriebene Technik geht von dem Einbringen einer übergroßen resorbierbaren Kollagenmembran aus, die nicht nur den Riss selbst sondern die gesamte Innenfläche des neu gewonnenen Hohlraumes auskleidet. Die Ränder der Membran überlappen dabei das laterale knöcherne Fenster caudal und cranial komplett, so dass sie flach gegen die Seitenwand des Alveolarkamms gespannt werden. Das Augmentationsverfahren mittels partikuliertem alloplastischem Material verläuft nach Standardprotokoll und der sich darstellende kollagene Beutel wird von lateral befüllt und anschließend die Ränder der Kollagenmembran über dem Augmentat vernäht. Vorteil dieses Verfahrens ist der gleichzeitige Knochenaufbau trotz rupturierter Kieferhöhlenschleimhaut und damit ein zeitlicher Gewinn für den Patienten. Neben dem technisch sehr anspruchsvollen Vorgehen, scheint es zudem sehr schwierig die vollständige Entfernung der

epithelialen Reste innerhalb der Kieferhöhle vorzunehmen, was die knöcherne Ausheilung des Augmentats verhindern würde. Besonders im crestalen Bereich, aufgrund fehlender Einsicht in die Kieferhöhle, muss der Chirurg nach „Gefühl“ vorgehen und präparieren. Zudem darf unter biologischen Aspekten nicht vergessen werden, dass sowohl der crestale Bereich des Alveolarkamms, die mediale als auch laterale knöcherne Wand vollständig von einer dichten, langsam resorbierbaren Membran abgegrenzt werden, was zumindest zeitweilig die arterielle Einsprossung in das Augmentat verhindert. Leider sind in der Literatur keine Langzeitstudien zu finden, die Nachweis einer knöchernen Ossifikation bei dem Loma Linda Beutel bestätigen.

Testori et al haben die Loma Linda Pouch Technik verändert und im Jahr 2008 eine Falldokumentation veröffentlicht, mit einem modifizierten Verfahren des Defektverschlusses. Sie konnten nach 6 und 9 Monaten Histologien vorlegen, die den Nachweis einer knöchernen Reossifikation des Augmentats erbrachten. Ähnlich wie bei dem von Proussaefs und Lozzada beschriebenen Verfahren wird auch von Testori et al (42) eine große Kollagenmembran (Biogide, Geistlich Pharma, Wollhusen, Schweiz) eingelegt, wobei vorab die verbliebenen medialen Reste der Schneider'schen Membran mittels 4/0 Vicrylnähten (Ethicon) lateral an dem knöchernen Rand vernäht worden sind. Diese Nähte, oder „Struts“ wie Testori et al sie nennen, dienen der Unterlage der Kollagenmembran, um sie auch im feuchten Zustand und nach Befüllen durch das partikulierte xenogene Material (Biooss, Geistlich Pharma, Wollhusen) ein Absacken in das Antrum zu verhindern. Auch bei dieser Technik wurde das partikulierte Augmentat vollständig von der Membran umhüllt und lateral durch eine zusätzliche Membran zu dem Periost der Wangenschleimhaut hin abgedeckt.

Testori et al (42) haben sieben wichtige Regeln beim Vorgehen einer Perforation und deren Deckung erlassen:

1. Kleine Perforationen heilen „von selbst“, wenn die Ränder der rupturierten Schleimhaut eleviert worden sind, sie falten sich übereinander und verschließen sich selbst. Der Sinuslift kann fortgeführt werden, ohne Intervention.
2. Die Sinus Membran sollte **nicht** direkt in Kontakt eines Risses angehoben werden, da damit der Defekt vergrößert wird.
3. Wenn möglich, sollte das laterale knöcherne Fenster um den Defekt herum vergrößert werden, um ein Anheben des Periostes der Kieferhöhlenschleimhaut zu ermöglichen.
4. Membranen zur Deckung des Defektes sollten sowohl den Defekt als auch das knöcherne Fenster bedecken, um ein Absacken in das Antrum zu verhindern. Es ist eine stabile Membran, die auch im feuchten Zustand ihre Form behält, zu verwenden.
5. Große abgedeckte Defekte müssen stabilisiert werden, um ein Verschieben des Augmentats und eine erneute Verletzung der gedeckten Kieferhöhlenschleimhaut zu verhindern.
6. Bei dem Gebrauch von xenogenem oder alloplastischen partikuliertem Material sollte autologer Knochen und venöses Blut mit verwendet werden, um die Konsistenz und die Kohäsion des Augmentationsmaterials zu verbessern.
7. Besonders Augenmerk ist auf die aseptische Vorgehensweise zu richten, damit eine bakterielle Kontamination des Augmentats vermieden wird.

Abbildungen 25 – 28 von Testori et al (42)

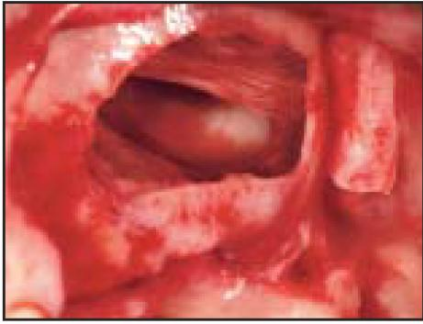


Abb.25: Eröffnung der Kieferhöhle



Abb. 26: Ausschlagen der Membran



Abb.27: Auffüllen mit xenogenem Material

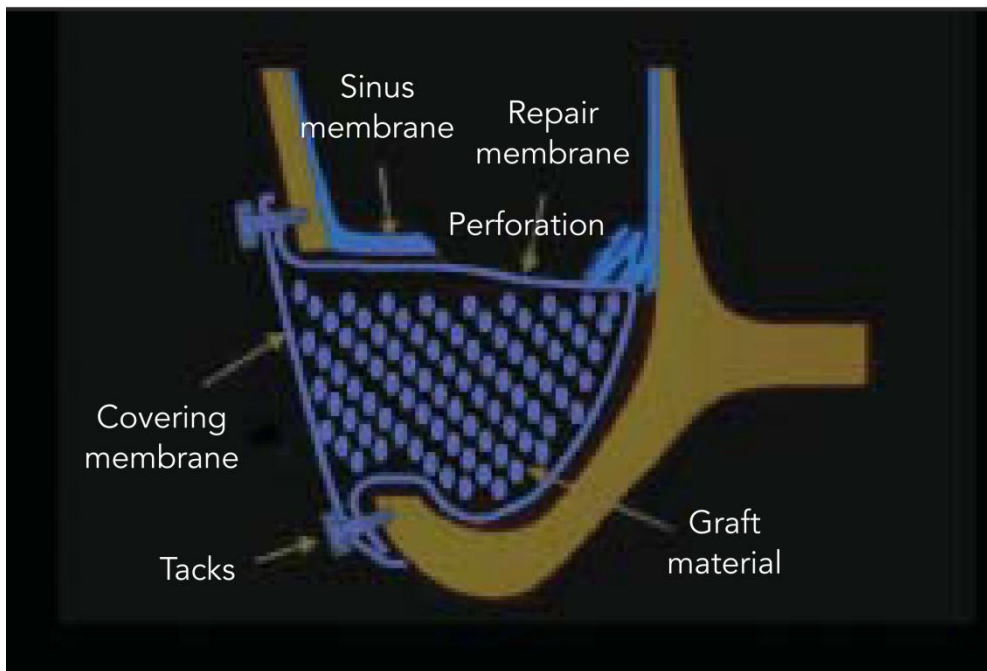


Abb. 28: Skizziertes Vorgehen im Querschnitt, Darstellung des Verschlusses zum Antrum und der Augmentation (Abb. 25 -28 aus Testori et al: Repair of large sinus membrane perforations using stabilized collagen barrier membranes: surgical techniques with histologic and radiographic evidence of success. 2008, (42))

2008 veröffentlichte Pikos eine weitere Modifikation dieser Technik. Er bemängelte die Tatsache, dass mit der Loma Linda Pouch Technik das Augmentat vollständig von einer Kollagenmembran umschlossen und die Blutzufuhr durch die Membran unterbunden würde. Er beschrieb in dem Artikel den Verschluss von großflächig rupturierten Defekten von über 1,5cm Größe und kompletten Perforationen mittels einer kollagenen Membran, die lediglich über den Defekt der Schneider`schen Membran zum Antrum gelegt und an die mediale Kieferhöhlenwand eingeschlagen wird. Lateral wird die Membran an der knöchernen Wand mit Titanpins fixiert. Im Gegensatz zu dem von Proussaefs, Lozzada und Testori et al genannten Vorgehen bliebe sowohl medial, crestal als auch lateral der Kontakt zu den knöchernen Wänden bestehen und die arterielle Versorgung wäre demnach gewährleistet. Histologien wurden in dem Artikel nicht genannt, und alle Autoren befanden, dass weitere wissenschaftliche Untersuchungen nötig wären, um abschließend diese Verfahren beurteilen zu können.

F. Hat der augmentierte Knochen, bedeckt durch eine verletzte aber verschlossene Kieferhöhlenschleimhaut, die gleiche Tendenz zur Regeneration und Ossifikation wie die unversehrte, vor dem Hintergrund der Implantaterfolgsrate?

Jose Vina-Almunia et al (44) haben 2008 eine Literaturarbeit veröffentlicht, die sich mit dieser Frage befasste. Es wurde zu dem Zweck eine Pubmed Recherche durchgeführt und Artikel zwischen 1997 und 2008 ausgewertet, die mit dem Begriff „sinus perforation“ und „membrane perforation“ gefunden werden konnten. Spezifische Kriterien, die dabei in die Untersuchung mit eingeflossen sind, waren:

- a) Der Defekt musste während des Sinuslifts entstanden sein und
- b) die Anzahl der Implantate, die im augmentierten Knochen eingeeilt sind, standen in Bezug zu den perforierten und den unversehrten Kieferhöhlenschleimhäuten während des Sinusliftesingriffs.

In der Studie wurden Tierversuche nicht mitberücksichtigt. Es konnten 59 Artikel unter dem Begriff „sinus perforation“ und 74 Artikel unter dem Schlüsselwort „membrane perforation“ gefunden werden. Es wurden aber lediglich 6 Artikel herausgefiltert, die alle Kriterien trafen. Dabei wurde zudem analysiert, ob es zu einem Abbruch des Eingriffs kam und wie die Perforationen gedeckt worden waren. Zudem wurde die Überlebensrate „survival rate“ der Implantate in verletzten Kieferhöhlen mit denen verglichen, bei denen die Kieferhöhlenschleimhäute während des Eingriffs unversehrt blieben.

In den 6 nachuntersuchten Studien wurde der Sinuslift weiter fortgeführt, unabhängig von der Größe des Defektes. Proussaefs et al (45, 46) haben eine Kollagenmembran auf die Ruptur der Schleimhaut plaziert. Shlomi et al (38) haben den Defekt mit „freeze-dried human lamellar bone“, allogenen kompakten Spenderknochen verschlossen (Lambone). Engelke et al (47) vernähten die Schneider´sche Membran mit Polyglactinnähten (Vicryl). Karabuda et al (48) verwendeten sowohl die Kollagenmembran zur Deckung kleinerer als auch die Nahttechnik in der Kombination, bei größeren Rupturen der Kieferhöhlenschleimhaut. Desweiteren wurde von ihnen auch die Membran an die laterale Kieferhöhlenwand fixiert.

Implantat Überlebensrate:

Einige Autoren befanden, dass eine eingerissene Schneider`sche Membran die Implantatüberlebensrate in dem augmentierten Knochen vermindert: Proussaefs et al (45) fanden geringere Implantaterfolgsraten (69,5%) im Vergleich zu unversehrten Kieferhöhlenschleimhäuten (100%). Khoury (37) fand ebenfalls geringere Erfolgsraten nach verletzten Membranen. Jedoch scheinen die Aussagen nicht einheitlich zu sein. Ardekian (16) und Karabuda et al (48) sahen in der Verletzung der Kieferhöhlenschleimhaut keinen negativen Effekt auf die spätere Implantatüberlebensrate. Hernandez-Alfaro et al beobachteten Überlebensraten die sich umgekehrt proportional zu der Größe der Perforation verhielten. Je größer der Defekt, desto kleiner die Wahrscheinlichkeit einer längeren Überlebensrate des Implantats.

In den 6 genannten Artikeln waren 400 Implantate in augmentierte Kieferhöhlen implantiert worden, bei denen 154 Kieferhöhlen verletzt worden waren. Davon waren 44 Implantate verloren gegangen, was einer Überlebensrate von **88,6%** entsprach. In den unversehrten Kieferhöhlen wurden insgesamt 1363 Implantate platziert, von denen lediglich 26 verloren gingen. Das bedeutete eine Erfolgsrate von **98%**. (Tabelle 3 Vina-Almunia et al 2008)

Anhand der 6 Artikel kann geschlussfolgert werden, dass eine Verletzung der Kieferhöhlenschleimhaut einen negativen Effekt auf die Ossifikation des Augmentats im Sinus maxillaris, als auch die Überlebensrate der Implantate im Augmentat nach sich zieht. Zudem scheint die Größe des Defektes in der Kieferhöhlenschleimhaut einen Einfluss auf die spätere Überlebensrate der Implantate zu nehmen.

Einfluss der Perforation der Schneider'schen Membran auf die Überlebensrate der Implantate im augmentierten Sinus (Vina-Alumunia et al).

Authors	Number of patients	Number of sinus lifts	Number of perforations	Perforation of the membrane	Number of implants placed	Number of implants failed	Survival rate (%)	Follow-up in months
Proussaefs et al. 2003	5	10	5	Yes	11	5	54.5	6-9
				No	10	0	100	
Proussaefs et al. 2004	12	24	12	Yes	21	5	69.5	-
				No	22	0	100	
Shlomi et al. 2004	63	73	20	Yes	68	7	90	24
				No	185	16	91	
Engelke and Capobianco 2005	6	8	1	Yes	2	0	100	7-12
				No	19	1	94.8	
Karabuda et al. 2006	91	-	12	Yes	26	2	92.3	8-72
				No	233	9	96.2	
Hernandez-Alfaro et al. 2008	338	474	104	Yes	272	25	90.8	6
				No	894	0	100	
Total (weighted mean)	-	-	-	Yes	400	44	88.6	-
				No	1363	26	98	

Tabelle 3: Influence of perforation of the sinus membrane on the survival rate of implants placed after direct sinus lift (aus Vina-Almunia et al: Influence of perforation of the sinus membrane on the survival rate of implants placed after direct sinus lift. Literature update. (44))

5.) Der crestale Zugang beim Sinuslift („crestal window technique“)

Indikation:

Das Vorgehen beim externen Sinuslift wird in unserer Tagesklinik von mehreren Faktoren beeinflusst, die in dieser Arbeit in den vorherigen Seiten schon herausgearbeitet worden sind. Wichtig erscheint dabei die richtige Selektion der Patienten, keine Vorerkrankungen der Kieferhöhlen. Dicker versus dünner Phenotypus, bzw. die richtige Einschätzung der knöchernen Situation und die der Weichteile, die den weiteren Ablauf maßgeblich beeinflussen.

Das prächirurgische OPG ist für uns ein obligatorisches diagnostisches Mittel, um die Restknochenhöhe, die Septen, und die Kieferhöhlen zu beurteilen. Anhand der crestalen Knochenhöhe lässt sich das Risiko des chirurgischen Eingriffs erahnen und der chirurgische Eingriff planen. Gegenbenenfalls wird die Anfertigung eines DVTs notwendig.

Restknochenhöhe < 4mm:

Patienten mit einer Knochenhöhe von unter 4mm werden als zweizeitiges Vorgehen geplant mit einem primären Vorgehen nach dem Protokoll von Boyne and James, d.h., der externe Sinuslift mit einer lateralen Fensterung der vestibulären Knochenwand zur Kieferhöhle. Die Gefahr der Ruptur steigt aufgrund der dünnen Schneider'schen Membran exponentiell auf über 60% an, wie vorab schon genannt (16). Ein Sinuslift mit gleichzeitiger Implantation erscheint in diesen Fällen nicht möglich, oder ist aufgrund fehlender primärer Stabilität der Implantate mit einem erhöhten Risiko assoziiert. Der Sinuslift wird bei unkompliziert verlaufendem chirurgischem Vorgehen nach Standardprotokoll durchgeführt und partikuliertes Augmentat, zusammen xenogenes oder alloplastisches Material, mit autologem Knochen vermischt. Das Mischungsverhältnis von autologem und Ersatzmaterial soll möglichst 50/50 betragen. Autologer Knochen wird aus dem Tuber maxillae oder der Linea obliqua des Unterkiefers entnommen. Die Implantation wird nach 5-6 Monaten durchgeführt.

Restknochenhöhe > 4mm:

Bei Restknochenhöhen von über 4mm sieht das chirurgische Protokoll, in Abhängigkeit von der Primärstabilität der Implantate, den lateralen Zugang zum sinus maxillaris und den gleichzeitig durchgeführten Sinuslift mit der Implantation vor. Das Risiko einer Ruptur vermindert sich bei einer Restknochenhöhe auf ca. 25% (16), bedingt durch die veränderten Schleimhautverhältnissen bei weniger stark atrophen Kiefern (25).

Rupturen:

Das chirurgische Protokoll variiert bei Defekten und Verletzungen der Kieferhöhlenschleimhaut. Auf der Grundlage der nach Fugazotto und Vlassis genannten Klassifikation (35) und deren empfohlenen Therapiemöglichkeiten werden kleinere Rupturen (2-5mm) mit einer Oxycellulose (Tabotamp) abgedeckt, die ein Verkleben des Risses aufgrund der guten adhäsiven Eigenschaften der Cellulose gewährleistet. Den Gebrauch von kollagenen Membranen in der Kieferhöhle versuchen wir zu vermeiden, da wir der arteriellen Einsprossung nach kürzester Zeit höchste Priorität einräumen, die nach unserer Meinung durch eine Ummantelung des Augmentats durch Kollagen zumindest vermindert wäre. Diese Aussage basiert auf eigenen mehrjährigen sehr guten Ergebnissen mit der Oxycellulose und unterstützt damit die Aussagen von Simunek et al (41). Rupturen, die wir mit dieser Form von lateral decken, werden von Fugazotto und Vlassis als Klasse II a und II b klassifiziert.

Rupturen >10mm und vollständig:

Bei großflächigen Rissen, die über 10mm ausfallen und deren periostalen Ränder von lateral nicht mehr chirurgisch zu erfassen und zu elevieren sind, favorisieren wir eine weitere chirurgische Vorgehensweise, die wir als **CWT („crestal window technique“)** bezeichnen. Voraussetzung dafür muss aber die noch teilweise bestehende Kontur der Kieferhöhlenschleimhaut sein. Rupturen, bei denen die Ränder der Schleimhäute nicht mehr zu erfassen sind und vollständigen Einblick in das Antrum gewähren, werden in unserer Praxis lediglich plastisch gedeckt, mit dem Ziel eines späteren erneuten Eingriffs. In diesen Fällen wird nach drei Monaten ein weiterer Versuch gewagt und in dem Bereich des knöchernen Defektes ein Spalllappen präpariert, mit dem Ziel das narbige Bindegewebe, das mit der

Kieferhöhlenschleimhaut verwachsen ist, zusammen im Sinus mit dem Knochendeckel anzuheben.

Sowohl Chen et al (33) als auch Vlassis und Fugazotto hatten in ihrer ersten Klassifikation von 1999 (22) die bestehende knöcherne Antrumverbindung als Klasse V Defekt bezeichnet, dem besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte. Wegen der bestehenden chronischen knöchernen Verbindung zur Kieferhöhle erscheinen die periostalen Ränder um den Defekt herum als dünn und fragil, entsprechend schwierig erscheint das Elevieren der Schneider'schen Membran und ist aus eigener Erfahrung des Autors häufig mit Misserfolg verbunden, was zu einem Abbruch des Sinuslifts in der Vergangenheit führte. Das Standardprotokoll sieht eine Vergrößerung des knöchernen Defektes zum Sinus vor, unter Schonung der dem Knochen unterliegenden periostalen Strukturen der Kieferhöhlenschleimhaut. Dieses Vorgehen ist nicht oder nur schwer möglich, da das entscheidende Anheben des dünnen Periostes innerhalb der Kieferhöhle durch fehlende Flexibilität der Schleimhaut unweigerlich zu einem vollständigen Einreißen der Schneider'schen Membran führt. Ähnliche Situationen sind bei Patienten zu erwarten, die eine Restknochenhöhe von unter 4mm aufweisen, demnach ein hohes Risiko einer Ruptur von über 60% bei dem Sinuslift haben (16). Ein Vernähen der zerrissenen Schleimhaut, ist nur in wenigen Fällen möglich und verlangt dem Chirurgen besondere Erfahrung ab. Der Autor verändert sein Protokoll in diesen Fällen und eröffnet sich ein zusätzliches Fenster über einen crestalen Zugang zur Kieferhöhle.

CWT (Crestal Window Technique)

Die CW Technik wird in unserer Tagesklinik als *letzter Versuch vor dem Abbruch* des externen Sinuslifts praktiziert. Dafür müssen nachfolgende Kriterien erfüllt sein:

1. Die Ruptur in der Schneider`schen Membran darf nicht vollständig und muss in der Kontur der Kieferhöhlenschleimhaut noch zu erkennen sein.
2. Der Riss steht unter Spannung und wird durch weiteren Zug geöffnet.
3. Ein weiterer Versuch des Chirurgen die periostalen Ränder zu präparieren würde zum vollständigen Einreißen der Schleimhaut führen.

Weitere Indikationen sind:

1. Nach der Extraktion eines Molaren öffnet sich das Antrum crestal im Bereich der Wurzel. Es erfolgt Verschluss und Sinusaugmentation vom Alveolarkamm aus.
2. Extreme Atrophie des Kieferkamms. Der laterale Zugang muss cranial im Bereich der Crista Zygomatica Alveolaris durchgeführt werden (Lekholm und Zarb Klasse D und E), dadurch:
 - a. Gefahr der Verletzung von arteriellen Anastomosen in der lateralen Kieferhöhlenwand.
 - b. Gänzlich fehlender Einblick in das Antrum und erhöhte Gefahr der Verletzung der Kieferhöhlenschleimhaut.
3. Bedingter vertikaler Aufbau des Kieferkamms, im Sinne einer Auflagerungsplastik, möglich.
4. Gleichzeitige Extraktion eines Molaren und Sinusliftaugmentation.

Material und Methode:

Wir haben für diese Technik Patienten selektiert, die eine Restknochenhöhe von unter 4mm aufwiesen. Unter lokaler Anästhesie wurde ein palatinaler Schnitt auf dem Kieferkamm vollzogen, der leicht palatinal versetzt entlang des Alveolarkamms bis zum Tuber maxillae verlief, mit vertikalen Entlastungsschnitten in das Vestibulum in Höhe Tuber, bzw. regio der Prämolaren.

Es wurden Volllappen präpariert. Für das crestale Fenster wurden keine rotierenden Bohrer verwendet, sondern ein Piezotom mit entsprechender oszillierender Knochensäge (Bild 2) mit dem ein Fenster zum Antrum dargestellt werden konnte. Die Säge konnte dabei durch die Kompakta geführt werden, auch unter Kontakt der Schneider'schen Membran, die darunter nicht gelitten hat.

Nachdem das mobilisierte Knochenfragment von dem umgebenden Hartgewebe gelöst worden ist, wurde es in das Antrum hinein eleviert (Bild 3). Verbunden mit der Schneiderschen Membran apikal diente dieser Knochendeckel als Abschluss zu der Kieferhöhle und bot Schutz vor Verlust des Augmentats. Öffnungen der Schneider'schen Membran verschlossen sich zum größten Teil selbstständig, da durch Ablösen der Kieferhöhlenschleimhaut medial und buccal von den knöchernen Wänden, die Spannung aus der Schleimhaut genommen wurde. Zusätzlich konnten aufgrund der guten Sicht bestehende Rupturen mit Oxycellulose abgedeckt werden (Bild 4).

Der neu gewonnene Hohlraum wurde daraufhin mit einem Gemisch aus autologem Knochen aus dem Tuber und Biooss (xenogenes Biomaterial) aufgefüllt (Bild 5) Abschließend wurde ein Knochenblock aus dem Tuber extrahiert (Bild 6) und dem Augmentat aufgelagert bevor das crestale Fenster mit einer Biogide Kollagenmembran abgedeckt und verschlossen wurde.

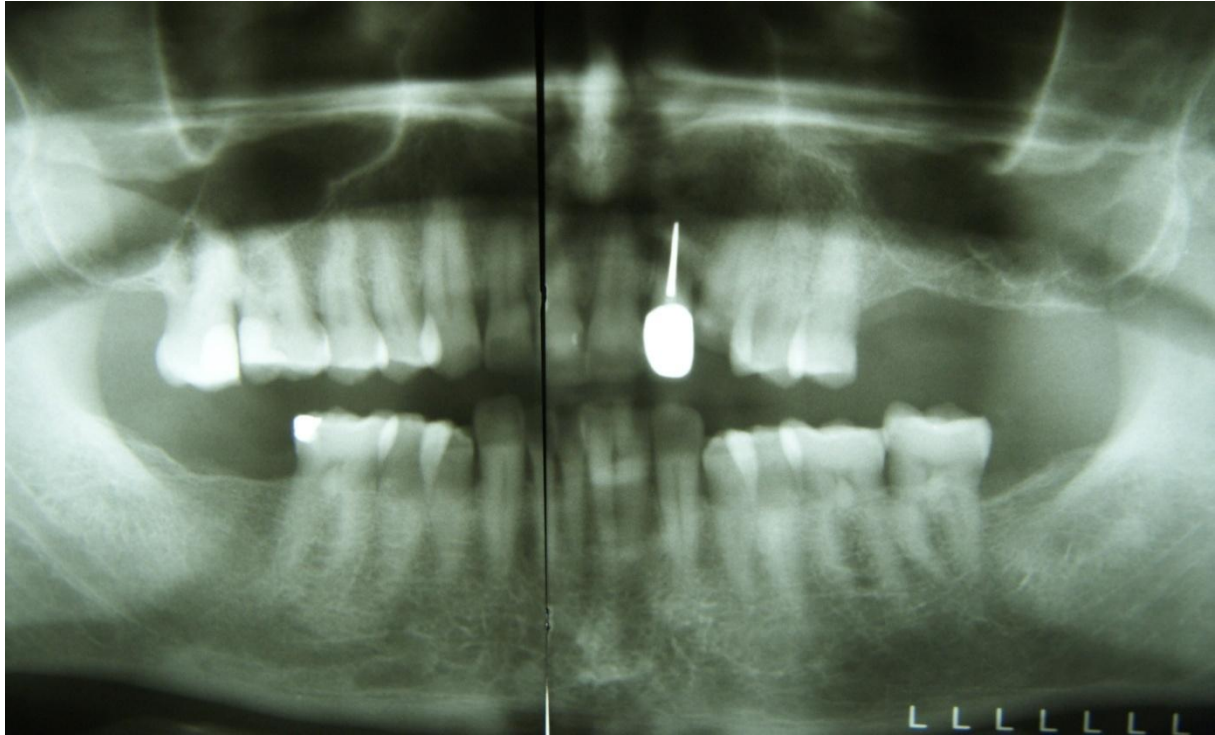


Abb. 29: Präoperatives OPG, stark atrophierte Kieferkamm



Abb. 30: Piezotom®, Satelec Acteon Germany GmbH , Mettmann, Germany

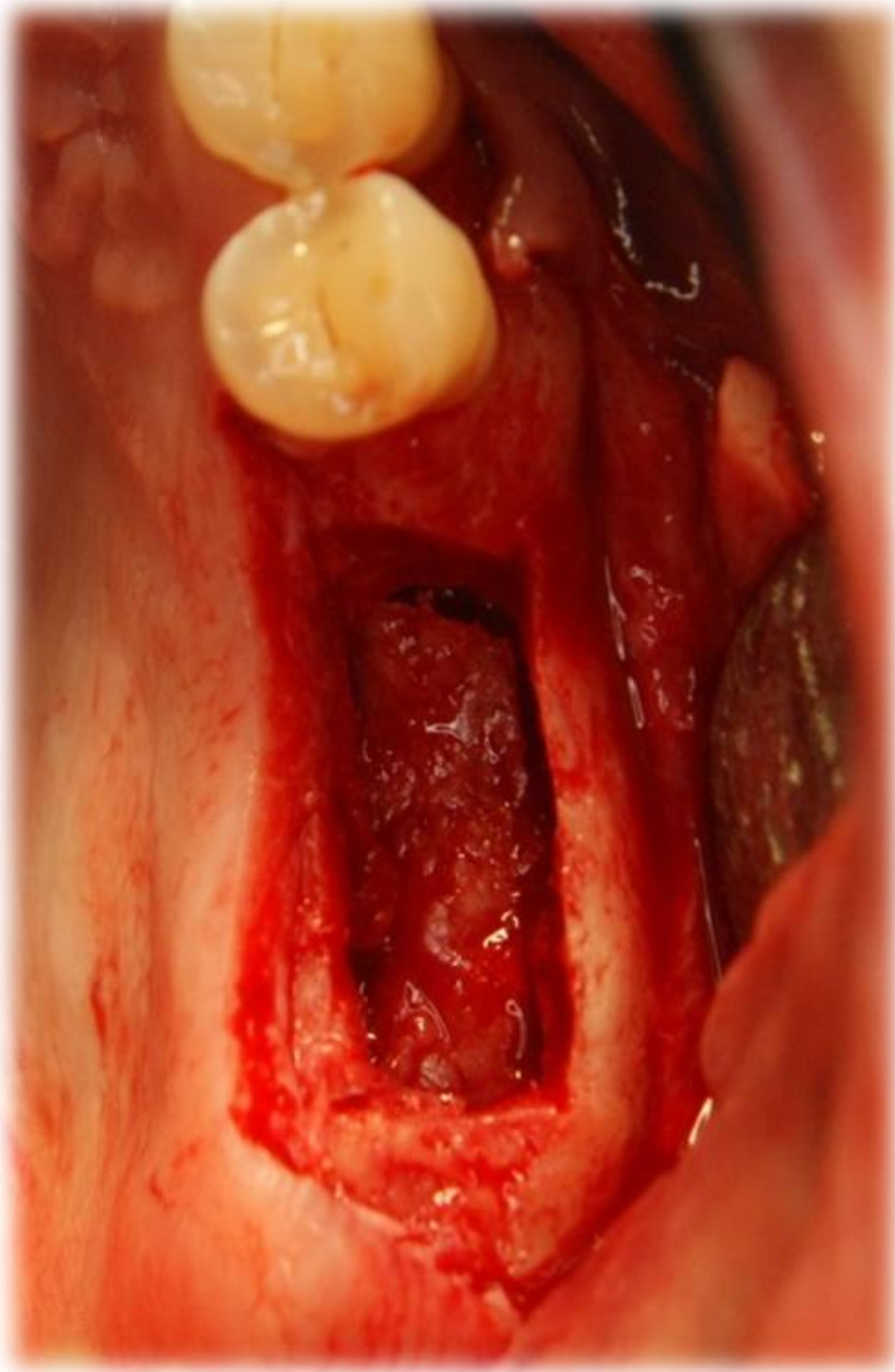


Abb. 31: Okklusaler Blick auf das crestale Fenster



Abb. 32: Der elevierte Knochendeckel abgedeckt mit Oxycellulose Tabotamp® (Johnson & Johnson, New Brunswick, NJ, USA)

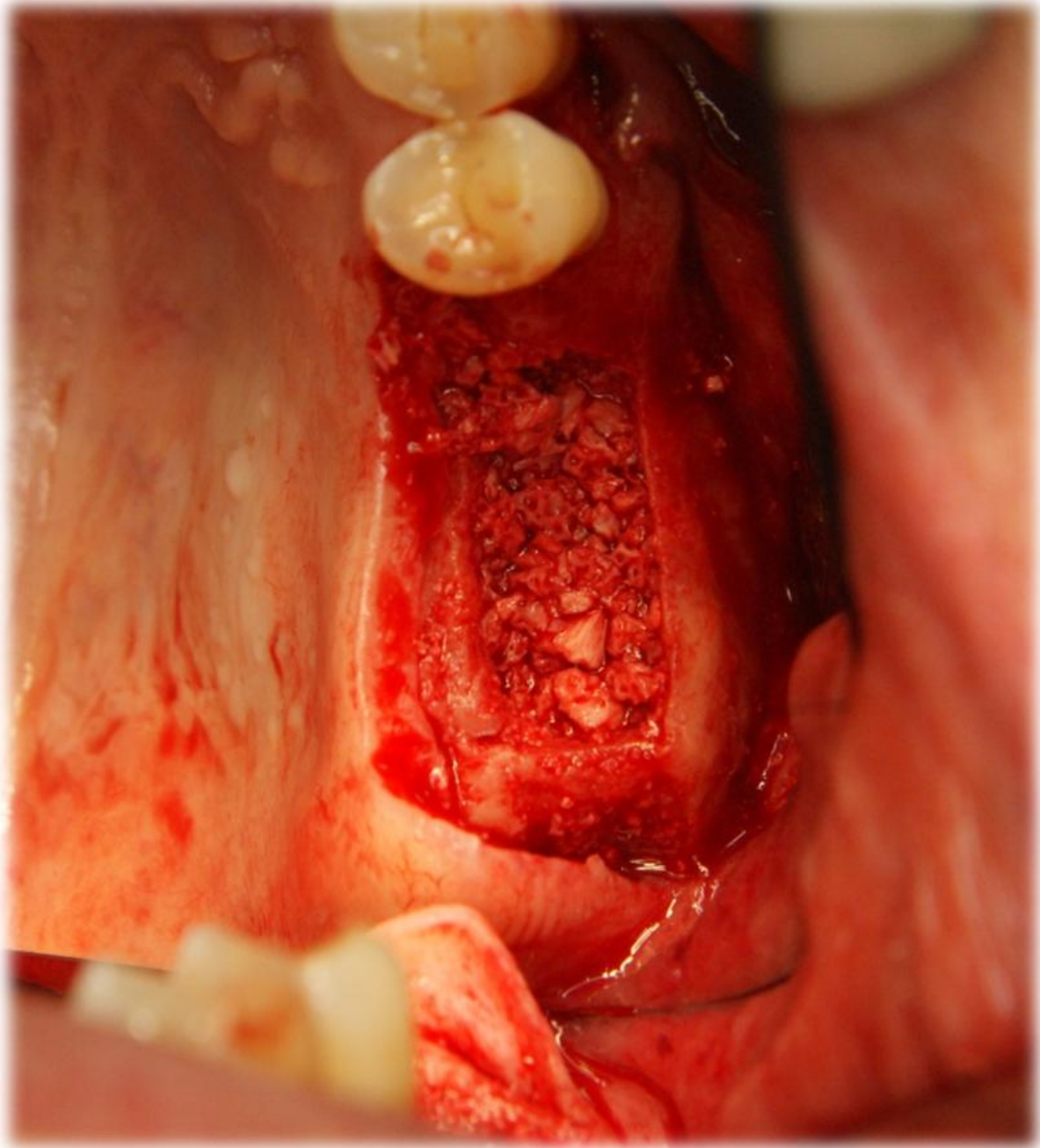


Abb. 33: Bio-Oss® (Geistlich Biomaterials, Wolhusen, Switzerland)

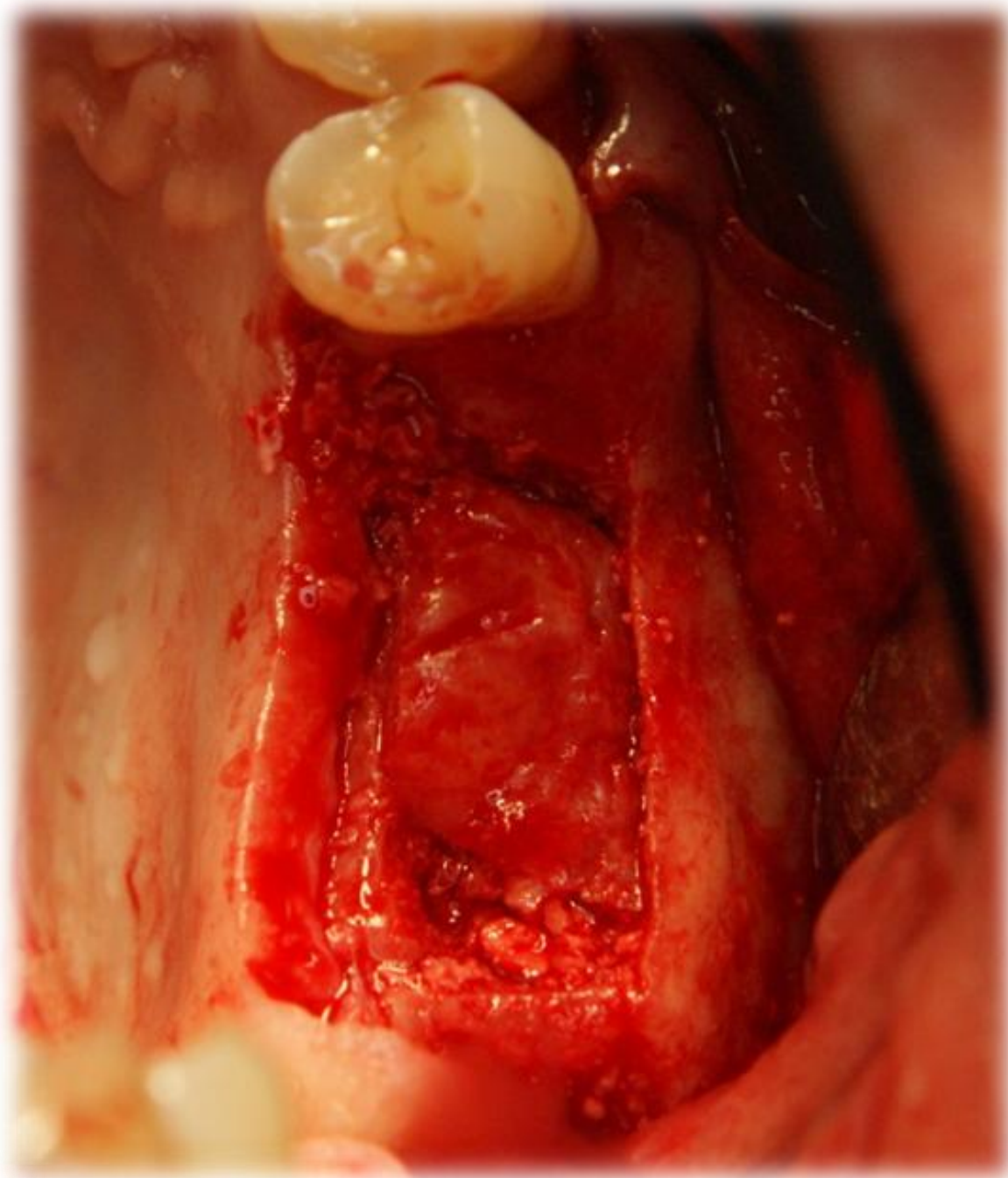


Abb. 34: Autologer Knochen aus dem Tuber maxillae

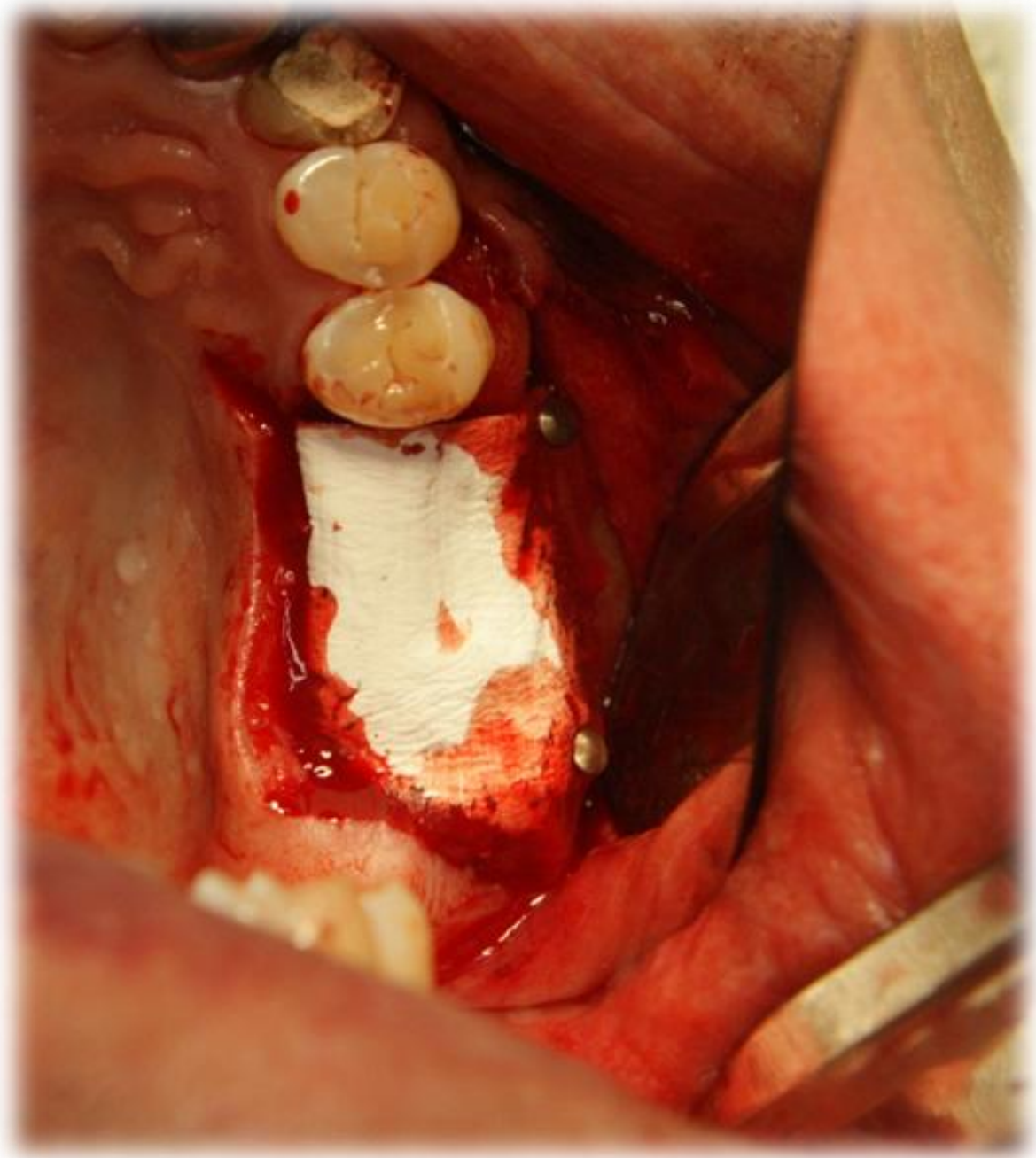


Abb. 35 Das crestale Fenster, abgedeckt mit einer Biogide Membran (Bio-Guide®, Geistlich Biomaterials, Wolhusen, Switzerland) und fixiert mit Titanpins (Hess Medizintechnik GmbH, Puchheim, Germany)

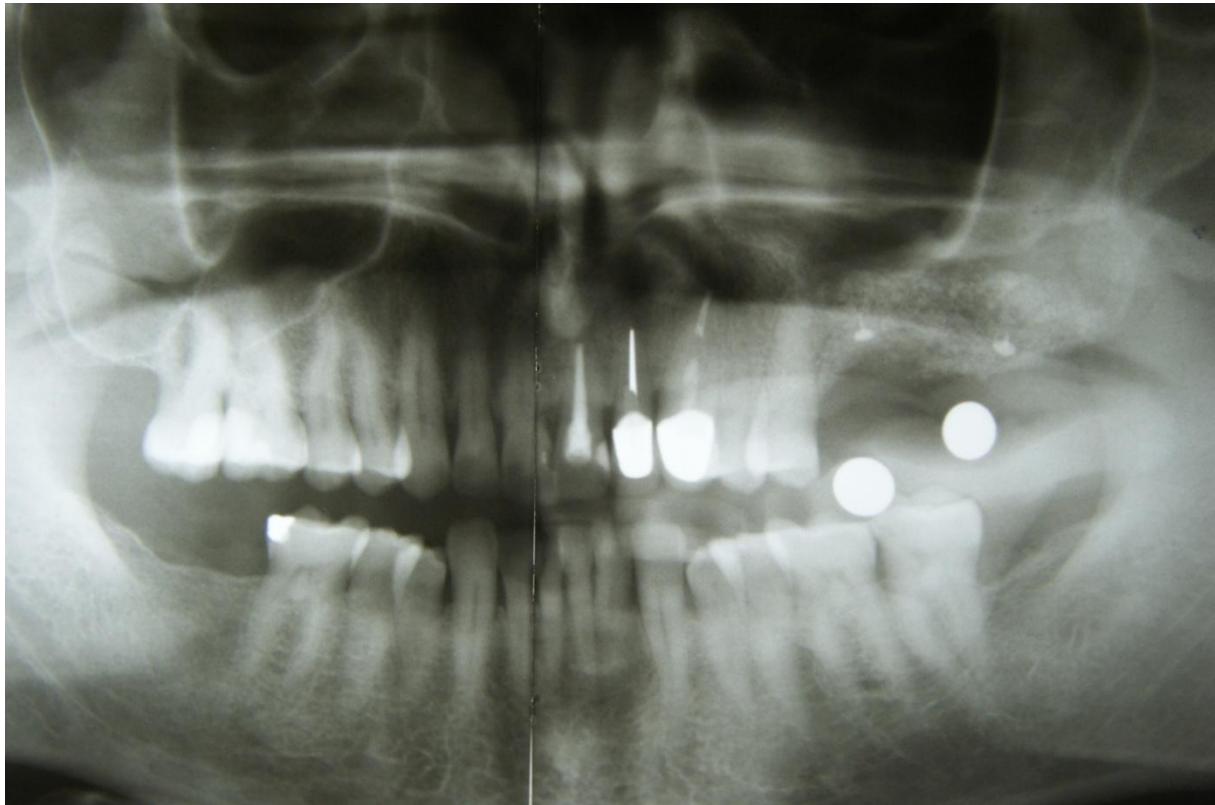
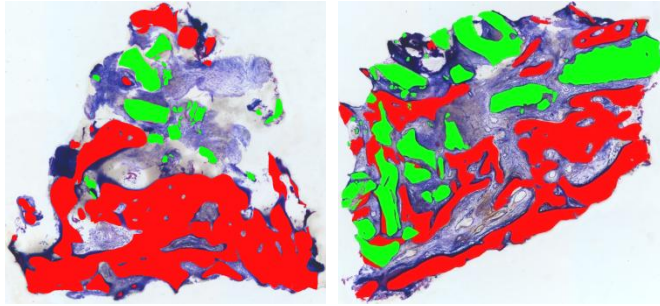


Abb. 36: Fall 1: Nach 6 Monaten Messaufnahme vor Implantation in den augmentierten Sinus maxillaris links.



Histologische Probe 1 und 2

Biopsie/ Probe	1	2
Größe (mm)	2,8 x 3,7	2,8 x 2,9
Oberflächengröße in Prozent (%)		
red = new Bone	28,8	40,9
green = Bio-Oss	19,9	5,7
hard tissue	48,7	46,6
soft tissue	51,2	53,4

Abb.37: Histologische Analyse zweier Biopsien, Entnommen aus dem augmentierten Areal, Fall 1 nach 6 Monaten.

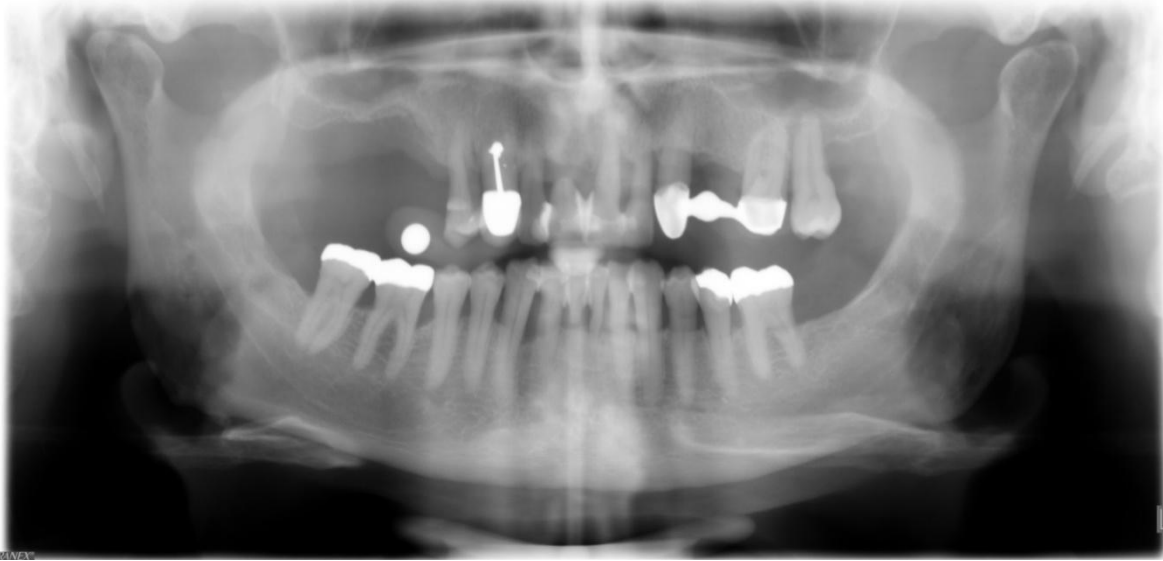


Abb. 38: Fall 2: Prächirurgische Messaufnahme vor der Augmentation mit der CW-Technik, rechte Kieferhöhle.

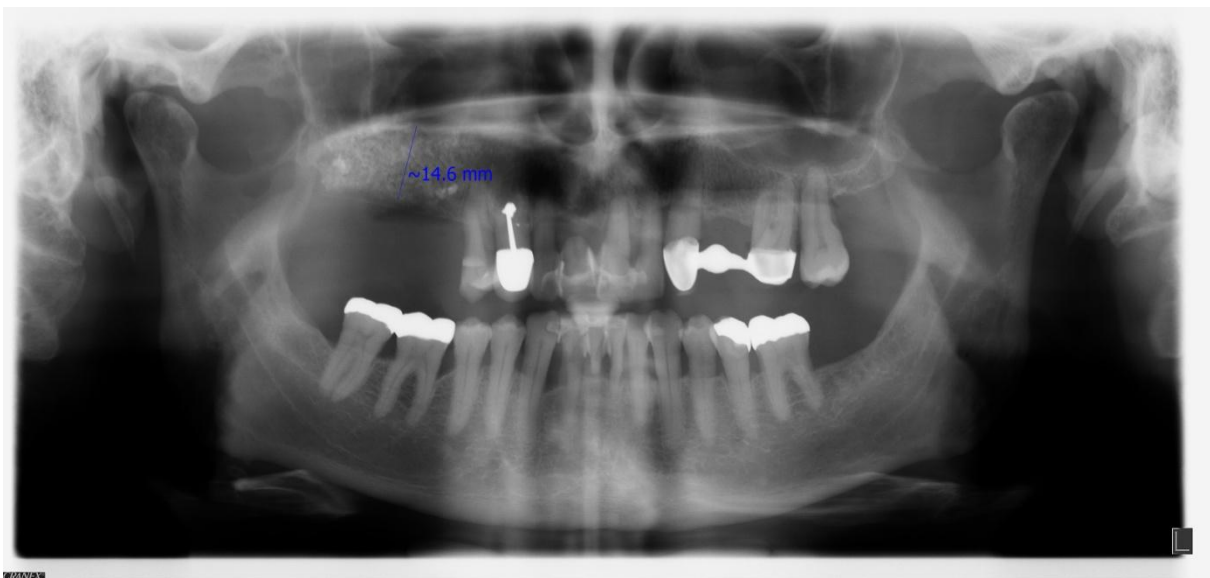


Abb.39: Fall 2: OPG nach 6 Monaten, ausgeheiltes Situs, Zustand vor der Implantation.

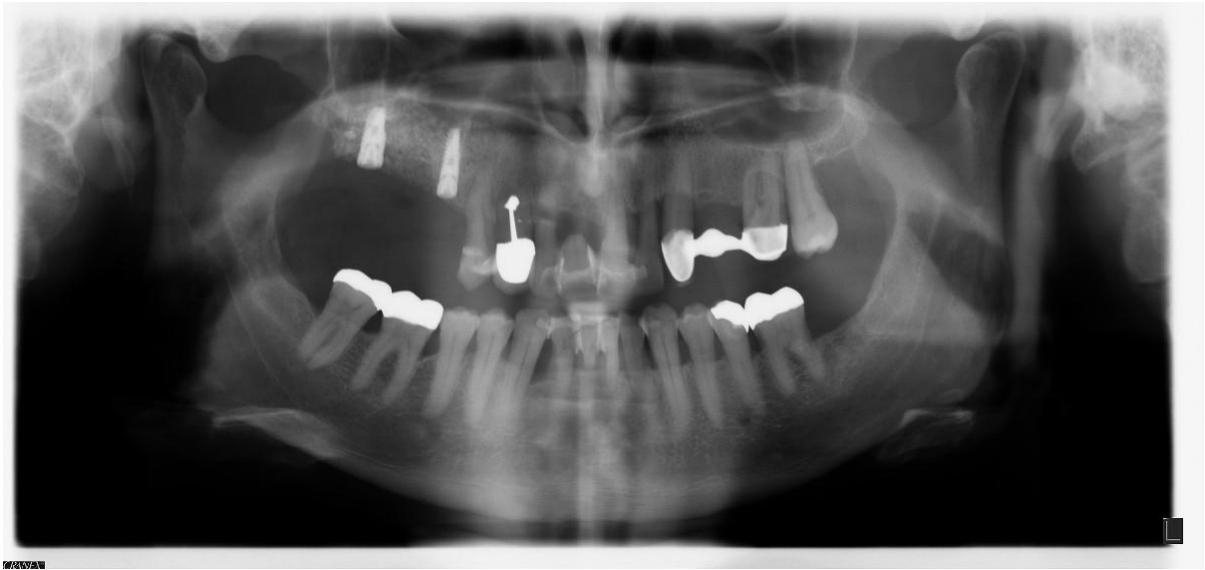


Abb. 40: Fall 2: OPG nach erfolgter Implantation

Nachfolgend ist die Patientenliste aufgeführt, derer die in der Zeit von 2009 bis 2012 in unserer Praxis mit der CW Technik behandelt, bzw. nachuntersucht worden sind (Tabelle 4).

Patientenliste der mit der CW-Technik behandelten Patienten von 2009-2012

Name	Sinusliftdatum:	Wundheilungs- störung:	Anzahl Sinusliffe:	Implantation Datum:	Freilegung:	Membran:	Implantate:	Implantat Verlust:	Wann Verlust post OP:	Vermutete Ursache:	Membran crestal entfernt post OP:	Zeitraum
Hr. Bastians	27.5.2010		1	1.9.2010	21.11.2011	Biogide	2x	0				32
Hr. Buschbeck	12.8.2010		2	14.12.2010	30.5.2011	Titan	8x Ankylos	2x Ankylos	6 Monate	Starker Raucher, bindegewebig eingehellt		29
Fr. Conrau	24.2.2011		1	16.5.2011	5.9.2011	Biogide	3 x Ankylos	0				23
Fr. U. Meurer	27.10.2011		2	21.3.2012	18.9.2012	Titan 2x	6x Camlog					16
Fr. Simonsen	15.4.2010		1	16.9.2010	1.12.2010	Titan	3 xive	0				34
Hr. R. Jahn	11.11.2010		2	28.3.2011	8.8.2011	Biogide	4 camlog	0				27
	1.12.2010											26
	rechts											
Hr. J. Weidner	23.6.2009		1	26.11.2009	23.3.2010	Biogide	2 Camlog	1x Camlog	6 Monate,	Bindegewebig eingehellt		44
Fr. I. Gabbert	4.6.2009		2	9.11.2009		Biogide	2 Xive	0				44
R. Günther- Knox	9.2.2012		2	2.8.2012	19.11.2012	copios	6x Camlog	0				12
Fr. A. Gloyer	2.12.2010		2	4.4.2011	27.9.2011	Biogide		1 Bredent	6 Monate			26
Fr. N. Greve	2.12.2010		1	19.4.2011	3.8.2011		2x Xive	0				26
Fr. E-M. Heiting	22.11.2008		1	26.2.2009	21.9.2009	Biogide	3 Camlog	1	6 Monate	Primärstabilität fraglich, 17 bindegewebig eingehellt		51
	17.11.2011		1	16.4.2012	23.8.2012	Copios	3 Conelog					15
Hr. B. Kautz	2.2.2012		1			Titan					entfernt 15.5.2012 (n. 3 Monaten)	
Fr. S. Klawien	21.2.2011		1	30.6.2011	26.9.2011	Biogide	2 Xive	0				24
Hr. Kohnen	16.3.2009		1	18.9.2009	7.5.2010		3 Camlog	0				47

Hr. W Langer	4.8.2011		2	7.12.2011	29.3.2012	Titan	4x Bredent 0		entfernt: 7.12.2011 (n 4 Monaten)	18
Hr. H. Lueken	19.1.2011		2	29.6.2011	6.10.2011	Biogide	4x Ankylos 0			25
Fr. R. Sadrinna	6.7.2010		2	7.5.2011	25.10.2011	Titan	2x Camlog 0			31
Fr. Schluchtmann	18.2.2010		2	30.6.2010	27.9.2010	Biogide	2x xive			36
Hr. Grütiens	10.1.2011	Infektion, Nahtdehiszens, Teilverlust Augmentat, keine Sinusitis	1			Biogide				25
Fr. Klatt	8.7.2010		2	2.12.2010	28.3.2011	Titan	4x Camlog 0		entfernt 2.12.2010 (n.5 Monaten)	31
Fr. C. Sprandel	17.12.2009		1	18.3.2010	28.6.2010	Titan	3x Camlog 0			38
Hr. Vollbeh	18.11.2010	Infektion, Nahtdehiszens, Teilverlust Augmentat, keine Sinusitis	1	10.3.2011	28.9.2011	Biogide				27
Fr. Wandrey	20.9.2011		1	5.3.2012	23.7.2012	Copios	2x Camlog 0			17
Total: 24		2	36				70 (92,9%)	5 (7,1%)		(28,16) Monate
						9x Titan			3x Titan (33,3%)	

Tabelle 4:

Auswertung und Ergebnisse der nach der CW-Technik behandelten Patienten.

Ergebnisse:

Mit diesem Verfahren wurden seit 2009 über 30 Patienten behandelt, davon befinden sich insgesamt 24 Patienten in der Nachkontrolle. 38 Sinuslifts wurden durchgeführt und insgesamt 70 Implantate eingebracht.

Die Patienten wurden im Mittel zweieinhalb Jahre nachkontrolliert. Bis auf zwei Wundheilungsstörungen in den ersten Tagen nach dem erfolgten Sinuslift, sind keine weiteren Komplikationen aufgetreten. Die Entzündungen verliefen unspektakulär ab und wurden der Sekundärheilung überlassen, nachdem ein Teil des Augmentats entfernt und die Wunde angefrischt worden war. Zu keinem Zeitpunkt eröffnete sich die Kieferhöhle oder manifestierte sich postoperativ eine Sinusitis. 5 Implantate heilten lediglich bindegewebig ein und mussten nach 6 Monaten entfernt werden (7,1%), das entspricht einer Implantaterfolgsquote von 92,9% über den nachuntersuchten Zeitraum von 28 Monaten.

Zum Verschluss des crestalen Fensters wurden 3 verschiedene Membranen verwendet. Es konnten keine Unterschiede im Heilungsverlauf festgestellt werden, jedoch schien dem Autor die Verwendung der Titanfolie sowohl mit Vor- als auch mit Nachteilen behaftet. Mit der Titanfolie konnte das partikulierte Augmentationsmaterial lagestabil inseriert werden, so dass z.T. vertikale Augmentationen im Sinne einer Auflagerungsplastik durchgeführt werden konnten (siehe Fall 2). Demgegenüber stand aber die Tatsache, dass von den 9 verwendeten Titanfolien 3 aufgrund von Sekundärinfektionen vorzeitig entfernt wurden. Diese Infektionen waren lediglich lokal begrenzt und beeinflussten die Heilung des Augmentationsmaterials nicht.

Diskussion:

Der externe Sinuslift durch das laterale Fenster zum Antrum der Maxilla und die Augmentation des Kieferkamms mit partikuliertem Knochen ist seit Jahren ein sehr erfolgreiches präimplantologisches Verfahren in der Zahnheilkunde. Die Implantatüberlebensraten im augmentierten Sinus belaufen sich auf über 90% innerhalb eines 16-jährigen Zeitraums.

Jedoch besteht Einigkeit in der Literatur, dass in fast der Hälfte der chirurgischen Eingriffe an der Kieferhöhle die Kieferhöhlenschleimhaut lazeriert, was durchaus mit dem Abbruch des Eingriffs einhergehen kann. Im Gegensatz zu den Implantaterfolgsraten, die im Mittel um die 90% Erfolg versprechend verlaufen, mit wenigen prozentualen Schwankungen in der Statistik, ist mit dem Risiko der Ruptur der Kieferhöhlenschleimhaut bei fast jedem zweiten Eingriff in der Kieferhöhle zu rechnen. Die Daten schwanken zwischen 12% und 55%, ja sogar bis zu 80% Häufigkeiten werden genannt.

Diesem Umstand wurde bislang wenig Bedeutung beigemessen und das Einreißen der Schleimhaut auf lediglich technische Probleme beim Vorgehen zurückgeführt. Es erscheint aber logisch, dass die Bandbreite der prozentualen Streuung den Hinweis auf ein multifaktorielles Geschehen geben und die Gründe für ein Einreißen mannigfaltig sein müssen. Deshalb war es ein Schwerpunkt dieser Arbeit, die unterschiedlichen Verfahren beim Sinuslift, die zu einer Ruptur der Kieferhöhlenschleimhaut geführt haben, zu beleuchten und gegenüber zu stellen.

Dabei stellte sich heraus, dass es kein einheitliches Verfahren zur Eröffnung der Kieferhöhle als auch zur Deckung von verletzten Kieferhöhlen gibt, sondern sich lediglich Tendenzen ableiten lassen, die eine Ruptur der Kieferhöhlenschleimhaut hervorrufen bzw. vermeiden können. So scheint es durchaus empfehlenswert mit scharfkantigen Hand- oder rotierenden Instrumenten zurückhaltend umzugehen, da es mittlerweile Techniken gibt, die nachweislich weniger invasiv zu sein scheinen, als die herkömmliche Methode der Eröffnung des Deckels mittels rotierender Bohrer. Piezotomtechniken oder auch das Waterliftsystem weisen in der Literatur deutlich geringere Misserfolgsraten aus. Verletzte Kieferhöhlenschleimhaut wird zum größten Teil in der aktuellen Literatur mit Kollagen gedeckt, bei gleichzeitigem Aufbau des Operationssitus mit partikuliertem Aufbaumaterial. Es erscheint bemerkenswert,

dass die Vorgehensweise mit Kollagenvlies die Verletzungen zu verschließen in der westlichen Welt Vorrang findet, aber in dem Raum des ehemaligen Ostblocks eine andere Technik bevorzugt wird, nämlich die Deckung der Verletzungen mit oxigenerter Cellulose, bei gleich guten Erfolgsraten. Der ökonomische Vorteil des deutlich preiswerteren Materials der Cellulose wird zudem unterstützt von der Gewebefreundlichkeit und der schnelleren Resorption des Materials. Die Cellulose hat sowohl hämostatische als auch lokalantibiotische Wirkung und heftet sich der feuchten Schneider`schen Membran ideal an, um damit kranial die Verbindung zum offenen Antrum zu schließen. Oxycellulose resorbiert innerhalb weniger Stunden und sichert damit die nachfolgende zeitnahe Einsprossung der weiteren Gefäßversorgung. Rationale Gründe für die Verwendung des deutlich teureren Materials des Kollagens erschließen sich dem Autor nicht, deshalb wurde in der hier neu dargestellten Technik sowohl die Oxycellulose zur prophylaktischen Deckung der Schneider`schen Membran, als auch zur Deckung von Rupturen verwendet, ohne jegliche negative Effekte.

Die Tendenz des frühzeitigen Abbruchs des Eingriffs, wie es in den Anfängen des externen Sinuslift noch zu verzeichnen war, ist eindeutig rückläufig und es werden unterschiedliche Protokolle angeboten, die ein Fortführen des chirurgischen Eingriffs unterstützen, auch bei stark kompromittierten Schleimhautverhältnissen. Die zum Teil sehr extrem anmutenden Techniken bei stark zerrissener Schleimhaut („Loma Linda pouch“) sollten sicherlich einer kritischen Betrachtung unterzogen werden, da die im Antrum vollzogenen Aufbaumaßnahmen gänzlich bei fehlender Sicht vorgenommen werden, ohne Kenntnis, ob das in Kollagen eingebettete Augmentat auch dem Knochen im Alveolarfortsatz aufliegt oder aber von verbliebenen Resten der rupturierten Kieferhöhlenschleimhaut bedeckt ist. Ob das vollständige Entfernen des Periostes von der knöchernen Begrenzung innerhalb der Kieferhöhle für den Erfolg der Augmentation notwendig ist, wird kontrovers diskutiert. Die von den Autoren genannten Fälle waren leider nicht aussagekräftig genug, um daraus ein standardisiertes Verfahren für die Chirurgie ableiten zu können.

In diesem Zusammenhang muss auch erwähnt werden, dass es keine einheitliche Klassifikation der Rupturen gibt und in der Literatur mehrere unterschiedliche Ansätze gewählt werden diese zu beschreiben. Erfahrungen werden bislang von den

Chirurgen mündlich weitergegeben, ohne Orientierung an einheitlichen Klassifikationen. Zum einen wird von der Größe des Defektes ausgegangen, zum anderen steht die Lokalisation des Defekts im Fokus der Betrachtung. Die in der neueren Literatur genannten Hinweise auf Veränderungen der Schleimhautverhältnisse bei atrophierten Kieferkämmen, oder Korrelationen zum Biotypus des Patienten, werden wissenschaftlich nicht weiter verfolgt, bzw. münden nicht in einer von der Wissenschaft empfohlenen Therapie. Gründe für die Verletzungen der Schneider'schen Membran waren in der Vergangenheit in der technischen Ausführung gesucht, dem schlechten Zugang zum Sinus, der Anwendung besonderer Handinstrumente, oder aber den rotierenden Instrumenten geschuldet, die während des Eingriffs zum Einsatz kamen. Es fehlt leider der Bezug zu den biologischen anatomischen Voraussetzungen, die das Risiko des Eingriffs maßgeblich mit verändern können.

Desweiteren wird bei dem lateralen Zugang, besonders in atrophen Kiefern, die nicht unerhebliche Gefahr der Verletzung arterieller Anastomosen der Infraorbitalarterie mit der A. alveolaris posterior superior ignoriert, trotz der doch häufig auftretenden Verletzung in über 50% der Fälle.

Mit dieser Arbeit wurde erstmals versucht, die einzelnen wissenschaftlichen Informationen in ein chirurgisches Konzept beim externen Sinuslift zu integrieren und anhand mehrerer Fälle darzustellen. Wünschenswert wäre eine einheitliche Empfehlung im Vorgehen, die im Sinne einer Konsensuskonferenz von den wissenschaftlichen Gesellschaften oder Universitäten erstellt würde.

Diese Arbeit kann bei der Erstellung eines Leitfadens unter Zuhilfenahme der aktuellen Literatur und eines neuen chirurgischen Verfahrens hilfreich sein, das in extrem atrophen Fällen des Oberkiefers eine zusätzlichen Option zur erfolgreichen Umsetzung der Sinuselevation anbietet und das Konzept der Sinuselevation demnach abrundet.

Diese Studie soll zudem dem Chirurgen vorab die Möglichkeit geben, den Eingriff hinsichtlich des Risikos einer Ruptur und derer Komplikationsbeherrschung einschätzen zu können. Es wird mit der neuen Technik der „crestal window technique“ eine weitere Option in dem chirurgischen Protokoll angeboten, die bei größeren Lazerationen der Kieferhöhlenschleimhaut die Deckung ermöglicht, bei weiterhin gleichzeitigem Aufbau. Damit wird mit dieser chirurgischen Ergänzung eine

Lücke geschlossen, im Vorgehen und des Zugangs des externen Sinuslifts und es kann auch als letzte Variante vor dem Abbruch des Eingriffs verstanden werden.

Die von dem Autor operierten Fälle waren in 93% der Fälle erfolgreich. Die nicht eingehheilten Implantate sind in den ersten 6 Monaten nach Implantation verloren gegangen. Die Ursachen dafür können nur vermutet werden. Ein Patient war starker Raucher (> 25 Tag) und konnte die Zeit der Wundheilung nicht auf die Zigaretten verzichten. Die anderen Implantate waren lediglich bindegewebig eingehheilt.

Es wurde nach 6 Monaten eine Biopsie aus dem crestalen Bereich eines augmentierten Kieferkamms eines Patienten genommen, mit dem Nachweis eines guten Knochenwachstums, das mit dem Sinuslift durch die laterale Technik vergleichbar war.

Als weiterer Vorteil ist zu vermerken, dass durch den crestalen Zugang deutlich mehr Übersicht auf den Operationssitus gewährt und mit entsprechenden Membrantechniken zum Teil sogar vertikale Augmentationen außerhalb des Antrums im Sinne einer Auflagerungsplastik ermöglicht wird.

Nachteilig ist zu bemerken, dass diese Technik ausschließlich im Sinne eines zweizeitigen Vorgehens durchzuführen ist. Die Implantation kann erst nach frühestens sechs Monaten erfolgen. Über die richtige Wahl der abdeckenden, crestalen Membranen des Alveolarkamms herrscht zurzeit noch Uneinigkeit, da sowohl die kollagenen als auch die Titanfolien nicht ohne Nachteile sind.

Kollagene Membranen haben die Tendenz innerhalb kürzester Zeit bei Nahtdehissensen zu resorbieren und bieten somit keinen Schutz dem partikuliertem Augmentat. Die Wunde wurde in 2 Fällen der Sekundärheilung überlassen, was in keinem der behandelten Fälle zu einer Sinusitis geführt hat, sondern im Sinne einer „dry socket“, einer entzündeten Alveole nach Zahnextraktion, zur Ausheilung kam, jedoch mit Teilverlust des Augmentats.

Titanmembranen müssen spätestens zum Zeitpunkt der Implantation entfernt werden und haben in 33,3% der behandelten Fälle die Tendenz gezeigt, sich an den scharfen Rändern durch die Gingiva zu schneiden, was postoperativ zu lokalen Entzündungen führte. Die Titanmembranen wurden vorzeitig entfernt. Die Behandlung verlief komplikationslos, es wurde von Seiten des Autors versucht, die Membran mindestens 4-6 Wochen in situ zu belassen. Die Knochenheilung verlief

danach blande und die Implantation konnte nach der geplanten Zeit erfolgen. Zu keinem Zeitpunkt entwickelte sich eine Sinusitis maxillaris.

6.) Zusammenfassung:

Die häufigste Komplikation während des Sinuslifts ist die Ruptur der Kieferhöhlenschleimhaut. Perforationen entstehen, wenn die Schneider'sche Membran dünn, der Restknochen des Kieferkamms stark atrophiert ist oder während der Operation durch fehlerhafte chirurgische Maßnahmen verletzt wird. Je stärker die Resorption des Kieferkamms, desto größer die Gefahr der Ruptur und des Abbruchs des Eingriffs. Die präoperative Vorhersagbarkeit der Dicke der Kieferhöhlenschleimhaut kann über den Verlauf und den Erfolg des Eingriffs entscheidend sein. Im Vorwege das Risiko des Eingriffs einschätzen zu können und daraus die notwendigen chirurgischen Schritte abzuleiten, ist ein Ziel dieser Arbeit.

Erstmals werden verschiedenen Klassifikationen zur Defektbestimmung rupturierter Kieferhöhlenschleimhäute gegenübergestellt und therapeutische Schritte angeboten. Zudem stellt der Autor eine Modifikation des Fensters zur Kieferhöhle vor, die den Eingriff des Sinuslifts bei stark atrophierten Kieferkämmen erleichtert und die verletzte Kieferhöhlenschleimhaut von crestal verschließt. Die dabei verwendete Technik zur Eröffnung des Knochendeckels (CW-Technik) scheint deutlich schonender als die herkömmliche Methode mit rotierenden Instrumenten und bietet sehr gute Übersicht auf den für den Sinuslift notwendigen neu gewonnenen Hohlraum. Eine Deckung rupturierter Schneider'sche Membranen ist somit einfacher und verhindert frühzeitigen Abbruch des Sinuslifts.

Material und Methoden:

24 Patienten wurden in die Studie mit einbezogen, ohne Anzeichen bestehender Vorerkrankungen der Kieferhöhlen. Sämtliche Kieferkämme wiesen eine Restknochenhöhe von unter 6mm auf, was ein einzeitiges Vorgehen, d.h. Knochenaufbau innerhalb der Kieferhöhle und gleichzeitige Implantation ausschloss. Der Sinuslift wurde von crestal aus durchgeführt, mit einem durch Piezotomtechnik aufbereitetes Knochenbett, das Zugang zum Antrum und den optimalen Überblick auf die Kieferhöhlenschleimhaut gewährte. Verletzungen der Schleimhaut konnten durch direkte Sicht mittels Oxycellulose gedeckt werden. Das partikuliertes Augmentat war ein Gemisch aus 50% autologem Knochen (Tuber) und 50% xenogenem Material (Biooss, Geistlich). Das crestale Fenster wurde mit einer Titan- oder Kollagen-, bzw. Pericardmembran abgedeckt. Re-entry und Implantation

erfolgte nach 6 Monaten. Nach weiteren 3-4 Monaten konnte die Freilegung der Implantate durchgeführt werden. Bei einem Patienten wurde nach sechs Monaten eine Biopsie an dem Augmentat des Kieferkamms entnommen.

Ergebnis:

24 Patienten waren in dieser Studie mit enthalten. Es wurden 38 Kieferhöhlen mit der neuen CW-Technik operiert. Von 70 inserierten Implantaten waren nach zweieinhalb Jahren noch 65 Implantate in situ, das bedeutet eine Implantaterfolgsrate von 92,9%. Lediglich 5 Implantate mussten nach 6 Monaten entfernt werden, da sie bindegewebig eingeeilt waren (7,1%). Es ergaben sich 2 Wundheilungsstörungen im Sinne einer Nahtdehizens mit Teilverlust des Augmentats innerhalb der ersten Tage post operativ und lokal begrenzter Ostitis. Die Wunden wurden angefrischt und der Sekundärheilung überlassen. In keinem Fall entwickelte sich postoperativ eine Sinusitis maxillaris. Die Biopsie ergab einen vitalen, neu gebildeten Knochen, ähnlich dem der sich nach Sinuslift durch das laterale Fenster bildet.

Die CW-Technik scheint eine erfolgreiche Methode zu sein, stark atrophe Kiefer im Seitenzahnbereich des Oberkiefers aufzubauen. Die Methode unterstützt dabei die von Boyne and James vorgestellte Methode des lateralen Fensters zur Kieferhöhle und kann als ergänzende Technik in schwer zugänglichen Situationen verstanden werden. Weitere Untersuchungen sind notwendig, um diese vorläufigen Daten zu untermauern.

7.) Summary:

The crestal window technique (CWT) is a two stage procedure. It is an additional surgical procedure for the treatment and augmentation of severely resorbed maxillary ridges and pneumatized sinuses. In other words, to prevent the abortion of the sinus lift procedure the CW Technique has to be seen as an alternative approach next to the lateral window technique to perform the augmentation within the sinus, especially in severely resorbed maxillary sinus floors (Lekholm and Zarb Classes D and E 1985). If the residual alveolar bone height is 3 to 6 mm a crestal approach to lift the sinus lining may lead to fewer complications than a lateral window approach. The improved access, excellent overview of the surgical site and the handling of the fragile sinus mucosa can be seen to be superior to the lateral window sinus lift in severely resorbed alveolar ridges (3-6mm residual ridge height). Therefore it can be extremely valuable in the treatment of perforated sinus mucosae, as large perforations usually do not occur during the CW Technique, which would result in the termination of the lateral procedure. We propose that the crestal window technique is a valuable option and addition in the performance of sinus floor augmentation in severely resorbed maxillary ridges. The procedure should be performed along the suggested guidelines. The risk of complications remains low.

8.) Literaturverzeichnis:

1. Branemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindstrom J, Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scandinavian journal of plastic and reconstructive surgery*. 1969;3(2):81-100. Epub 1969/01/01.
2. Rosano G, Taschieri S, Gaudy JF, Lesmes D, Del Fabbro M. Maxillary sinus septa: a cadaveric study. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. 2010;68(6):1360-4. Epub 2010/03/17. doi: 10.1016/j.joms.2009.07.069. PubMed PMID: 20231050.
3. Del Fabbro M, Testori T, Francetti L, Weinstein R. Systematic review of survival rates for implants placed in the grafted maxillary sinus. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*. 2004;24(6):565-77. Epub 2005/01/01. PubMed PMID: 15626319.
4. Boyne PJ, James RA. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *Journal of oral surgery (American Dental Association : 1965)*. 1980;38(8):613-6. Epub 1980/08/01. PubMed PMID: 6993637.
5. Hernandez-Alfaro F, Torradeflot MM, Marti C. Prevalence and management of Schneiderian membrane perforations during sinus-lift procedures. *Clinical oral implants research*. 2008;19(1):91-8. Epub 2007/10/27. doi: 10.1111/j.1600-0501.2007.01372.x. PubMed PMID: 17961185.
6. Summers RB. A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compendium*. 1994;15(2):152, 4-6, 8 passim; quiz 62. Epub 1994/02/01. PubMed PMID: 8055503.
7. Checchi L, Felice P, Antonini ES, Cosci F, Pellegrino G, Esposito M. Crestal sinus lift for implant rehabilitation: a randomised clinical trial comparing the Cosci and the Summers techniques. A preliminary report on complications and patient reference. *European journal of oral implantology*. 2010;3(3):221-32. Epub 2010/09/18. PubMed PMID: 20847992.
8. Cosci F, Luccioli M. A new sinus lift technique in conjunction with placement of 265 implants: a 6-year retrospective study. *Implant dentistry*. 2000;9(4):363-8. Epub 2001/04/20. PubMed PMID: 11307560.
9. Kolerman R, Moses O, Artzi Z, Barnea E, Tal H. Maxillary sinus augmentation by the crestal core elevation technique. *Journal of periodontology*. 2011;82(1):41-51. Epub 2010/08/25. doi: 10.1902/jop.2010.090682. PubMed PMID: 20731587.
10. Soltan M, Smiler D, Ghostine M, Prasad HS, Rohrer MD. The crestal approach: antral membrane elevation via a post graft. *Implant dentistry*. 2011;20(3):e53-60. Epub 2011/05/27. doi: 10.1097/ID.0b013e31821819de. PubMed PMID: 21613942.
11. Cannizzaro G, Leone M, Consolo U, Ferri V, Licitra G, Worthington H, et al. Augmentation of the posterior atrophic edentulous maxilla with implants placed in the ulna: a prospective single-blind controlled clinical trial. *The International journal of oral & maxillofacial implants*. 2007;22(2):280-8. Epub 2007/05/01. PubMed PMID: 17465354.
12. Lozada JL, Goodacre C, Al-Ardah AJ, Garbacea A. Lateral and crestal bone planing antrostomy: a simplified surgical procedure to reduce the incidence of membrane perforation during maxillary sinus augmentation procedures. *J Prosthet Dent*. 2011;105(3):147-53. Epub 2011/03/02. doi: 10.1016/s0022-3913(11)60020-6. PubMed PMID: 21356405.
13. Hildebrandt MF, Schlee P, Neumeier S, Sauerbier S. Augmentation ausgedehnter horizontaler und vertikaler Defekte des Kieferkamms. *Praktische Implantologie und Implantatprothetik (PIP)*. 2012;3(3):4.
14. Sauerbier S, Rickert D, Gutwald R, Nagursky H, Oshima T, Xavier SP, et al. Bone marrow concentrate and bovine bone mineral for sinus floor augmentation: a controlled, randomized, single-blinded clinical and histological trial--per-protocol analysis. *Tissue engineering Part A*. 2011;17(17-18):2187-97. Epub 2011/05/03. doi: 10.1089/ten.TEA.2010.0516. PubMed PMID: 21529247.
15. Schmelzeisen R, Gutwald R, Oshima T, Nagursky H, Vogeler M, Sauerbier S. Making bone II: maxillary sinus augmentation with mononuclear cells--case report with a new clinical method. *The British journal of oral & maxillofacial surgery*. 2011;49(6):480-2. Epub 2010/08/04. doi: 10.1016/j.bjoms.2010.06.020. PubMed PMID: 20678831.

16. Ardekian L, Oved-Peleg E, Mactei EE, Peled M. The clinical significance of sinus membrane perforation during augmentation of the maxillary sinus. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. 2006;64(2):277-82. Epub 2006/01/18. doi: 10.1016/j.joms.2005.10.031. PubMed PMID: 16413901.
17. Mardinger O, Abba M, Hirshberg A, Schwartz-Arad D. Prevalence, diameter and course of the maxillary intraosseous vascular canal with relation to sinus augmentation procedure: a radiographic study. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2007;36(8):735-8. Epub 2007/07/17. doi: 10.1016/j.ijom.2007.05.005. PubMed PMID: 17629462.
18. Pikos MA. Maxillary sinus membrane repair: report of a technique for large perforations. *Implant dentistry*. 1999;8(1):29-34. Epub 1999/06/05. PubMed PMID: 10356454.
19. Wallace SS, Mazor Z, Froum SJ, Cho SC, Tarnow DP. Schneiderian membrane perforation rate during sinus elevation using piezosurgery: clinical results of 100 consecutive cases. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*. 2007;27(5):413-9. Epub 2007/11/10. PubMed PMID: 17990437.
20. Kasabah S, Krug J, Simunek A, Lecaro MC. Can we predict maxillary sinus mucosa perforation? *Acta medica (Hradec Kralove) / Universitas Carolina, Facultas Medica Hradec Kralove*. 2003;46(1):19-23. Epub 2003/05/16. PubMed PMID: 12747535.
21. Massimo Del Fabbro B, PhD, Monica Bortolin, BMT Silvio Taschieri, MD DDS, Gabriele Rosano, DDS, Titiano Testori MD, DDS. Implant survival rates after maxillary sinus augmentation. An updated systematic review. *J Osteol Biomat*. 2010;1(2):69-79.
22. Vlassis JM, Fugazzotto PA. A classification system for sinus membrane perforations during augmentation procedures with options for repair. *Journal of periodontology*. 1999;70(6):692-9. Epub 1999/07/09. doi: 10.1902/jop.1999.70.6.692. PubMed PMID: 10397526.
23. van den Bergh JP, ten Bruggenkate CM, Disch FJ, Tuinzing DB. Anatomical aspects of sinus floor elevations. *Clinical oral implants research*. 2000;11(3):256-65. Epub 2001/02/13. PubMed PMID: 11168217.
24. Doud Galli SK, Lebowitz RA, Giacchi RJ, Glickman R, Jacobs JB. Chronic sinusitis complicating sinus lift surgery. *American journal of rhinology*. 2001;15(3):181-6. Epub 2001/07/17. PubMed PMID: 11453505.
25. Aimetti M, Massei G, Morra M, Cardesi E, Romano F. Correlation between gingival phenotype and Schneiderian membrane thickness. *The International journal of oral & maxillofacial implants*. 2008;23(6):1128-32. Epub 2009/02/17. PubMed PMID: 19216284.
26. Yilmaz HG, Tozum TF. Are Gingival Phenotype, Residual Ridge Height and Membrane Thickness Critical for the Perforation of Maxillary Sinus? *Journal of periodontology*. 2011. Epub 2011/06/02. doi: 10.1902/jop.2011.110110. PubMed PMID: 21627460.
27. Vercellotti T, De Paoli S, Nevins M. The piezoelectric bony window osteotomy and sinus membrane elevation: introduction of a new technique for simplification of the sinus augmentation procedure. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*. 2001;21(6):561-7. Epub 2002/01/17. PubMed PMID: 11794567.
28. Seoane J, Lopez-Nino J, Garcia-Caballero L, Seoane-Romero JM, Tomas I, Varela-Centelles P. Membrane Perforation in Sinus Floor Elevation - Piezoelectric Device versus Conventional Rotary Instruments for Osteotomy: An Experimental Study. *Clinical implant dentistry and related research*. 2012. Epub 2012/03/02. doi: 10.1111/j.1708-8208.2012.00447.x. PubMed PMID: 22376212.
29. Toscano NJ, Holtzclaw D, Rosen PS. The effect of piezoelectric use on open sinus lift perforation: a retrospective evaluation of 56 consecutively treated cases from private practices. *Journal of periodontology*. 2010;81(1):167-71. Epub 2010/01/12. doi: 10.1902/jop.2009.090190. PubMed PMID: 20059429.
30. Sohn DS, Lee JS, An KM, Choi BJ. Piezoelectric internal sinus elevation (PISE) technique: a new method for internal sinus elevation. *Implant dentistry*. 2009;18(6):458-63. Epub 2009/12/17. doi: 10.1097/ID.0b013e3181b8e17f. PubMed PMID: 20009598.

31. Bensaha T. Evaluation of the capability of a new water lift system to reduce the risk of Schneiderian membrane perforation during sinus elevation. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2011;40(8):815-20. Epub 2011/05/20. doi: 10.1016/j.ijom.2011.04.005. PubMed PMID: 21592728.
32. Kim DY, Itoh Y, Kang TH. Evaluation of the Effectiveness of a Water Lift System in the Sinus Membrane-Lifting Operation as a Sinus Surgical Instrument. *Clinical implant dentistry and related research*. 2010. Epub 2010/07/01. doi: 10.1111/j.1708-8208.2010.00292.x. PubMed PMID: 20586782.
33. L C Chen JC, H C Chen, H L Lin. Sinus Perforation: Treatment and Classifications. *The Journal of Implant & Advanced Clinical Dentistry*.3(1):12.
34. Pikos MA. Maxillary sinus membrane repair: update on technique for large and complete perforations. *Implant dentistry*. 2008;17(1):24-31. Epub 2008/03/12. doi: 10.1097/ID.0b013e318166d934. PubMed PMID: 18332755.
35. Fugazzotto PA, Vlassis J. A simplified classification and repair system for sinus membrane perforations. *Journal of periodontology*. 2003;74(10):1534-41. Epub 2003/12/05. doi: 10.1902/jop.2003.74.10.1534. PubMed PMID: 14653401.
36. Choi BH, Zhu SJ, Jung JH, Lee SH, Huh JY. The use of autologous fibrin glue for closing sinus membrane perforations during sinus lifts. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*. 2006;101(2):150-4. Epub 2006/02/02. doi: 10.1016/j.tripleo.2005.04.008. PubMed PMID: 16448914.
37. Khoury F. Augmentation of the sinus floor with mandibular bone block and simultaneous implantation: a 6-year clinical investigation. *The International journal of oral & maxillofacial implants*. 1999;14(4):557-64. Epub 1999/08/24. PubMed PMID: 10453672.
38. Shlomi B, Horowitz I, Kahn A, Dobriyan A, Chaushu G. The effect of sinus membrane perforation and repair with Lambone on the outcome of maxillary sinus floor augmentation: a radiographic assessment. *The International journal of oral & maxillofacial implants*. 2004;19(4):559-62. Epub 2004/09/07. PubMed PMID: 15346754.
39. Hassani A, Khojasteh A, Alikhasi M. Repair of the perforated sinus membrane with buccal fat pad during sinus augmentation. *The Journal of oral implantology*. 2008;34(6):330-3. Epub 2009/01/13. doi: 10.1563/1548-1336-34.6.330. PubMed PMID: 19133488.
40. Biglioli F, Pedrazzoli M, Colletti G. Repair of a perforated sinus membrane with a palatal fibromucosal graft: a case report. *Minerva stomatologica*. 2010;59(5):299-302, -4. Epub 2010/05/27. PubMed PMID: 20502434.
41. Simunek A, Kopecka D, Cierny M. The use of oxidized regenerated cellulose (surgicel) in closing Schneiderian membrane tears during the sinus lift procedure. *The West Indian medical journal*. 2005;54(6):398-9. Epub 2006/04/29. PubMed PMID: 16642660.
42. Testori T, Wallace SS, Del Fabbro M, Taschieri S, Trisi P, Capelli M, et al. Repair of large sinus membrane perforations using stabilized collagen barrier membranes: surgical techniques with histologic and radiographic evidence of success. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*. 2008;28(1):9-17. Epub 2008/03/21. PubMed PMID: 18351198.
43. Proussaefs P, Lozada J. The "Loma Linda pouch": a technique for repairing the perforated sinus membrane. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*. 2003;23(6):593-7. Epub 2004/01/06. PubMed PMID: 14703763.
44. Vina-Almunia J, Penarrocha-Diago M. Influence of perforation of the sinus membrane on the survival rate of implants placed after direct sinus lift. Literature update. *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal*. 2009;14(3):E133-6. Epub 2009/02/27. PubMed PMID: 19242393.
45. Proussaefs P, Lozada J, Kim J. Effects of sealing the perforated sinus membrane with a resorbable collagen membrane: a pilot study in humans. *The Journal of oral implantology*. 2003;29(5):235-41. Epub 2003/11/19. doi: 10.1563/1548-1336(2003)029<0235:EOSTPS>2.3.CO;2. PubMed PMID: 14620686.
46. Proussaefs P, Lozada J, Kim J, Rohrer MD. Repair of the perforated sinus membrane with a resorbable collagen membrane: a human study. *The International journal of oral*

& maxillofacial implants. 2004;19(3):413-20. Epub 2004/06/25. PubMed PMID: 15214227.

47. Engelke W, Capobianco M. Flapless sinus floor augmentation using endoscopy combined with CT scan-designed surgical templates: method and report of 6 consecutive cases. The International journal of oral & maxillofacial implants. 2005;20(6):891-7. Epub 2006/01/06. PubMed PMID: 16392346.

48. Karabuda C, Arisan V, Ozyuvaci H. Effects of sinus membrane perforations on the success of dental implants placed in the augmented sinus. Journal of periodontology. 2006;77(12):1991-7. Epub 2007/01/11. doi: 10.1902/jop.2006.060102. PubMed PMID: 17209783.

Danksagung:

Über allem danke ich meiner Frau Wibke und meiner Familie, für die Zeit in den letzten drei Jahren, die sie mich haben entbehren müssen.

I also feel thankfulness for Mr. and Mrs. Bill and Bobby Rankin, my Dad and Mom, who have taught me respect and discipline at a time when I needed it most.

Desweiteren danke ich meinem Mentor, Prof. Dr. Dr. Gutwald, für seine Unterstützung und seinem kritischen Blick bei der Ausarbeitung dieser These

Lebenslauf:

Dr. Sven Görrissen

- 1988 Approbation Universität Hamburg
- 1989 Stabsarzt Marinefliegergeschwader 2, Eggebeck Schleswig-Holstein
- 1989 Assistenzzeit Kieferchirurgische Praxis Dr. Bock, Hamburg
- Seit 1989 Ausbildung in oraler Chirurgie und Rehabilitation
- 1991 Gründung der eigenen zahnärztlichen Praxis, Kaltenkirchen , Schleswig.-Holstein
- 1996 Tätigkeitsschwerpunkte Implantologie und Parodontologie
- 1998 Studienaufenthalt an der UCLA, Los Angeles, postgraduale Weiterbildung in der Implantologie, Kursleitung: Sasha Jovanovic
- 2000 Postgraduale Ausbildung DGZI und zertifiziert in Implantologie gemäß Konsensus Konferenz (BDZI)
- 2003 Active Member/ geprüfter Spezialist Implantologie DGZI
- 2003 Studienaufenthalt an der UCLA, Los Angeles. Postgraduale Weiterbildung in der Implantologie, Kursleitung: Sasha Jovanovic
- 2004 postgraduale Ausbildung Curriculum Parodontologie, ZfZ Stuttgart
- Geprüfter Experte Implantologie DGOI und Diplomat des ICOI- Weltverbandes
- 2005 Studiengruppenleiter Implantologie DGOI Schleswig-Holstein
- 2005 Erweiterung der Dental-Praxis und Gründung der Dental Tagesklinik Kaltenkirchen
- Seit 2006 chirurgische Weiterbildung und Zusammenarbeit, Kieferchirurg Dr. Suhr, Maxillofazialicum und Praxisklinik hohe Bleichen, Hamburg
- 2006-2009n Leiter der Kursreihe „Implantologie für Anfänger und Fortgeschrittene“ im Rahmen des Implantologie Curriculums der Zahnärztekammer Hamburg, Leiter Prof Nentwig.
- 2006-2013 Hospitations- und Supervisionspraxis im Rahmen des Curriculums Implantologie der Zahnärztekammer Hamburg
- 2011 Ernennung zum Gutachter für Implantologie der DGZI
- 2012 Ernennung in den Vorstand der DGOI
- 2012 Fachkunde Strahlenschutz DVT

Eidesstattliche Erklärung:

„Ich versichere an Eides statt, dass ich die vorliegende Masterthesis selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe“.

Oersdorf im April 2013

Dr. Sven Görrissen