

Die ballonassistierte Sinusbodenschleimhaut-(BASS)*-Elevation – Anatomische Studien mit einer minimalinvasiven Technik des Sinuslifts

Klaus-U. Benner, Florian Bauer, Karl-Heinz Heuckmann

In der vorliegenden Arbeit werden ein System und eine Technik zur minimalinvasiven, schnell erlern- und durchführbaren sowie sicheren Ablösung der Schleimhaut im Bereich des Bodens des Sinus maxillaris vorgestellt. Die Elevation der *Schneider*-Membran ist Vorbedingung für eine Augmentation und damit die Schaffung eines suffizienten ossären Implantatlagers bei Atrophien im Oberkieferseitenzahnbereich. Als Vorbild dient die so genannte Osteotome Sinus Floor Elevation (OSFE) nach *Summers*, die allerdings eine deutliche Einschränkung hinsichtlich der sicheren vertikalen Ablösung der Schleimhaut beinhaltet. Durch den Einsatz eines aufeinander abgestimmten BASS-Systems – der Kombination eines abschirmenden Osteotoms mit einem flüssigkeitsauffüllbaren Ballonkatheter – wird die sichere Ablatio der Sinusbodenschleimhaut – auch bei eventuell vorhandenen *Underwood*-Septen – ermöglicht. Die Resultate aus präklinischen Studien an formalinfixierten Humanpräparaten (makroskopisch und histologisch) werden präsentiert und diskutiert.

Indizes Geschlossener Sinuslift, ballonassistierte Sinusbodenschleimhautrelevations(BASS)-Technik, minimalinvasiver Sinuslift, OSFE nach *Summers*, kontrollierte Sinusbodenaugmentation

Einleitung

Der Oberkieferseitenzahnbereich ist kaufunktionell zweifelsohne eine der wichtigsten Regionen für restaurative Maßnahmen. Hier laufen im Zusammenspiel mit den Antagonisten des Unterkiefers ganz wesentliche Mechanismen des Kauaktes ab. Der Verlust der natürlichen Zähne, die konsequent folgende Atrophie des Alveolarkamms und die dadurch bedingte Reduktion der Prothesenauffläche setzen einen *Circulus vitiosus* in Gang, dessen biologische Auswirkungen bisher – wenn überhaupt – nur einzelfallweise beschrieben wurden. Ziel der Wiederherstellung einer physiologischen Kaufunktion muss es also sein, auch und gerade hier ein System zu etablieren, das vertikale und tangential Kräfte auffängt und – indem es diese Aufgabe erfüllt – sich durch permanente Umbauvorgänge im Knochenlager weiter erhält (ein

„Surviving by acting“). Nach längerer Zahnlosigkeit ohne oder mit Einsatz konservativ-prothetischer Konstruktionen wird sich der Knochen zurückziehen, weil der physiologische Stress zum Remodeling in geforderter Richtung und im notwendigen Ausmaß fehlt.

Als chirurgisches Behandlungskonzept zur Verbesserung der atrophischen Knochensituation im Oberkieferseitenzahnbereich hat sich die Sinusbodenaugmentation etabliert: Die Schleimhaut (die so genannte *Schneider*-Membran) des Bodens des Sinus maxillaris wird entweder direkt und offen oder indirekt und geschlossen abgelöst. Das erstgenannte Verfahren ist mit der Bildung eines bodennahen, lateralen Sinusfensters („*Tatum*-window“) verbunden¹. Bei der zweiten Technik, die

* Patent angemeldet; Gebrauchsmuster geschützt



Abb. 1 BASS-Osteotom (oben Übersicht, unten Details der Schaftspitze). A = ergonomischer Handgriff; B = Wechselschaft mit im Durchmesser variierenden Schaftspitzen (b); C = Distanzhülse; D = Mandrin; a = Handgriffgewinde; c = Distanzhülsengewinde; d = Führungskanal für Mandrin bzw. Ballonkatheter; e = Justierschraube des Mandrins.

vom Kieferkamm ausgeht, wird mit Hilfe eines Osteotoms („Osteotome Sinus Floor Elevation = OSFE“ nach Summers) ein Zugang geschaffen. Der Sinusbodenknochen wird mit einem Osteotom imprümiert und die Schleimhaut mit dem vorwärtenden Knochen bzw. dem Osteotom zeltartig angehoben²⁻⁴. Dieses Verfahren ist für den Operateur sicherlich einfacher, wird aber von einigen erfahrenen Implantologen vehement abgelehnt.

Das Problem der Schleimhautablösung vom Knochen hat den Erstautor dieses Beitrags bereits in den frühen 90er Jahren des vergangenen Jahrhunderts beschäftigt und dazu motiviert, ein Ballonsystem zu entwickeln, mit dem eine flächige Abhebung der Schleimhaut vom Knochen ermöglicht wird (beim Literaturstudium hat sich gezeigt, dass diese Form der Weichgewebsexpansion bereits in der Dermatologie Anwendung fand). Viele praktische, später in eine Dissertation eingeflossene Untersuchungen⁵ bestätigten in Studien an formaldehydfixierten Präparaten die Vermutung der schonenden, schnellen und sicheren Ablatio durch den Ballon.

Nach diesen Vorstudien wurde ein Instrumentensatz – das BASS-System (ballonassistierte Sinusbodenschleimhaut-Elevation) – entworfen und

geprüft, mit dem die OSFE nach Summers²⁻⁴ deutlich erweitert und auf sichere Füße gestellt werden kann.

Die vorliegende Publikation soll über die Grundlagen und die Resultate vorklinischer Studien mit dem BASS-System informieren.

Material und Methoden

Das BASS-Osteotom (Abb. 1) besteht aus insgesamt vier beweglichen Teilen:

- dem ergonomischen Handgriff (Abb. 1, A)
- dem Wechselschaft mit im Durchmesser variierenden Schaftspitzen (Abb. 1, B)
- der Distanzhülse (Abb. 1, C) und
- dem Mandrin (Abb. 1, D).

An den ergonomischen Handgriff wird ein Wechselschaft über das Handgriffgewinde angeschraubt, dessen längenmarkierte Spitze im Durchmesser dem des vor Ort geplanten Schraubenimplantats entspricht. In Spitzennähe trägt der Schaft ein zweites Gewinde, auf das eine Distanzhülse aufgeschraubt wird. Im axialen Zentrum von Handgriff und Schaft befindet sich ein Führungskanal, über den entweder der Mandrin oder der Ballonkatheter (Abb. 2) zugeführt werden kann.

Der Mandrin – das eigentliche Osteotom – weist vor seiner Grifffläche eine Justierschraube auf, mit der dessen apikaler Überstand über die Schaftspitze reguliert werden kann.

Der BASS-Ballonkatheter (Abb. 2) ist folgendermaßen konstruiert: Proximal verfügt der Katheter über einen Y-Ansatz mit Insufflations- und Entlüftungsstutzen; beide sind mit Ventilen versehen. Am Insufflationsstutzen befindet sich ein Luer-Lock-Ansatz für die Bajonettverbindung mit einer Injektionspritze. Der PVC-Katheter entspricht in seiner Länge dem Führungskanal (s. Abb. 1, d) im Handgriff und Schaft des BASS-Osteotoms. Distal

Das Katheter-Balloon-System (BASS) besteht aus einem Katheter, der an der Spitze einen aufblasbaren Ballon enthält. Der Katheter ist über eine Luer-Lock-Verbindung mit einer Injektionsspritze verbunden, die zur Entlüftung des Katheters mit einer radiopaken Flüssigkeit verwendet wird. Das System ermöglicht die Inflation des Ballons, um die Schleimhäute des Sinusbodens zu elevieren.

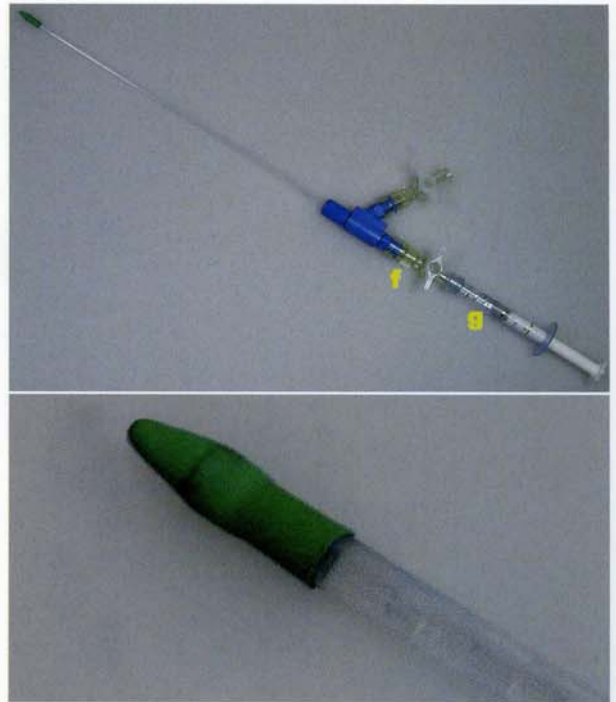


Abb. 2 BASS-Ballonkatheter mit Insufflationsspritze (oben); Ballon an der Katheterspitze (unten).
f = Insufflationsstutzen mit einer über Luer-Lock-Verbindung angeschlossenen Injektionsspritze; g = Insufflations- und Entlüftungsstutzen sind durch ein Ventil verschließbar.



Abb. 3 Arbeitsplatz für die Studien der Sinusbodenschleimhautrelevation mit dem BASS-System.

ist in das Ende des Katheters ein aufblasbarer Ballon eingelassen (s. Abb. 2, unten). Vor seinem Einsatz wird der BASS-Ballonkatheter durch Vorfüllung mit einer radiopaken Flüssigkeit entlüftet. Für vorklinische makro- und mikroskopische Studien mit dem BASS-System wurden vier formaldehyd-/alkoholfixierte Humankopfpräparate verwendet, die durch die Entfernung von Haut und Unterhautbindegewebe, Halbierung mittels mediasagittalen Sägeschnitts und Abtragung des Neurokraniums mit Entfernung des Orbitabodens vorbe-

reitet worden waren. Abbildung 3 zeigt den Arbeitsplatz für die In-vitro-Elevation der Kieferhöhlenschleimhäute an Humanpräparaten. In Abbildung 4 ist ein typisches, für die vorliegenden Experimente vorbereitetes Humanpräparat dargestellt. Im oberen Bildteil richtet sich der Blick auf die oberflächliche seitliche Gesichtsregion, im unteren Bildteil von oben auf die Böden von Kiefer- und Nasenhöhle. Die derart vorbereiteten Oberkiefer-Unterkiefer-Präparate gestatteten einen leichten Zugang zum Kamm der Oberkieferseiten-

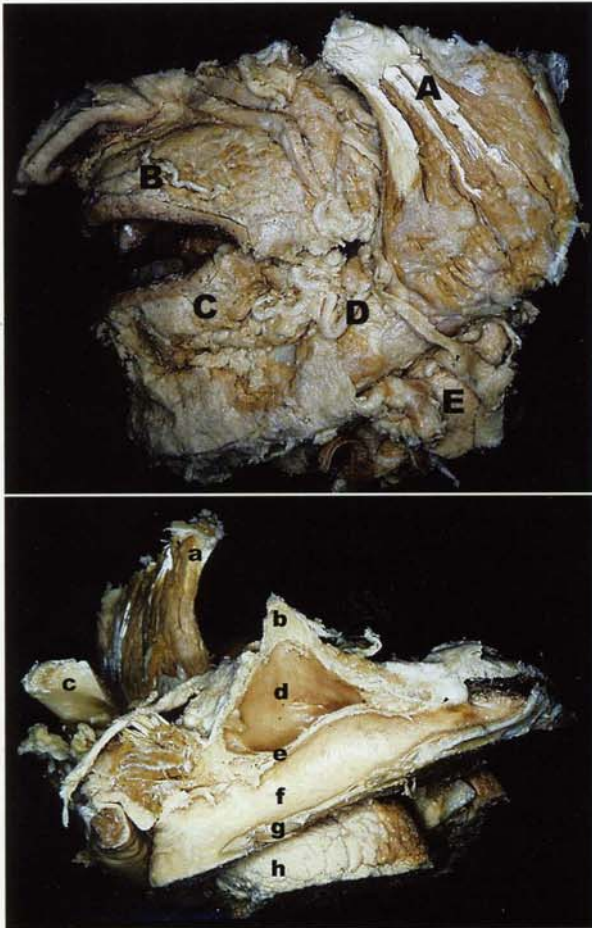


Abb. 4 Menschliches Oberkiefer-Unterkiefer-Präparat nach Entfernung der rechten Kopfhälfte, Haut, Unterhautbindegewebe, Gl. parotidea sowie des Neurokraniums. Oben: Blick auf das oberflächliche seitliche Gesicht. A = M. masseter; B = Oberlippe; C = Unterlippe; D = A. facialis; E = Gl. submandibularis. Unten: Blick von oben (nach Entfernung von Orbitaboden und Nasendach) auf den Boden von Kiefer- und Nasenhöhle. a = M. masseter; b = Os zygomaticum; c = Ramus mandibulae; d = Sinus maxillaris; e = mediale Wand des Sinus maxillaris; f = Boden der Nasenhöhle; g = Septum nasi; h = Zunge.

zahnregion und durch Entfernung des Orbitabodens einen freien Blick in die Tiefe des Antrum Highmori (Abb. 4, unten).

Beim Einsatz des BASS-Systems wird schrittweise folgendermaßen vorgegangen:

1. Die auf dem Kieferkamm befindliche Gingiva propria (attached gingiva) wird mit einer rotierenden Schleimhautstanze entnommen (diese wird bei den späteren Eingriffen bei Patienten

- zur Ex-vivo-Erhaltung der Vitalität in einer sterilen Schale mit venösem Eigenblut aufbewahrt).
2. Mit einem Trepanfräser, dessen Außenmaß dem geplanten Implantatsystem entspricht, wird der Alveolarkamm bis zur Sinusbodenkompakta angebohrt und der Knochenkern – wenn und so weit wie möglich – entnommen (dieser wird in einer Knochenquetsche partikuliert und dem Augmentatmaterial zugefügt).
3. Anschließend wird die Osteotomschaftspitze bündig in die Knochenfräsung eingeführt
4. Dann wird die Justierhülse im vorderen Teil des Osteotoms bis zum Anschlag an die Gingiva vorgedreht, um ein unkontrolliertes weiteres Einstoßen des Osteotoms zu verhindern.
5. In den axialen Führungskanal von Handgriff und Schacht wird der dazugehörige Mandrin eingeführt und nach Kontakt mit dem Knochenkern (bzw. mit dessen Rest) vorsichtig mit einem Hammer vorgetrieben. Durch das Justiergewinde vor dem Mandringriff wird seine an der Schaftspitze austretende Länge auf die Stärke des ossären Kieferhöhlenbodens, die aus einer Panoramaaufnahme zur Bestimmung der lokalen Kieferhöhe ermittelt wird, eingestellt.
6. Nach dem Vortreiben des Mandrin, das heißt dem Infrakturieren des Knochenkerns auf den Kieferhöhlenboden, wird der Mandrin herausgezogen und stattdessen der flüssigkeitsvorgefüllte Ballonkatheter bis zum Anschlag eingeschoben.
7. Anschließend wird mit einer über einen Luer-Lock mit dem Katheter verbundenen flüssigkeitsgefüllten (und graduierten) Spritze der in den subantralen Raum der Kieferhöhle eingeführte Ballon vorsichtig aufgeblasen. (Besonderheiten dazu werden in einer folgenden Publikation zum klinischen Einsatz beschrieben. In diesem Rahmen wird auch auf die Füllung des neu entstandenen Raums mit Augmentatmaterialien eingegangen.)
8. Schließlich wird die Schleimhautstanze reponiert und mit einem Situationsfaden fixiert.

Die insgesamt vier Präparate wurden zur weiteren feingeweblichen Aufbereitung durch Sägeschnitte auf die Größe des Sinusbodens mit abgehobener Schleimhaut reduziert, in Methylmetacrylat eingebettet und später – nach Aushärtung – mit einer Leitz-Innenlochsäge in Scheiben geschnitten. Diese circa 150 µm starken Präparate wurden mit einer

Donath-Schleifmaschine planparallel auf eine Dicke von 50 µm reduziert. Anschließend wurden die Dünnschliffe nach *Paragon* gefärbt.

Ergebnisse

Mit einer rotierenden Stanze kann die *Gingiva propria* ziel- und situationsgerecht abgehoben werden. Ihre Vitalität lässt sich beim klinischen Vorgehen durch die *Ex-vivo*-Aufbewahrung in Eigenblut erhalten.

Mit einem scharfen, tiefenmarkierten Trepanfräser lassen sich die Alveolarkämme im Oberkieferseitenzahnbereich sicher anbohren, wenn man die vertikale (Rest-)Kammhöhe zuvor mittels eines Größenmaßstabs im Orthopantomogramm (OPG) ermittelt hat. Wenn der Knochenkern nicht mit dem Trepanfräser entnommen und nach Zerkleinerung dem Augmentat beigegeben werden kann, wird er durch Infrakturierung mit dem tiefenjustierten Mandrin des Osteotoms in den subantralen Raum kontrolliert vorgetrieben. In den vorklinischen Studien wurde hierbei nie ein Anreißen der *Schneider*-Membran beobachtet. Auch ihr Abheben durch langsames Füllen des Ballons (was am Humanpräparat mit dem bloßen Auge verfolgt wurde) geschah stets komplikationslos (Abb. 5).

Die typischen histologischen Feinschliffe der ballonelevierten Kieferhöhlenbodenpräparate (der Ballon war vor der Einbettung des Präparates entfernt worden) sind in den Abbildungen 6 bis 8 dargestellt. In Abbildung 6, der Darstellung eines Kieferhöhlenbodenbereichs außerhalb der Schleimhautrelevationszone, zeichnet sich beispielhaft die histophysiologische Situation des Bodens des Sinus maxillaris bei einem Menschen im höheren Alter (hier 75 Jahre) ab: Die *Tunica mucosa* oder *Schneider*-Membran, an dieser Stelle ca. 500 µm hoch, setzt sich aus einer *Lamina epithelialis mucosae* und einer *Lamina propria mucosae* zusammen. Die Schleimhaut ist mehr oder weniger stark mit dem darunter liegenden Knochen verbunden. Ihre *Lamina epithelialis mucosae* besteht aus einem zweireihigen Epithel, dessen prismatische Zellen nur vereinzelt mit Zilien besetzt sind. Die Epithelzellschicht ist meist durch eine Basallamina von der benachbarten *Lamina propria mucosae* abgegrenzt.

Die *Lamina propria mucosae* deutet in den meisten Präparaten eine Zweischichtung an: Das



Abb. 5 BASS-Elevation bei einem menschlichen Oberkiefer-Unterkiefer-Präparat. Blick von oben auf den Boden der Kieferhöhle. Ein Teil des Knochenkerns wurde mit der Schleimhaut eleviert. Die *Schneider*-Membran ist trotz einer zentralen Anhebung um etwa 9 mm vollständig intakt geblieben.

unmittelbar unter der Basallamina des Epithels befindliche Bindegewebe enthält in den meisten Schnitten auffallend viele, meist venöse Blutgefäße, weshalb diese Schicht in einer Promotionsarbeit⁶ als *Stratum vasculare* bezeichnet wurde. Knochenwärts folgt die zweite Schicht, das *Stratum reticulare*. Die venösen Blutgefäße des *Stratum vasculare* besitzen ein Kaliber von 30 bis 150 µm. Sie können geflechtförmig (als so genannter *Venenplexus*) angeordnet sein. Vereinzelt ziehen größere Gefäße vom *Stratum vasculare* durch das *Stratum reticulare* in den angrenzenden Knochen.

Das *Stratum reticulare* verdichtet sich in unmittelbarer Nachbarschaft zum Alveolarknochen, um mit diesem in mehr oder weniger starker Verzahnung Kontakt aufzunehmen. In der Verdichtungszone ist bei stärkerer Vergrößerung eine diskrete, unvollständige Schicht von Zellen auszumachen, die offenbar als Vorläufer der Osteoblasten, als so genannte *Osseoprogenitorzellen* fungieren⁶. Man kann also diesen Teil des *Stratum reticulare* – dicht vernetzte Kollagenfasern mit „Inseln“ von Präosteoblasten – als Periost beschreiben, das als (zur Regeneration befähigte) Verbindungsschicht zwischen Schleimhaut und Knochen die innere Sinuswand überzieht. Außerdem befinden sich hier mehr oder weniger häufig auszumachende sinusoidale Gefäßbrücken, die eine Verbindung zwischen den Blutgefäßen der Spongiosa bzw.

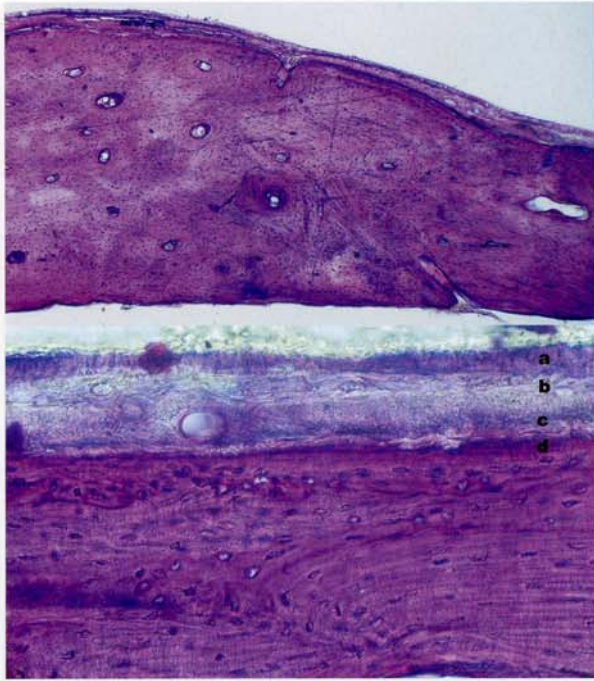


Abb. 6 Histologisches Präparat des intakten Sinusbodens. Oben: Übersicht (15fache Vergrößerung). Unten: Detailvergrößerung (60fach).
a = Lamina epithelialis mucosae; b = Stratum vasculare laminae propriae mucosae; c = Stratum reticulare laminae propriae mucosae; d = Sinusbodenkompakta.

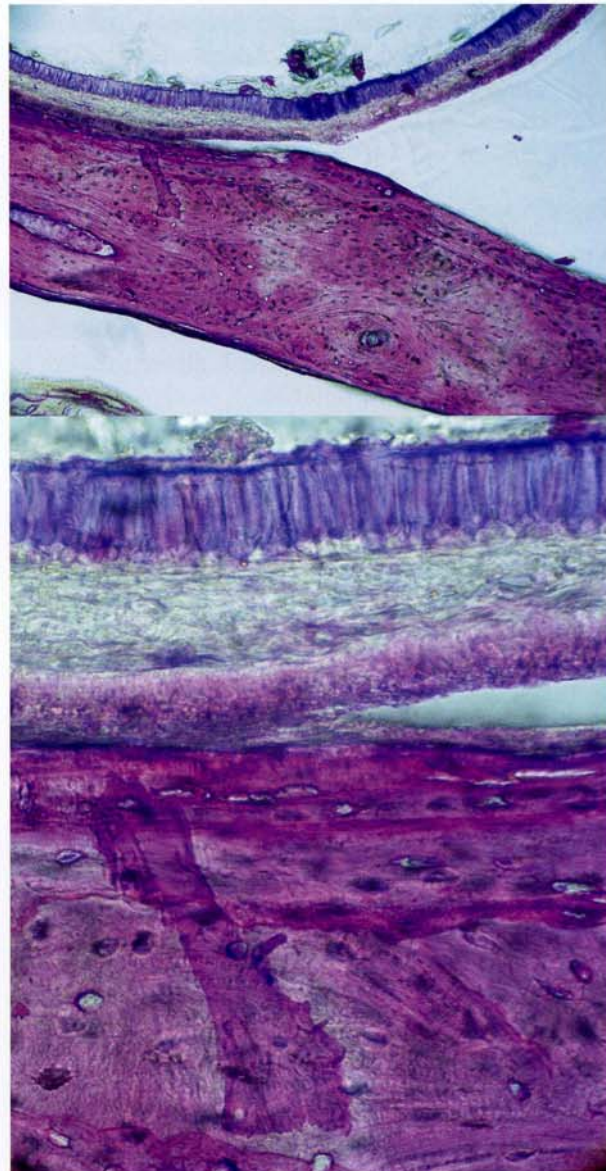


Abb. 7 Zwickelregion der Schleimhautablösungszone; man achte auf die durch das BASS-System bewirkte einheitliche Ablatio im Stratum reticulare der Lamina propria mucosae (oben: 30fache Vergrößerung; unten: 100fache Vergrößerung).

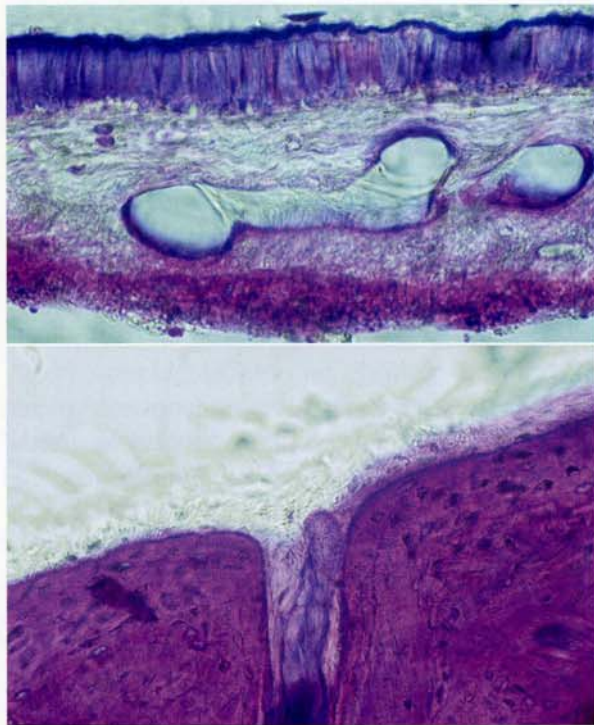


Abb. 8 Histologische Aspekte im Bereich der Schleimhautablösungszone. Oben: Schnitt durch die elevierte Schleimhaut (180fache Vergrößerung); unten: von der Schleimhaut befreiter Knochen; das periostale Blatt des Stratum reticulare (= Regenerationszone) haftet unversehrt am Knochen (180fache Vergrößerung; man achte auf die große sinusoidale Brückenvene, die bei der Elevation abgerissen wurde).

den *Volkman*-Kanälen des knöchernen Sinusbodens und den Gefäßen der *Schneider*-Membran herstellen (s. Abb. 8, unten).

Am Zwickel der Ablationszone (s. Abb. 7) sieht man, dass die Schleimhaut mit dem Ballon im Bereich des Stratum reticulare abgehoben wurde. Dies gilt für den gesamten Ablösungsbereich (s. Abb. 8) und findet seine Bestätigung auch in den drei anderen vorklinischen Studien. Rasterelektronenmikroskopische Studien korrespondierender Schleimhaut- bzw. Knochenstellen, die im Rahmen der eingangs zitierten Dissertationsarbeit⁵ durchgeführt worden sind, zeigen, dass das Stratum reticulare der *Schneider*-Membran bei Ballonelevation am Humanpräparat zudem einheitlicher (ohne Mikroschnitte) imponiert als vergleichbare Zonen, die mit Hilfe schärfster Instrumente abgehoben wurden.

Diskussion

Die BASS-Technik zur Ablatio der Sinusbodenschleimhaut vom Knochen hat sich in allen bisherigen vorklinischen Studien als eine einfache, leicht zu erlernende und zu praktizierende Technik erwiesen. Ob die den Kieferkamm bedeckende *Gingiva propria* nun mit einer Schleimhautstanze oder durch Bildung eines (palatinal versetzten) Mukoperiostlappens abgehoben wird, bleibt die Entscheidung des Behandlers. Wichtig ist nur die anschließende Anschwächung des Knochens durch eine vorsichtige Trepanfräsung, die die sinusseitige Kompakta nicht vollständig penetrieren sollte.

Alle weiteren Schritte sind durch den sinnvollen Einsatz des BASS-Systems abgesichert: Der Knochenkern wird entweder vorsichtig entnommen, partikuliert und dem Augmentat zugefügt oder mit dem Mandrin des Osteotoms vorsichtig in den subantralen Raum vorgetrieben und die Schleimhaut durch die Flüssigkeitsinsufflation des Ballons flächig und damit schonend abgehoben. Relieffartige Besonderheiten des Sinusbodens bis hin zur Ausprägung eines oder mehrerer markanter *Underwood*-Septen⁷ stellen bei den zitierten Studien zur Entwicklung des BASS-Systems⁵ kein nennenswertes Hindernis bei der mit diesem System betriebenen Ablösung der Schleimhaut dar. Diese aber werden zu Recht – sowohl bei der direkten instrumentellen als auch bei der indirekten

nur mit einem Osteotom bewirkten Schleimhautablösung – gefürchtet.

Die Anwendung des BASS-Systems im Zusammenhang mit der *Summers*-Technik der „gedeckten Sinusbodenschleimhautrelevation“² erweitert deren Indikation signifikant. Mit dem Ballon kann die Schleimhautabhebung die bisher von erfahrenen Anwendern einzuhaltende (2- bis 3-mm-)Grenze ohne Gefahr einer Ruptur deutlich überschreiten; bis zu 10 mm Höhengewinn sind mit dem derzeit verfügbaren Ballon zu erzielen.

Die Vorfüllung des Katheters wie auch die anschließende Insufflation des „in Stellung gebrachten“ Ballons erfolgt mit einer radiopaken, viskösen Flüssigkeit, deren Viskosität höher als Wasser ist. Die Verwendung von Ultravist 230 (Schering AG) besitzt nach unseren Beobachtungen folgende Vorteile:

- Die durch manuellen Druck auf den Kolben der Spritze ausgeübte Kraft erfolgt wegen der höheren Viskosität des Kontrastmittels langsamer und kontrollierter.
- Die Abreibung der Schleimhaut vom Knochen findet damit ihren Weg leichter durch die in der Gewebestruktur befindlichen „loci minores resistentiae“ am Übergang vom Stratum reticulare zum Stratum vasculare mucosae.
- Mit aufgeblasenem und arretiertem Ballon können Situationsröntgenaufnahmen angefertigt werden, um den Höhengewinn und die Integrität der elevierten Schleimhaut – auch für juristische Zwecke – festzuhalten; das Kontrastmittel ist übrigens für intravasale Anwendungen, also z. B. für Angiographien, gedacht und birgt selbst bei einer Ruptur des Ballons keine Gefahren (wenn anamnestisch allergische Reaktionen gegenüber solchen Kontrastmitteln oder eine Hyperthyreose ausgeschlossen wurden).

Die mit dem BASS-System elevierte Schleimhaut verfügt immer über ein intaktes Stratum vasculare mucosae. Sie wird also von den Abhebungsrandern aus mit Blut versorgt und droht nicht, infolge Mangeldurchblutung zu nekrotisieren. Ebenso bleibt das periostale Stratum reticulare mucosae am ortständigen Knochen unverletzt – von hier kann sofort nach dem Einbringen des Augmentats dessen Vaskularisierung und Ossifizierung ausgehen.

Es bleibt allerdings festzuhalten, dass die vorgelegten vorklinischen Untersuchungen an formalin-

fixierten Präparaten durchgeführt wurden. Die Denaturierung der stabilisierenden Eiweiße (hier vor allem des Kollagens und Elastins) durch Formaldehyd und Alkohol vermindert signifikant die Reißfestigkeit biologischer Membranen. Wenn also trotz der erhöhten Fragilität der fixierten Sinusschleimhäute beim Einsatz des Ballons sowohl in der zitierten Doktorarbeit⁵ als auch in den vorliegenden Studien praktisch keine Schleimhautrisse beobachtet wurden, so spricht dies nur für die Sicherheit des BASS-Systems.

Literatur

1. Tatum OH jr: Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dent Clin North Am* 1986; 30/2: 207-229.
2. Summers RB: A new concept in maxillary implant surgery: The osteotome technique. *Compend Contin Educ Dent* 1994; 15/2: 152-160.
3. Summers RB: The osteotome technique. Part 2: The ridge expansion osteotomy (REO). *Compend Contin Educ Dent* 1994; 15/4: 422-434.
4. Summers RB: The osteotome technique. Part 3: Less invading method of elevating the sinus floor. *Compend Contin Educ Dent* 1994; 15/6: 698-708.
5. Black P: Sinusbodenelevation: Entwicklung eines ballonassistierte Verfahrens. Inaug Diss LMU München, 2002.
6. Schlehner Ch: Untersuchungen zur Kieferhöhlenschleimhaut am Humanpräparat. Inaug Diss LMU München, 1999.
7. Underwood AS: An inquiry into the anatomy and pathology of the maxillary sinus. *J Anat Physiol* 1910; 44: 354.

Prof. Dr. Klaus-U. Benner
ZA Florian Bauer
Anatomische Anstalt der
Ludwig-Maximilians-Universität München
Pettenkoferstraße 11
80336 München

Dr. Dr. Karl-Heinz Heuckmann
Seitzstraße 1
83339 Chieming

Bitte richten Sie Ihre Korrespondenz an
Herrn Prof. Dr. Klaus-U. Benner.
E-Mail: benner@anat.med.uni-muenchen.de

The Balloon-Assisted Sinus Floor System – Anatomic Studies with a Minimally Invasive Technique of Sinus Lift

Klaus-U. Benner, Florian Bauer, Karl-Heinz Heuckmann

In this paper a system and a technique for minimally invasive, quickly learnable and practicable, and safe loosening of the mucous membrane in the area of the maxillary sinus floor is presented. The elevation of the *Schneiderian* membrane is a prerequisite for augmentation and for creating a sufficient osseous implant bed in the case of atrophies in the area of the posterior maxilla. It is patterned after the so-called osteotome technique described by *Summers* in 1994 that, however, includes a clear restriction with respect to a safe vertical loosening of the mucosa. By use of the balloon-assisted sinus floor system (BASS), a combination of an osteotome set with a balloon catheter that can be filled with fluid, it is possible to loosen the mucosa of the sinus floor also in the case of available *Underwood* septa. The results of preclinical studies with formalin-fixed human preparations (macroscopic and histologic) are presented and discussed.

Key words Sinus lift, OSFE according to *Summers*, balloon-assisted sinus floor system (BASS) elevation, minimally invasive sinus lift, controlled sinus floor augmentation