

# ZFP-Fortbildung

**T. Ziebart<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Klinik für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie – Plastische Operationen, Universitätsmedizin, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Augustusplatz 2, 55131 Mainz, Deutschland

## Membranen und Membrantechniken

### Zusammenfassung

Der chirurgisch tätige Zahnarzt wird mit einer Fülle von unterschiedlichen Membranen im Rahmen einer gesteuerten Geweberegeneration in der Parodontologie und Implantologie konfrontiert. Hierbei dienen die Membranen und die unterschiedlichen operativen Techniken zur gezielten Regeneration von Hart- und Weichgewebe. Der Artikel soll dabei helfen, einen Überblick über die aktuellen unterschiedlichen Membrantypen und Verarbeitungstechniken zu erhalten, damit diese gezielt für die tägliche Arbeit des Zahnarztes in Praxis und Klinik eingesetzt werden können.

### Schlüsselwörter

Membran – Knochenregeneration – Weichgewebsregeneration – Implantologie – Parodontologie

Dieser Beitrag erschien ursprünglich in der Zeitschrift wissen kompakt 2015/4: 189-200, DOI 10.1007/s11838-015-0011-6. Die Teilnahme an der zertifizierten Fortbildung ist nur einmal möglich.

**Punkte sammeln auf ...**  
**SpringerMedizin.at**

ZFP-Literaturstudium als Teil des Zahnärztlichen Fortbildungsprogramms der Österreichischen Zahnärztekammer (ZFP-ÖZÄK)

### Teilnahme-möglichkeiten

Kostenfrei im Rahmen der Mitgliedschaft der Österreichischen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (ÖGZMK)

### Approbation

Diese Fortbildungseinheit ist mit 2 ZFP-Punkten approbiert und von der Österreichischen Zahnärztekammer anerkannt.

### Kontakt und weitere Informationen

Springer-Verlag GmbH

Springer Medizin

Susanna Hinterberger

E-Mail: [susanna.hinter-berger@springer.at](mailto:susanna.hinter-berger@springer.at)

SpringerMedizin.at

## Lernziele

Nach der Lektüre des Artikels

k

sind Ihnen die Grundprinzipien für den Einsatz von Membranen in der Zahnmedizin vertraut,

k

können Sie Vor- und Nachteile von resorbierbaren und nichtresorbierbaren Membranen benennen und

k

kennen die Unterschiede zwischen der Barrierefunktion und der Matrixfunktion einer Membran.

## Hintergrund

Die Entwicklung des Lebens vollzieht sich an Grenzschichten. Waren es am Anfang einfach Lipidschichten, so entwickelten sich bei komplexen Tieren Gewebe und Organstrukturen an extrazellulären Matrices wie z. B. der Basalmembran. Sie ermöglicht eine differenzierte und polarisierte Ausrichtung des Platten-epithels. Auch bei der Ausbildung, Erhalt und Heilung von Hartgewebe wie Knochen spielt das Periost als membranartige Struktur eine entscheidende Rolle. Ohne solche Strukturen würde es zu einem chaotischen Wachstum kommen, und die Bildung eines differenzierten Organismus wäre unmöglich.

Dieses Grundlagenprinzip findet in vielen Bereichen der Medizin und Zahnmedizin Beachtung und ist Grundlage unterschiedlicher chirurgischer Verfahren. Eine gesteuerte Geweberegeneration in der Implantologie und Parodontologie erscheint heute ohne Membranen im Rahmen einer gezielten Knochenregeneration, dem Guided-Bone-Regeneration(GBR)-Ansatz, und der Regeneration im Rahmen einer Parodontalbehandlung, dem Guided-Tissue-Regeneration(GTR)-Ansatz, unvorstellbar. Hierfür bietet die Dentalindustrie eine Vielzahl unterschiedlicher Produkte, die sich nicht nur im Grundmaterial, sondern auch aufgrund unterschiedlicher Beschichtungen und Modifikationen unterscheiden. Hierdurch unterscheidet sich das biologische Verhalten in Bezug auf Abbauverhalten und Attraktivität für unterschiedliche Zellarten. Je nach Indikationsstellung können somit Membranen eingesetzt werden, die sich unterschiedlich schnell bis gar nicht abbauen und aufgrund ihrer Steifigkeit eine unterschiedlich starke Stabilisation aufweisen können. Eine einfache Entscheidung wird auch dadurch kompliziert, dass Membranen ein unterschiedliches Nebenwirkungsprofil aufweisen und unterschiedlich auf Dehiszenzen und Entzündungen reagieren. Auch wenn der Wunsch nach einer multifunktionellen Membran groß ist: Bis dato gibt es diese (noch) nicht.

## Begriffsdefinition

Der Begriff Membran leitet sich von dem lateinischen Wort „membrana“ ab und bedeutet Häutchen. Somit wird dieser Begriff in der Chemie, Physik und Biologie für eine Trennschicht gebraucht, auch wenn diese aus unterschiedlichen Materialien besteht. Diese Trennschicht hat oftmals die Eigenschaft, dass sie semipermeabel ist. Daher können Flüssigkeiten die Membran passieren, größere Moleküle oder Zellen werden jedoch zurückgehalten. Somit ergibt sich für die Medizin ein breites Spektrum von Einsatzmöglichkeiten für die verschiedenen Arten von Membranen (4 Abb. 1): Diese reichen von extrakorporalen Verfahren wie der Dialyse bei Patienten mit terminaler Niereninsuffizienz bis hin zu Membranen, die intrakorporal in Patienten eingesetzt werden [1].

## Geschichtliche der Membranen in der Medizin und Zahnmedizin

Der Einsatz von Membranen ging interessanterweise nicht von der Zahnmedizin aus. Bereits Mitte der 1980er-Jahre gab es experimentelle Ansätze in der Urologie, mittels Membranen die Harnblase zu rekonstruieren [2]. In der Neurochirurgie wurden Membranen im Rahmen von Wirbelsäulenoperationen bereits seit Mitte des letzten Jahrhunderts experimentell eingesetzt [3]. Auch für eine gezielte Regeneration von Knochendefekten wurden Membranen Anfang der 1990er-Jahre für die Zahnmedizin entdeckt [4]. Diese waren in erster Linie nicht abbaubar und bestanden größtenteils aus nichtresorbierbarem Teflon. Unterschiedliche Arbeitsgruppen wiesen eine signifikant gesteigerte Knochenregeneration gerade im Rahmen der chirurgischen Parodontitistherapie nach [5].

Das Angebot der Membranen wurde nach und nach auch durch biologisch abbaubare Membranen erweitert. Hierfür eigneten sich unterschiedliche Klassen wie Membranen aus Hyaluronsäure, Polylaktid oder Kollagen [6]. Über den Grad der Quervernetzungen konnten die Eigenschaften und das Abbauverhalten der Membran verändert werden. Den aktuellsten Trend in der Membranentwicklung stellt der Einsatz flüssiger Membranen da, die nach Aufbringen auf den Knochen aushärten. Auch hier werden diverse Monomere und Bausteine unterschieden wie z. B. hydrogelbasierte Polyethylenglykollmembranen (PEG-Membran, z. B. Membragel®; [7]). Auch ist es möglich, aus patienteneigenem peripheren Blut Membranen aus Fibrin-Chair-Side herzustellen [8]. Neben der Verwendung einer körpereigenen Substanz verspricht man sich hierbei auch positive Effekte durch die in der Membran enthaltenen Zytokine und Wachstumsfaktoren für die Knochenregeneration. Doch welche Aufgaben haben die Membranen konkret?

## Aufgaben der Membranen in der Zahnmedizin

Der Einsatz von Membranen verfolgt das Ziel knöcherne Strukturen, die aufgrund unterschiedlicher Gründe zerstört worden sind, wieder aufzubauen. Doch warum bedarf es hierfür einer Membran? Das Weichgewebe und insbesondere die

Fibroblasten haben eine höhere Wachstumsrate als die knochenbildenden Osteoblasten. Daher würden sie schneller wachsen und den für die Osteoblasten bestimmten Raum mit einem Weichgewebe auffüllen. Durch die Membran wird eine Trennschicht aufgebaut, die zwar eine Diffusion von wichtigen Flüssigkeiten und Zytokinen für die Nutrition und Stimulation der Zellen gewährleistet, die Fibroblasten jedoch daran hindert, den Osteoblasten „den Platz wegzunehmen“. Somit kommt es zu einer gerichteten Knochen- und Geweberegeneration.

Bei noch genauerer Betrachtung lassen sich 4 unterschiedliche Funktionen der Membran finden und definieren [9, 10, 11]:

- u eine Stabilisierungsfunktion für ein eingebrachtes Knochenaugmentat,
- u eine Platzhalterfunktion für die Osteoblasten,
- u eine Barriere- und Schutzfunktion sowie
- u eine Matrixfunktion für das Zellwachstum.

### Gründe für unterschiedliche Membranen

#### Verständnis der Funktion

Die verwendete Membrantechnik und die hieraus benötigte Membranfunktion haben sich mit den Jahren gewandelt. Die nichtresorbierbare Membran besteht aus Substanzen, die biologisch inert sind, z. B. eine Polytetrafluorethylen(PTFE)-Membran. Dies bedeutet, es entsteht keine Interaktion zwischen Membran und umliegenden Gewebe. Die Membran wird umbaut, als Grenze respektiert, trennt Hart- und Weichgewebe, hat aber nicht die Funktion, ein gerichtetes Zellwachstum anzuregen. Hierbei wird die Membran lediglich als eine Trennwand eingesetzt und besitzt die Funktion einer Barriere (4 Abb. 2).

In den letzten 10 Jahren hat sich das Verständnis für den Einsatz von Membranen gewandelt: Sie sollen nicht nur Hart- und Weichgewebe trennen, sondern besitzen neben dieser Aufgabe vielmehr die Funktion einer Matrix, um ein gerichtetes Gewebewachstum zu ermöglichen. Zur Erfüllung dieser Aufgabe muss die Membran mit den Zellen in Interaktion treten, Gefäß einsprossung und Gefäßwachstum ermöglichen. Die Matrix der Membran wird somit mit der Zeit ersetzt und abgebaut. Hierdurch entsteht Platz für das neue entstandene Gewebe (4 Abb. 3). In 4 Abb. 4 ist die Einsprossung von Gefäßen in eine Mucograft®-Membran dargestellt. Mittels elektronenmikroskopischer Analyse zeigt sich ein kompliziertes kapilläres Geflecht 3 Wochen nach Insertion der Membran (4 Abb. 4).

#### Klassifizierung

Eine Klassifikation der Membranen ist nach Art ihres Degradationsverhaltens, Abbauperioden und Rigidität möglich. Welche Bedeutung hat die Rigidität, d. h. die Starre und Härte der Membran?

Für die Bildung von Knochen ist eine solide ruhige Einheilphase wichtig. Ist dieses nicht möglich, wird der eigene (autologe) Knochen oder das Knochenersatzmaterial nur unzureichend durchbaut oder lediglich bindegewebig eingeschieden. Insbesondere bei vertikalen Knochenaugmentationen ist daher eine rigide und starre Membran nötig, um eine ausreichende Stabilisierung zu erreichen. Die stabilste Möglichkeit zur Fixierung einer Augmentation stellt ein Titan-Mesh dar. Hier ist es mittlerweile möglich, über eine radiologische 3-D-Diagnostik mittels digitaler Volumentomographie (DVT) oder Computertomographie (CT) den Knochendefekt präoperativ darzustellen und zu vermessen und ein mittels rechnergestützter Konstruktion („computer-aided design“, CAD) oder computergestützter Fertigung („computer-aided manufacturing“, CAM) hergestelltes individuelles Titan-Mesh zu beziehen. Die 4 Abb. 5 zeigt einen Fall mit einem knöchernen Defekt im Bereich der Unterkieferfront, welcher mit einer Mischung aus autologem Knochen und Knochenersatzmaterial augmentiert wurde. Zur Stabilisierung diente ein CAD/CAM-gefertigtes Titan-Mesh.

Das Titan-Mesh stellt jedoch keine Membran mit vollständiger Barrierefunktion dar. Durch die Lücken des Gitters können auch Zellen des Weichgewebes einwachsen. Aus diesem Grund ist auch ein kombinierter Einsatz eines Titan-Mesh mit einer resorbierbaren Kollagenmembran denkbar: Das Titan-Mesh liefert die nötige Stabilität, und die Kollagenmembran verhindert das Einwachsen von unerwünschtem Weichgewebe.

Zu den starren Membranen werden auch die Teflonmembranen (PTFE) gerechnet. Sie sind nicht resorbierbar und werden nach abgeschlossener Knochenregeneration in einem Zweiteingriff entfernt [12, 13]. Zur Fixierung der Membranen bedient man sich häufig Pins oder Minischrauben. Sie verhindern eine Verschiebung der Membran. Dies ist wichtig, da eine nichtresorbierbare Membran keine Verbindung mit dem umliegenden Gewebe eingeht. Die Vorteile einer starken Fixierung durch eine nichtresorbierbare Membran einschließlich des guten vertikalen Knochenregenerationspotenzials müssen gegenüber ihrer erhöhten Anfälligkeit für Infektionen bei Dehiszenzen und dem obligatem Zweiteingriff zur Entfernung der Membran abgewogen werden [14, 15, 16].

Im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen nichtresorbierbaren Membranen werden die resorbierbaren Membranen über katalytische Prozesse abgebaut und aufgelöst [13]. Ein zweiter operativer Eingriff zu ihrer Entfernung ist daher nicht erforderlich.

Am häufigsten werden in Deutschland resorbierbare Kollagenmembranen verwendet. Sie werden von diversen Herstellern mit einem unterschiedlichen Vernetzungsgrad und in verschiedenen Dicken angeboten. Vereinfacht dargestellt werden Kollagenmembranen mit einem höheren Vernetzungsgrad der einzelnen Kollagenfaser sowie dickere Membranen langsamer abgebaut. Die Kollagenmembranen lassen sich nach ihrer Herkunft in xenogene Membranen (d. h. vom Tier stammende) und Membranen menschlicher Herkunft unterscheiden. Hierbei können die xenogenen Membranen je nach Tierart u. a. in Membranen vom Schwein (porcin), Rind (bovin) oder Pferd (equin) unterteilt werden.

Auch der Entnahmeort spielt eine Rolle für das Abbauverhalten der Membran aufgrund der unterschiedlichen Vernetzungsstruktur [17]. Hierbei zeigen insbesondere Membranen, die aus dem Perikard hergestellt worden sind, einen sehr hohen Vernetzungsgrad und bauen sich daher nur langsam in einem Zeitraum von bis zu 6 Monaten ab.

In 4 Abb. 6 ist der Einsatz einer Kollagenmembran im Rahmen eines externen Sinuslifts bei gleichzeitiger Implantation dargestellt. Nach paramarginaler Schnittführung erfolgte der osteoklastische Zugang mittels BoneScraper® und Anhebung

der Schneider-Membran. Danach wurde ein Gemisch aus Eigen- und Knochenersatzmaterial in den Sinus eingebracht und der Defekt mittels dichter Nähte verschlossen. Eine weitere Membrantechnik wird im nächsten Fallbeispiel gezeigt (4 Abb. 7). Im Rahmen der Rekonstruktion eines Unterkieferdefekts wurde ein freies Knochentransplantat vom Becken eingebracht. Auch hier wurde das Transplantat mittels einer Kollagenmembran (Bio-Gide®) vor dem Einwachsen von Weichgewebe geschützt. Eine Nutrition der Zellen des Transplantats war durch die Membran hindurch möglich. Bei der Wiedereröffnung nach 8 Monaten im Rahmen der Implantation war die Membran vollständig abgebaut. Wie in dem Beispiel gezeigt und durch die Literatur belegt, kommt es durch die Kombination von resorbierbarer Kollagenmembran und dem darunter befindlichen osteokonduktiven Augmentat in hohem Maße zu einem Zugewinn an neuem Knochen [18, 19, 20, 21].

Ein weiteres Anwendungsbeispiel für die Verwendung von Kollagenmembranen ist die Verdickung der Schleimhaut z. B. im Rahmen der implantologischen Versorgung im ästhetischen Bereich oder bei Rezessionen. Hier ist die Matrixfunktion der Membran gefragt und weniger die Barrierefunktion zur Knochenregeneration. Daher werden hierfür eher dickere Kollagenmembranen (z. B. Mucograft®) verwendet [22]. Sie verbessern die Schleimhautverhältnisse, insbesondere die Verdickung des Schleimhauttyps, und stellen somit eine Alternative zu einem freien Schleimhauttransplantat vom Gaumen dar, ohne dessen bekannte Komorbiditäten wie Schmerzen an der Entnahmestelle und erhöhtes Blutungsrisiko.

Neben den Kollagenmembranen gibt es eine Reihe von rein synthetischen resorbierbaren Membranen. Hierfür lassen sich unterschiedliche Monomere auf Polylaktid-, Hyaluronsäure- oder Kollagenbasis verwenden [6]. Auch sie werden über hydrolytische und enzymatische Prozesse abgebaut und ersparen dem Patienten einen zweiten chirurgischen Eingriff.

Für spezielle Fragestellungen eignen sich zudem flüssige Membranen, die im Patienten aushärten. Sie bestehen zumeist über ein 2-Komponenten-System, welches durch eine Applikationsspritze gemischt wird und auf das Knochenaugmentat aufgebracht wird. Durch die anschließende Aushärtung wird das Augmentat mit dem ortständigen Knochen verbunden und fixiert. Ein Beispiel für diese Membranklasse stellt die Familie der PEG-Membranen dar, z. B. Membragel® [7].

### Komplikationen

Membranen werden intraoperativ nicht in einen sterilen Raum eingebracht. Daher besteht für alle Membranarten die Gefahr einer Wundinfektion [23]. Im Allgemeinen sind inerte, nichtresorbierbare Membranen anfälliger für Wundinfektionen als resorbierbare Membranen mit einer guten Biokompatibilität. Eine Infektion und Dehiszenz über einer Teflonmembran führt daher meistens zu einer ungenügenden Knochenregeneration. Oftmals muss die infizierte Membran sogar vorzeitig entfernt und die Augmentation wiederholt werden.

Diesbezüglich sind Kollagenmembranen deutlich unkritischer. Sie werden in der Regel rasch resorbiert und sind schnell mit Blutgefäßen durchsetzt. So stellen sie keinen abgekapselten Raum mehr dar, der dem Immunsystem nicht zugänglich ist. Deshalb ist es im Fall einer Membraninfektion möglich, über lokale Maßnahmen wie z. B. das vorsichtige Spülen mit Chlorhexidin die infizierte Dehiszenz zum Abheilen zu bringen. Einige Kollagenmembranen sind sogar für den Schleimhautersatz freigegeben. Bei ihnen erfolgt nach operativer Einbringung eine Besiedlung und der Wundverschluss durch Keratinozyten.

Durch die Wahl der falschen Membran kann die Stabilität des Augmentats gefährdet sein. Gerade bei vertikalem Aufbau ist es daher wichtig, eine inerte Membran zu verwenden oder, wie bereits erwähnt, eine Kombination aus Titan-Mesh und Kollagenmembran zu wählen. In 4 Tab. 1 sind die wichtigsten Komplikationen für die unterschiedlichen Membranarten zusammengefasst.

### Alternativen für einen Knochenaufbau

Gerade bei beeinträchtigten Patienten hat man durch die Entwicklung von durchmesserreduzierten und kurzen Implantationen die Möglichkeit, die Indikation für eine Augmentation einzuschränken. Somit ist es z. B. möglich, Patienten mit einem Blutungsrisiko oder Patienten, die einem Knochenaufbau kritisch gegenüberstehen, funktionell mittels Implantaten zu rehabilitieren. Eine 3-D-Implantatplanung kann auch helfen, dass vorhandene Knochenangebot so auszunutzen, dass zumindest das Ausmaß der Augmentation reduziert werden kann.

### Trends und Entwicklungspotenzial

Auf der Suche nach besseren und schnellen Resultaten bemüht man sich, Membranen zu funktionalisieren. Experimentell ist es heute möglich, Wachstumsfaktoren an die Membran zu binden. So könnte die Membran der Zukunft nicht nur eine Matrixfunktion, sondern auch eine geführte Osteokonduktion ermöglichen. Denkbar wäre zudem eine Osteoinduktion zur De-novo-Entwicklung von Knochen aus in die Membran einwandernden reifen Stammzellen. Auch eine verstärkte Gefäßinduktion über den Einbau entsprechender, das Gefäßwachstum stimulierender Botenstoffe ist ebenso denkbar wie der bereits im Labor erprobte Einbau von bakteriziden Substanzen wie Chitosan [24].

### Ausblick

Bei der Anzahl heute verfügbarer verschiedener Membranen kann der behandelnde Zahnarzt für den jeweiligen Fall das am besten geeignete Material auswählen (4 Tab. 2). Die ideale Membran der Zukunft vereint neben einer Barrierefunktion eine gezielte Aktivierung und Mobilisierung der einzelnen Zellen, um eine möglichst schnelle Neubildung von hochwertigem Knochen und stabiler Schleimhaut zu erreichen. Wünschenswert ist des Weiteren eine antimikrobielle Beschichtung, welche die Membran unanfällig macht gegen Dehiszenzen und Infektionen und so insbesondere bei Patienten mit manifester Osteomyelitis oder medikamentöser Kiefernekrose eingesetzt werden kann. Der Abbau der Membran sollte möglichst reizlos – ohne eine Übersäuerung des Gewebes oder andere entzündliche Reaktionen – erfolgen, sodass sich ein chirurgischer Zweiteingriff vermeiden ließe.

### Fazit für die Praxis

u Membranen stellen für den Zahnarzt eine gute Möglichkeit dar, im Rahmen der Implantologie und Parodontologie eine gezielte Regeneration von Hart- und Weichgewebe zu erzielen.

## ZFP-Fortbildung

- u Ihre Bedeutung beschränkt sich heutzutage nicht mehr nur auf die Barrierefunktion, sondern entwickelt sich mehr und mehr zur multifunktionalen Matrixfunktion mit gezielter Steuerung der angestrebten Geweberegeneration.
- u Hierbei kann der Behandler auf eine Vielzahl von unterschiedlichen Membranarten zurückgreifen und für den individuellen Fall die am besten geeignete herausuchen.

### Korrespondenzadresse

Dr. Dr. T. Ziebart  
Klinik für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie – Plastische Operationen  
Universitätsmedizin  
Johannes Gutenberg-Universität Mainz  
Augustusplatz 2, 55131 Mainz  
[thomas.ziebart@unimedizin-mainz.de](mailto:thomas.ziebart@unimedizin-mainz.de)

Dr. Dr. T. Ziebart absolvierte als Stipendiat der Studienstiftung des Deutschen Volkes in Mainz, Paris, Galveston (USA) und Strasbourg sein Studium der Medizin (1997–2004), Biologie (1997–2004) und Zahnmedizin (2004–2009). Die Promotion zum Dr. med. erfolgte im Jahr 2004, zum Dr. rer. nat. im Jahr 2008. In den Jahren 2007–2013 arbeitete er als Assistenzarzt in der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer-, und Gesichtschirurgie der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (Direktor: Prof. Dr. Dr. Wagner). Seit 2013 ist er Facharzt für Kieferchirurgie und Leiter der Tumorambulanz. Den Tätigkeitsschwerpunkt Implantologie erlangte T. Ziebart im Jahr 2014. Seine Hauptarbeitsgebiete sind Membrantechniken, bisphosphonatassoziierte Osteonekrose und Tumormetabolismus.

### Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt:  
T. Ziebart gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

Flüssigkeiten können  
die Membran  
passieren, größere  
Moleküle oder Zellen nicht

Mitte der 1980er-  
Jahre gab es Ansätze  
zur Harnblasen-  
rekonstruktion  
mittels Membranen

Über den Grad der  
Quervernetzungen  
konnten die Eigen-  
schaften der  
Membran verändert  
werden

Fibroblasten haben  
eine höhere Wachs-  
tumsrate als die  
knochenbildenden  
Osteoblasten

Die nichtresorbier-  
bare Membran wird  
umbaut und trennt  
Hart- und Weich-  
gewebe

Membranen mit  
Funktion einer  
Matrix ermöglichen  
gerichtetes Gewebe-  
wachstum

Die Matrix wird mit

## ZFP-Fortbildung

der Zeit abgebaut

Die stabilste Möglichkeit zur Fixierung einer Augmentation stellt ein Titan-Mesh dar

Das Titan-Mesh stellt keine Membran mit vollständiger Barrierefunktion dar

PTFE-Membranen werden nach abgeschlossener Knochenregeneration in einem Zweiteingriff entfernt

Teflonmembranen weisen eine erhöhte Anfälligkeit für Infektionen bei Dehiszenzen auf

Kollagenmembranen mit höherem Vernetzungsgrad sowie dickere Membranen werden langsamer abgebaut

Der Entnahmeort spielt eine Rolle für das Abbauverhalten der Membran

Neben den Kollagenmembranen gibt es eine Reihe von rein synthetischen, resorbierbaren Membranen

Nichtresorbierbare Membranen sind anfälliger für Wundinfektionen als resorbierbare Membranen

Eine Infektion über einer Teflonmembran führt oft zu ungenügender Knochenregeneration

Experimentell können Wachstumsfaktoren an die Membran gebunden werden

**Tabelle 1 u**

Unerwünschte Nebenwirkungen von unterschiedlichen Membranarten

Membran	Unerwünschte Nebenwirkungen
Titan-Mesh	Keine typische Barrierefunktion
	Benötigt Zweiteingriff
	Anfällig für Schleimhautperforationen
PTFE	Benötigt Zweiteingriff
	Anfällig für Wundinfektionen
Polylaktid	Sehr rigide
	Mäßige Stabilisierung des Augmentats insbesondere bei vertikalem Knochenaufbau
Kollagen, unvernetzt	Mäßige Stabilisierung des Augmentats insbesondere bei vertikalem Knochenaufbau
Kollagen, vernetzt	Mäßig schneller Abbau
PEG	Sekundäre Wunddehiszenz
	Langsamer Abbau
Hyaluron	Mäßige Stabilisierung des Augmentats insbesondere bei vertikalem Knochenaufbau
PEG Polyethylenglykol, PTFE Polytetrafluorethylen.	

**Tabelle 2 u**

Übersicht über die einzelnen Membranarten

Membran	Resorbierbarkeit	Barrierefunktion	Stabilität	Biokompatibilität
Titan-Mesh	-	-	+++	++
PTFE	-	+++	++	-
Polylaktid	++	++	+	+
Kollagen, unvernetzt	+++	+	+	+++
Kollagen, vernetzt	++	+++	++	++
PEG <sup>a</sup>	++	+++	++	+
Hyaluron	++	++	+	++
<sup>a</sup> Eigenschaft anhängig vom Vernetzungsgrad. PEG Polyethylenglykol, PTFE Polytetrafluorethylen.				

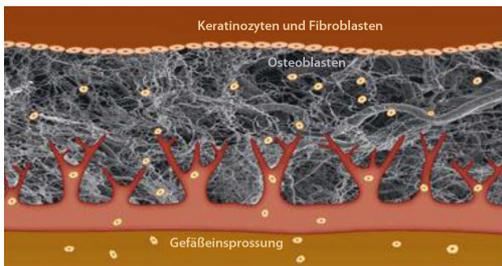
i



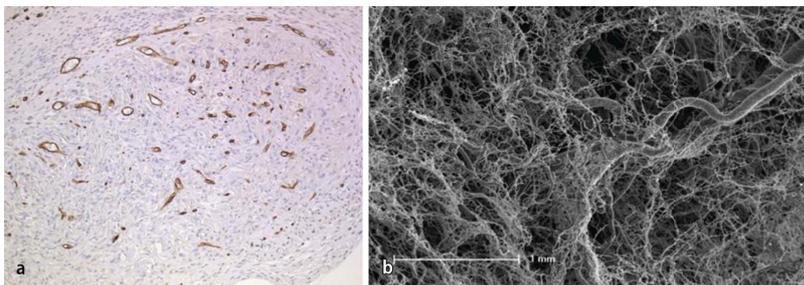
**Abb. 1**  
Unterschiedliche Membranen



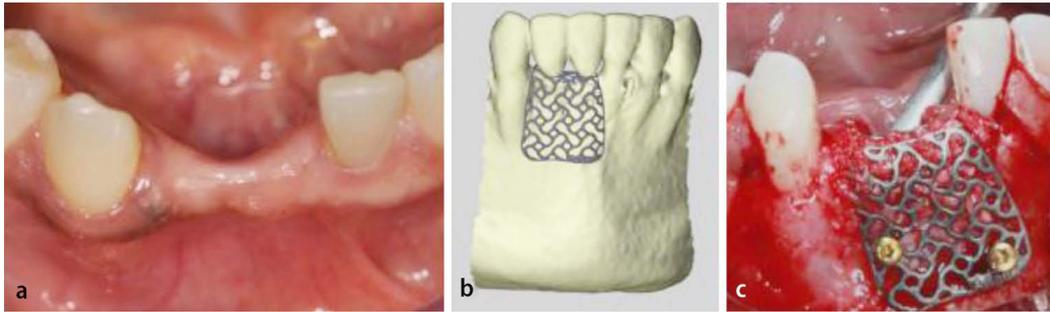
**Abb. 2**  
Prinzip der Barrierefunktion der Membran. Hart- und Weichgewebe werden getrennt, und das Einwachsen von Fibroblasten in den Knochendefekt wird verhindert [25]



**Abb. 3**  
3 Prinzip der Matrixfunktion einer Membran. Die Membran hat das Ziel einer gerichteten Geweberegeneration. Sie ermöglicht das Einwachsen von Gefäßen und wird von dem neu gebildeten Knochen ersetzt [25]



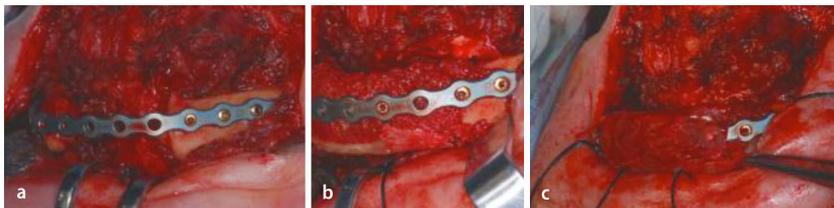
**Abb. 4**  
**a** Gefäßneubildung in eine Kollagenmembran (Mucograft®) 3 Wochen nach Insertion.  
**b** Korrosive Gefäßdarstellung („corrosion cast“) einer Mucograft®-Kollagenmembran 3 Wochen nach Insertion in eine Hauttasche einer Nacktmaus



**Abb. 5**  
Einsatz eines **b** CAD/CAM-gefertigten Titan-Mesh im Rahmen einer **c** Augmentation in der Unterkieferfront.  
**a** Zustand präoperativ. (Mit freundl. Genehmigung von Prof. Dr. Dr. B. Al-Nawas und Dr. Dr. K. Sagheb)



**Abb. 6**  
Einsatz einer Kollagenmembran beim externen Sinuslift. **a** Nach osteoklastischer Abtragung des Knochens mittels BoneScraper wird die Membran angehoben und **b** ein Gemisch aus Eigenknochen und Knochenersatzmaterial in den Sinus eingebracht. **c** Im Anschluss erfolgen die Auflage einer Kollagenmembran und der Wundverschluss



**Abb. 7**  
**a-c** Einsatz einer Kollagenmembran im Rahmen einer Unterkieferrekonstruktion mittels freiem Beckenspantransplantat und Beckenspongiosa bei Kontinuitätsresektion und Überbrückungsplatte nach resektiver Therapie eines Unterkieferkarzinoms

## ZFP-Literaturstudium

**Im Rahmen des Zahnärztlichen Fortbildungsprogramms der Österreichischen Zahnärztekammer (ZFP-ÖZÄK) ist es möglich, durch das Literaturstudium in der stomatologi[e] Punkte für das ZFP zu erwerben.**

Nach der Lektüre des ZFP-Artikels beantworten Sie bitte die Multiple-Choice-Fragen. Durch korrekte Beantwortung von mehr als 6 artikelspezifischen Fragen sind 2 Fortbildungspunkte zu erlangen. Diese 2 Fortbildungspunkte werden durch die korrekte Beantwortung von mindestens zwei Drittel der gestellten Fragen erreicht.

Die Auswertungen werden an die Österreichische Zahnärztekammer weitergeleitet, wo die Punkte auf Ihr Fortbildungskonto gebucht werden.

Schicken Sie diese Seite entweder per Post, Fax oder E-Mail an die Redaktion von Springer Medizin Wien

(z. Hd. Susanna Hinterberger),

Prinz-Eugen-Straße 8-10

1040 Wien, Postfach 11,

Fax: 01/3302426,

E-Mail: [susanna.hinterberger@springer.at](mailto:susanna.hinterberger@springer.at)

**Einsendeschluss: 20. Dezember 2016**

Internet: Sie haben die Möglichkeit, den Fragebogen unter **SpringerMedizin.at** herunterzuladen.

- ? Welche der folgenden Membranen stabilisiert am besten komplexe vertikale Augmentationen?
- o Bio-Gide®
  - o MembraGel®
  - o Titan-Mesh
  - o Mucograft®
  - o Periost
- ? Welche der folgenden Eigenschaften werden Teflonmembranen zugeschrieben?
- o Sie neigen im Vergleich zu Kollagenmembranen zu mehr Dehiszenzen.
  - o Sie werden vom Körper über Kollagenasen abgebaut.
  - o Sie können aus equinem Kollagen bestehen.
  - o Sie haben eine Barriere- und Matrixfunktion.
  - o Sie können zur Rezessionsdeckung eingesetzt werden.
- ? Welche der folgenden Eigenschaften sollte die perfekte Membran nicht besitzen?
- o Barrierefunktion
  - o Matrixfunktion
  - o Formstabilität für das Knochenersatzmaterial
  - o Leichte Anwendbarkeit
  - o Inflammatorische Wirkung zur Osteokonduktivität
- ? In welchem Zeitraum wird eine PTFE-Membran normalerweise vom Körper resorbiert?
- o 24 Stunden
  - o 3 Tage
  - o 13 Wochen
  - o Gar nicht
  - o 6 Monate
- ? Welche der folgenden Punkte stellt aktuell eine Kontraindikation für die Verwendung einer Membran in der Zahnmedizin dar?
- o Chirurgische Rezisionsdeckung
  - o Parodontale Defekten
  - o Schleimhautverdickung
  - o Antibakterielle Therapie der Infektion eines Knochenaugmentats
  - o Verschluss des Zugangs eines externen Sinuslifts
- ? Welche der folgenden Eigenschaften zählt zu den Vorteilen einer Kollagenmembran?
- o Hydrophobe Oberfläche
  - o Geringe Adhäsion und Penetration des Weichgewebes
  - o Keine Matrixfunktion möglich
  - o Gute Resorbierbarkeit
  - o Sehr gute Stabilisierung von vertikalen Augmentationen
- ? Welche der folgenden Aussagen zu Polyethylenglykolmembranen (PEG-Membranen) trifft nicht zu?
- o Sie werden meist als Mehr-Komponenten-System geliefert.
  - o Sie führen zu einer Stabilisierung des Knochenaugmentats.
  - o Sie werden unter UV-Licht ausgehärtet.
  - o Sie werden von körpereigenen Enzymen abgebaut.
  - o Sie besitzen eine Barrierefunktion.
- ? Welche der folgenden Aussagen über Membranen trifft zu?
- o Membrantechniken wurden speziell für die Zahnmedizin entwickelt.
  - o Epitheliale Zellen müssen durch die Membran migrieren können.
  - o Eine Infektion und Dehiszenz über einer Teflonmembran führt nur selten zu einer ungenügenden Knochenregeneration.
  - o Mittlerweile ist es möglich, über eine radiologische 3-D-Diagnostik Knochendefekte präoperativ zu vermessen und ein CAD/CAM-gefertigtes individuelles Titan-Mesh zu beziehen.
  - o Titan-Mesh-Membranen lösen sich nach mehreren Jahren auf (über einen Abbau zu Titanoxid) und sind somit für vertikale Augmentationen bestens geeignet.

- ? Welche der folgenden Membranen sollten Sie bei einem Eingriff, bei dem die Barrierefunktion der Membran benötigt wird, nicht einsetzen?
- Bio-Gide®
  - MembraGel®
  - Titan-Mesh
  - Mucograft®
  - Periost
- ? Welche der folgenden Aussagen trifft auf dickere Kollagenmembranen (z. B. Mucograft®) zu?
- Sie werden schlecht von Gefäßen durchsetzt.
  - Mucograft® kann offen einheilen.
  - Dickere Kollagenmembranen bedingen einen mehrschichtigen Wundverschluss.
  - Dickere Kollagenmembranen werden nicht resorbiert.
  - Mucograft® muss in einer Sekundäroperation entfernt werden.