

# Health Technology Assessment

Schriftenreihe des Deutschen Instituts für  
Medizinische Dokumentation und Information  
im Auftrag des Bundesministeriums für  
Gesundheit und Soziale Sicherung

Reihenherausgeber:

Friedrich Wilhelm Schwartz

Ansgar Gerhardus

Johannes Köbberling

Heiner Raspe

J.-Matthias Graf von der Schulenburg

Band 33



# Knochen- und Knochenersatzmaterialien zur parodontalen Regeneration oder zum Knochenaufbau für Implantate

## Ein gesundheitsökonomisches HTA

**Herausgeber:**

**Dipl.-Vw. Anja Olbrich, Prof. Dr. Stefan Felder**

**Unter Mitarbeit von Dr. Nicole Schwarz und Prof. Dr. Klaus Louis Gerlach**

Institut für Sozialmedizin und Gesundheitsökonomie  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg



**Asgard-Verlag · Sankt Augustin**

In der Schriftenreihe des Deutschen Instituts für Medizinische Dokumentation und Information im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit und Soziale Sicherung werden Forschungsergebnisse, Untersuchungen, Umfragen usw. als Diskussionsbeiträge veröffentlicht. Die Verantwortung für den Inhalt obliegt der jeweiligen Autorin bzw. dem jeweiligen Autor.

### **Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek**

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Alle Rechte vorbehalten.

© 2003 by Asgard-Verlag Dr. Werner Hippe GmbH,

Einsteinstraße 10 · 53757 Sankt Augustin

Telefon (0 22 41) 31 64-0

Telefax (0 22 41) 31 64 36

Internet: [www.asgard.de](http://www.asgard.de)

E-Mail: [Info@asgard.de](mailto:Info@asgard.de)

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmung und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme.

Titel-Nummer 270033

ISBN 3-537-27033-X

Druck: ICS Kommunikations-Service GmbH, Bergisch Gladbach

Gedruckt auf säurefreiem, alterungsbeständigem und chlorfreiem Papier.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>VI</b>
<b>English Abstract .....</b>	<b>VIII</b>
<b>English Executive Summary .....</b>	<b>X</b>
<b>A. Abstract .....</b>	<b>1</b>
<b>B. Executive Summary .....</b>	<b>4</b>
<b>C. Hauptdokument .....</b>	<b>8</b>
<b>C.1 Policy Question .....</b>	<b>8</b>
<b>C.2 Einführung und Hintergrund der Untersuchung .....</b>	<b>10</b>
<b>C.2.1 Die Epidemiologie fortgeschrittener Parodontitis und der Zahnverluste .....</b>	<b>10</b>
C.2.1.1 Fortgeschrittene Parodontitis .....	10
C.2.1.2 Zahnverluste .....	13
C.2.1.3 Absolute Häufigkeit von Zahnimplantaten und präimplantologischen Knochenaugmentationen.....	16
C.2.1.4 Die Nachfrage nach Augmentationstechniken .....	17
<b>C.2.2 Beschreibung der Augmentationsverfahren .....</b>	<b>21</b>
C.2.2.1 Transplantatmaterialien.....	21
C.2.2.2 Parodontale Regeneration .....	24
C.2.2.3 Präimplantologische Verfahren .....	26
<b>C.2.3 Weitere Behandlungsmethoden .....</b>	<b>29</b>
C.2.3.1 Parodontologie .....	29
C.2.3.2 Implantologie.....	30
<b>C.3 Fragen der Evaluation .....</b>	<b>32</b>
<b>C.4 Methodik des Assessments .....</b>	<b>33</b>
<b>C.4.1 Datenbank-Recherche .....</b>	<b>33</b>
C.4.1.1 Überblick Datenbanken.....	33
C.4.1.2 Rechercheergebnisse .....	33
<b>C.4.2 Ergänzende Literatur .....</b>	<b>36</b>
<b>C.4.3 Ein- und Ausschlusskriterien .....</b>	<b>37</b>
C.4.3.1 Formale Abgrenzung.....	37
C.4.3.2 Inhaltliche Abgrenzung.....	37
<b>C.4.4 Kontakt zu Experten .....</b>	<b>38</b>
C.4.4.1 Bundesverband der AOK / Bonn .....	38
C.4.4.2 DKV AG, Abteilung Leistungsfragen .....	38
C.4.4.3 Sonstige Kontakte .....	39
<b>C.4.5 Sonstige Informationen aus dem Internet .....</b>	<b>39</b>

---

<b>C.4.6</b>	<b>Basis ökonomischer Evaluation .....</b>	<b>39</b>
<b>C.4.7</b>	<b>Vorgehen bei der Evaluation .....</b>	<b>41</b>
<b>C.5</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>42</b>
<b>C.5.1</b>	<b>Ergebnisse der Literatur zur klinischen Effektivität der Augmentations- therapien.....</b>	<b>42</b>
C.5.1.1	Parodontale Regeneration .....	42
C.5.1.2	Knochenaufbau für Implantate .....	49
C.5.1.3	Knochenaufbau bei parodontalen Defekten und für Implantate .....	52
<b>C.5.2</b>	<b>Ergebnisse der Feldstudie .....</b>	<b>53</b>
C.5.2.1	Einleitung .....	53
C.5.2.2	Befragung Parodontologie (Häufigkeit, Präferenzen, Kosten).....	54
C.5.2.3	Befragung Implantologie (Häufigkeit, Präferenzen, Kosten) .....	61
<b>C.6</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>69</b>
<b>C.6.1</b>	<b>Kosten und Wirksamkeit der Augmentationstherapien .....</b>	<b>69</b>
C.6.1.1	Kosten und Wirksamkeit der Knochenaugmentation in der Parodontologie .....	69
C.6.1.2	Kosten und Wirksamkeit präimplantologischer Knochenaugmentation.....	72
<b>C.6.2</b>	<b>Qualität der Studien .....</b>	<b>75</b>
<b>C.6.3</b>	<b>Bewertung des Behandlungserfolges von Augmentationstherapien...77</b>	<b>77</b>
C.6.3.1	Bedeutung der Patientenpräferenzen .....	77
C.6.3.2	Evaluation bei mehrdimensionalem Behandlungsergebnis .....	78
C.6.3.3	Fazit .....	80
<b>C.6.4</b>	<b>Entwicklungstrends der Augmentation in der Parodontologie und Implantologie .....</b>	<b>81</b>
C.6.4.1	Entwicklung der Prävalenz.....	81
C.6.4.2	Entwicklung des subjektiven Bedarfs .....	83
C.6.4.3	Entwicklung der tatsächlichen Nachfrage .....	84
<b>C.7</b>	<b>Schlussfolgerungen .....</b>	<b>87</b>
<b>C.8</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>91</b>
<b>C.8.1</b>	<b>Allgemeine Literatur.....</b>	<b>91</b>
<b>C.8.2</b>	<b>Eingeschlossene Literatur .....</b>	<b>98</b>
<b>D.</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>100</b>

---

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht Indizes .....	11
Tabelle 2: Augmentationsbehandlungen vor Implantationen pro Jahr .....	17
Tabelle 3: Übersicht der Transplantatterminologie .....	22
Tabelle 4: Übersicht der Anwendung von Augmentationsmaterial .....	22
Tabelle 5: Parodontale Defektmorphologie und Augmentationsmöglichkeiten.....	26
Tabelle 6: Präimplantologische Defektmorphologie und Augmentationsmöglich- keiten .....	29
Tabelle 7: Trefferverteilung .....	34
Tabelle 8: Ergänzende Literatur .....	36
Tabelle 9: Hierarchie des Evidenzgrades.....	37
Tabelle 10: Überblick der Evaluationsverfahren von zahnmedizinischen Technolo- gien.....	41
Tabelle 11: Häufigkeit alternativer Verfahren bei vertikalem Knochendefekt.....	56
Tabelle 12: Häufigkeit alternativer Verfahren bei Furkationsbefall.....	56
Tabelle 13: Rangfolge alternativer Verfahren bei vertikalem Knochendefekt .....	57
Tabelle 14: Rangfolge alternativer Verfahren bei vertikalem Knochendefekt .....	58
Tabelle 15: Rangfolge alternativer Verfahren bei Furkationsbefall .....	59
Tabelle 16: Rangfolge alternativer Verfahren bei Furkationsbefall .....	59
Tabelle 17: Kosten der Behandlung des Furkationsbefalls und vertikalen Knochen- defekts in DM.....	60
Tabelle 18: Häufigkeit alternativer Sinusliftverfahren.....	62
Tabelle 19: Häufigkeit ein- und zweiphasiger Implantation und der Narkoseformen .	62
Tabelle 20: Häufigkeit alternativer Verfahren zur lokalen Knochenaugmentation.....	63
Tabelle 21: Häufigkeit ein- und zweiphasiger Implantation und der Narkoseformen .	63
Tabelle 22: Häufigkeit alternativer Verfahren zur absoluten Alveolarkammaug- mentation.....	63
Tabelle 23: Häufigkeit ein- und zweiphasiger Implantation und der Narkoseformen .	64
Tabelle 24: Rangfolge alternativer Sinusliftverfahren .....	64
Tabelle 25: Rangfolge alternativer Sinusliftverfahren .....	64
Tabelle 26: Rangfolge alternativer Verfahren zur lokalen Knochenaugmentation .....	65
Tabelle 27: Rangfolge alternativer Verfahren zur lokalen Knochenaugmentation .....	65

Tabelle 28: Rangfolge alternativer Verfahren zur absoluten Alveolarkamm- augmentation.....	66
Tabelle 29: Rangfolge alternativer Verfahren zur absoluten Alveolarkamm- augmentation.....	66
Tabelle 30: Kosten des Sinuslift in DM .....	67
Tabelle 31: Kosten der lokalen Knochenaugmentation in DM .....	67
Tabelle 32: Kosten der absoluten Alveolarkammaugmentation in DM .....	68
Tabelle 33: ICPM-Codes von Augmentationsbehandlungen .....	100
Tabelle 34: Datenbanken und Recherchezeitraum.....	100
Tabelle 35: Freitextsuche .....	100
Tabelle 36: Control term Suche (MESH) .....	101
Tabelle 37: Control term Suche (EMTREE).....	101
Tabelle 38: Zeitliche Begrenzung aller Literaturtreffer auf 1990 – 2000 .....	102
Tabelle 39: Aggregation aller Ergebnisse und Elimination mehrfach gefundener Literaturstellen .....	102
Tabelle 40: Recherche in der CD-Rom Datenbank der Cochrane Collaboration.....	102
Tabelle 41: Recherche in der DARE.....	103
Tabelle 42: Kosten der Behandlung des Furkationsdefekts in DM .....	103
Tabelle 43: Kosten der Behandlung des vertikalen Knochendefekts in DM .....	104
Tabelle 44: Kosten des Sinuslifts in DM .....	106
Tabelle 45: Kosten der lokalen Knochenaugmentation in DM .....	106
Tabelle 46: Kosten der absoluten Alveolarkammaugmentation in DM .....	108
Tabelle 47: Materialmengen .....	109
Tabelle 48: Gebührenpositionen der Ärzte und Zahnärzte .....	110

---

**Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Ebenen der Nachfragebildung .....	18
Abbildung 2: Der Evidenzraum bei Therapie parodontaler Defekte.....	79
Abbildung 3: Der Evidenzraum bei präimplantologischer Augmentation .....	80

**ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS**

AAA	Autolysiert Antigenextrahiert Allogen
ABM	Anorganic Bovine-derived Matrix
AHCPR	Agency for Health Care Policy and Research
AOK	Allgemeine Ortskrankenkasse
AV	Attachmentverlust
BMP	Bone Morphogenetic Protein
BSE	Bovine Spongiforme Enzephalopathie (Rinderwahnsinn)
BUB-Richtlinien	Richtlinien über die Bewertung ärztlicher Untersuchungs- und Behandlungsmethoden
BZÄK	Bundeszahnärztekammer
CDSR	Cochrane Database of Systematic Reviews
CPITN	Community Periodontal Index of Treatment Needs
DARE	Database of Abstract of Reviews of Effectiveness
DFDBA	Demineralized Freeze-dried Bone Allograft
DGZMK	Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
DIMDI	Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information
DKV AG	Deutsche Krankenversicherung AG
EMTREE	Medizinischer Thesaurus für die Embase-Datenbank
e-PTFE	Expanded Polytetrafluoroethylene
ESI	Extent and Severity Index
FDBA	Freeze-dried Bone Allograft
GBR	Guided Bone Regeneration
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
GKV-NOG	GKV-Neuordnungsgesetz
GKVSoIG	GKV-Solidaritätsstärkungsgesetz
GOÄ	Gebührenordnung für Ärzte

---

GOZ	Gebührenordnung für Zahnärzte
GTR	Guided Tissue Regeneration
GVK	Gemeinsamer Verbundkatalog
HRQoL	Health Related Quality of Life
HTA	Health Technology Assessment
HSTAT	Health Service / Technology Assessment Research
IDZ	Institut der Deutschen Zahnärzte
ICPM	International Classification of Procedures in Medicine
ITN	Intubationsnarkose
LA	Lokalanästhesie
KZBV	Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung
MESH	Medizinischer Thesaurus (Medical Subject Headings)
MwSt.	Mehrwertsteuer
NHS EED	National Health Service Economic Evaluation Database
OHIP	Oral Health Impact Profile
OLC	Online Contents
QALY	Quality Adjusted Life Years
QATY	Quality Adjusted Tooth Years
QWB-Index	Quality of Well-Being-Index
SGB	Sozialgesetzbuch

## English Abstract

### **Bone and bone substitute for periodontal rehabilitation and for bone reconstruction before implantation.**

A. Olbrich, S. Felder

According to epidemiological studies up to one third of the German adult population shows periodontal defects of sufficient size that requires dental surgery with bone augmentation as one major option. In elderly the prevalence of severe periodontitis is significantly higher – among age groups 65 - 74 it amounts to 50 percent. In implantology accurate epidemiological data on the need of bone augmentation is missing. Still we know that here too the need substantially increases with age.

The development and production of bone substitutes have significantly progressed in recent years. Positive experience have been made with autogenous bone. In order to circumvent the strain of an additional surgery required for gaining autogenous bone, synthetic materials have occurred on the market. Bone substitutes like Xeno- and Allografts have been used for some time. A relatively new technique is the employment of Bone Morphogenetic Proteins (BMP) for the support of osteoinduction.

The present report investigates various therapies of bone augmentation used in periodontology and implantology from a health economic perspective. It provides additional information to the medical Health Technology Assessment (HTA) on the same topic by Gernreich et al. (2003). We do not only review the literature regarding cost and benefits of the alternative therapies, but also evaluate the scope for financing bone augmentation through statutory health insurance – these techniques have currently to be paid for out of pocket or private insurance.

We initially gathered information from medical databases using the internet. Then we consulted experts and evaluated epidemiological studies performed by the German Institute of Dentists (IDZ). Finally, we conducted a survey among paradontologists and implantologists to gain information on the frequency and cost of using different bone augmenting materials.

The health economic literature of bone augmentation therapies is scarce. We only found two studies which explicitly evaluate cost and benefits of techniques. Work that exclusively deals with the medical outcome is abundant – however it often is methodologically flawed. Particular difficulties are due to the fact that the indication for bone augmentation both in periodontology and implantology is highly differentiated.

Notwithstanding, the review allows for some conclusion:

Several factors affect potential demand for bone augmentation therapies. The demographic transition is likely to increase demand over the next 20 to 30 years. Thereafter we expect a decrease in demand, provided prevention and general dental health status will advance even further.

Pure augmentation therapies with allograft and alloplast produce better results than flap surgery techniques in the tend of periodontal intrabony defects. However, there is a trade-off involved as these therapies are more costly. Guided Tissue Regeneration (GTR) is dominated by pure augmentation, since the use of membranes gives no outcome gains while cost increases.

The survey among 28 parodonotologists with 11 respondents reveals a high rate of GTR in conjunction with several augmentation materials and a surprisingly high rate of flap surgery. The last result is most likely caused by substantially lower prices – patients often do not have extended insurance coverage – and by more practical experience with this technique. The observed rare use of allogenic bone can be traced back to the patient's aversion to the employment of human corpse bone.

Ambulant sinus lift therapy employing specific bone materials gives an advantage in terms of the cost-efficacy ratio. The decision between one- and two-stage sinus lift is – given the present evidence on outcome and cost – in favour of the simultaneous method: augmentation and implantation at once. Due to the lack of clear-cut medical evidence using autograft, alloplast or even allograft in a outpatient setting appears to be the best strategy for localized augmentation and the alveolar ridge augmentation.

The questioning of 35 implantologists of which 16 responded frequently mention autograft and alloplast as there most preferred augmentation material. In particular clinicians prefer the use of iliac crest autograft. Since both the mixture of autograft and alloplast and the iliac crest autograft are relatively expensive treatments, supply induced demand or moral hazard could be an explanation for this observation. The appraisal of the survey reveals a clear preference for the one-stage procedure of the sinus lift. This strategy is cheaper and the patient suffers less. The questioned implantologists also often mention autogeneuous bone for localized bone augmentation and the absolute alveolar ridge augmentation. This result may be caused by the relatively low price of the augmentation with autograft. The importance of the expensive but yet not more effective distraction osteogenese in practice is surprising. Supply induced demand or moral hazard could be the explanation.

Given that bone augmentation therapies will be included in the statutory health insurance package, an indemnity premium appears to be the best way to proceed. However, depending on the difference between the total cost of the therapy and the insurance payment, we would expect an increase in demand.

## English Executive Summary

### **Bone and bone substitute for periodontal rehabilitation and for bone reconstruction before implantation.**

A. Olbrich, S. Felder

#### **Policy Question**

Dental bone augmentation, a technology used in periodontology and implantology since the eighties has recently become more important. A successful periodontal regeneration therapy with bone material can help to protect the natural teeth, postpone and even reduce cost for dentures. Critical morphological conditions of the partly or completely toothless jaw is an indication for bone augmentation prior to dental implantation.

Alternative approaches for the treatment of the resorbed periodont are GTR and several reparative and resective therapies. Pure Guided Bone Regeneration (GBR) is the only alternative therapy to dental implantation today. But in the near future Distraction Osteogenesis and the use of BMP could become relevant alternatives.

Augmentation therapies are generally not reimbursed by German statutory health insurance. However, the current discussion about reforming periodontal treatment guidelines could change this situation at least for periodontal bone augmentation. New legislation (§ 135 Abs. 1 i.V.m. § 92 Abs. 1 Satz 2 Nr. 5 of Social Code Book V) requires a positive cost-benefit-evaluation before reimbursement of a new therapy is permitted. Thus, the health economic HTA and its parallel medical HTA (see Gernreich et al. 2003) can contribute to this evaluation.

#### **Method**

We initially gathered information from about 100 medical databases at the German Institute for Medical Documentation and Information (DIMDI). Additionally, we searched various databases on the internet. The entire search and evaluation process is documented in detail and can be reproduced.

Furthermore, we consulted experts of the Allgemeine Ortskrankenkasse (AOK) at the national level, the Deutsche Krankenversicherung AG (DKV AG) – a private insurer – and of the German Institute of Dentists (IDZ). The homepages of the German Society

of Dentistry and Oral Medicine (DGZMK) and the German Society for Periodontology (DGP) yielded complementary information like expert opinions on the use of bone regeneration therapies in dentistry.

Finally, we conducted a survey among periodontologists and implantologists both in the out- and inpatient area to gain information on the frequency and cost of using different bone augmentation materials.

## **Conclusions**

We summarize the results obtained from the literature research and other information sources in nine points.

1. Demographic transition will increase the demand for bone augmentation therapies in the short and medium term. In the long run, prevention will result in a decrease of diagnosed dental defects. At present, the effects of the proliferation of new therapies like dental implantation on the demand for bone augmentation are hard to estimate.
2. Given that bone augmentation therapies will be included in the statutory health insurance package, an indemnity premium appears to be the best way to proceed. Such a finance arrangement has an advantageous effect on resource allocation.
3. The reviewed studies have several shortcomings. The most significant flaws were identified in the selection of the study design and outcome categories. For these reasons a bias in the study results is possible.
4. For periodontal intrabony defects, pure augmentation therapies with allograft and alloplast produce better results than flap surgery techniques. The more cost intensive GTR therapies do not show any additional gain in efficacy. However, there is a trade-off since the augmentation therapies are more costly than flap surgery. Current state of knowledge also indicates that augmentation therapy dominates GTR with respect to cost and efficacy.
5. GTR in conjunction with allograft augmentation dominates the pure GTR in cost and efficacy for the treatment of furcation defects of class II.
6. The survey among German periodontologists reveals a surprisingly high rate of flap surgery. This result can be attributed to a clear price advantage for the patient in contrast to the augmentation therapies. Despite of the lack of positive clinical evidence and its resource intensity the survey also indicated a wide practical prevalence of GTR therapies. Supply induced demand or moral hazard on the side

of the insured patient could explain this observation. The patients' aversion to the use of human corpse bone could be the reason for the observed rare use of allogenic bone. Another explanation may be that allogenic bone is only justified in sufficiently severe defects.

7. Ambulant sinus lift therapy employing specific bone materials has an advantage in terms of the cost-efficacy ratio. Especially the augmentation of iliac crest autograft is dominated by these materials. The decision between one- and two-stage sinus lift is – given the present evidence on outcome and cost – in favor of the simultaneous method: augmentation and implantation at once. Due to the lack of definitive medical evidence using autograft, alloplast or even allograft in an outpatient setting it appears to be the best strategy for localized augmentation and the absolute alveolar ridge augmentation.
8. Most of the surveyed implantologists prefer a mixture of autogeneous and alloplastic augmentation materials and the one-stage procedure for the sinus lift. Since the mixture of autograft and alloplast is a relatively expensive material mixture, supply induced demand or moral hazard could be an explanation for this observation. The one-stage procedure of the sinus lift is relatively inexpensive and the less invasive. Often the implantologists mentioned autogeneous bone for localized bone augmentation and the absolute alveolar ridge augmentation. This result may be caused by the relatively low price of the augmentation with autograft. The importance of the expensive but yet not more effective distraction osteogenesis in practice is surprising. Supply induced demand or moral hazard may be the explanation.
9. The evaluation of cost and efficacy of the augmentation therapies underlines that the investigation of clinical aspects of the treatment result alone distorts the conclusions. The rationale behind is that effects on the quality of life for the patient are completely ignored. Because the literature does not show any practicable approach to measure outcome dimensions, research in this field appears to be promising. With the help of outcome measurement one could generally cope better with multidimensional treatment results in dentistry.

## A. Abstract

### **Knochen- und Knochenersatzmaterialien zur parodontalen Regeneration oder zum Knochenaufbau für Implantate**

A. Olbrich, S. Felder

Nach epidemiologischen Schätzungen weisen maximal ein Drittel der erwachsenen deutschen Bevölkerung Parodontaltaschen eines Ausmaßes auf, die sie für einen oralchirurgischen Eingriff wie die Knochenauflagerung prädestinieren. Bei den Betagten ist die Prävalenz schwerer Parodontitis deutlich höher – in der Altersgruppe der 65 bis 74jährigen beträgt sie bereits 50 Prozent. In der Implantologie gibt es im Gegensatz zur Parodontologie keine annähernd verlässlichen epidemiologischen Untersuchungen über den Augmentationsbedarf vor Implantationen. Immerhin ist auch hier klar, dass der Bedarf mit dem Alter deutlich zunimmt.

Die Entwicklung und Herstellung von Knochenersatzmaterialien zeigte in den vergangenen Jahren erhebliche Fortschritte. Gute Erfahrungen wurden seit langem mit autogenem Knochen gemacht. Um die Belastung durch den zusätzlichen operativen Eingriff bei der Gewinnung von autogenem Knochen zu umgehen, drängten schnell synthetische Materialien auf den Markt. Auch Knochenersatzstoffe xenogenen und allogenen Ursprungs setzt man seit geraumer Zeit ein. Ein relativ junges Verfahren ist die Anwendung der Membrantechnik. Der jüngste Trend ist der Einsatz von osteoinduktiven Proteinen (BMP).

Der vorliegende Bericht untersucht verschiedene Knochenauflagerungstherapien in der Parodontologie und Implantologie aus gesundheitsökonomischer Sicht und liefert komplementäre Informationen zum medizinischen Health Technology Assessment (HTA) von Gernreich et al. (2003). Dabei werden nicht nur aktuelle Veröffentlichungen hinsichtlich Kosten und Nutzen der alternativen Verfahren durchforstet, sondern auch Überlegungen zur Finanzierung der Therapien angestellt, sollte die Entscheidung für eine Aufnahme dieser Leistungen in den Katalog der Gesetzlichen Krankenversicherung positiv ausfallen.

Zur Informationsgewinnung erfolgte die Recherche nach einschlägigen Publikationen in verschiedenen Datenbanken. Außerdem wurden Experten interviewt und epidemiologische Untersuchungen aus dem Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ) ausgewertet. Schließlich führten wir eine Befragung bei Parodontologen und Implantologen durch, um Auskunft über den Einsatz und die Kosten der verschiedenen Verfahren in der Praxis zu erlangen.

Die Datenlage für ein gesundheitsökonomisches HTA erwies sich jedoch als ausgesprochen schlecht. Gerade nur zwei Studien konnten eruiert werden, die Kosten und Nutzen des Sinuslift in natürlichen Einheiten erfassen. Arbeiten, die sich ausschließlich mit der Effektivität befassen, gibt es hingegen in großer Zahl – sie weisen aber oftmals methodische Mängel auf. Als besondere Schwierigkeit bei der Bewertung der Augmentationstechnologie erweist sich die stark ausdifferenzierte Indikationslandschaft.

Trotz dieser Einschränkungen lassen sich einige Schlüsse ziehen:

Die Entwicklung der potenziellen Nachfrage nach Augmentationsbehandlungen unterliegt verschiedenen Einflüssen. Bereits heute ist von einem Nachfrageanstieg in den nächsten 20 bis 30 Jahren aufgrund demographischer Einflüsse und zunehmender Bekanntheit entsprechender Therapiemöglichkeiten auszugehen. Eine anhaltend positive Nachfrageentwicklung bei Präventionsmaßnahmen dürfte allerdings mit der Zeit die Nachfrage nach Reparationstherapien tendenziell senken.

Parodontale Defekte lassen sich im Vergleich zur konventionellen offenen Lappenoperation besser mit einer Augmentation von bestimmten allogenen oder alloplastischen Knochenmaterialien versorgen. Allerdings sind die Augmentationsverfahren kostenintensiver, so dass ein Tradeoff zwischen zusätzlichen Kosten und Effektivität auftritt. Die Verfahren zur gesteuerten Geweberegeneration (GTR) werden durch die ausschließliche Augmentation dominiert, da der zusätzliche Einsatz einer Membran keine Effektivitätsgewinne bringt, aber dafür teurer als die reine Augmentation ist.

Die Befragung von 28 Parodontologen mit Rücklauf von elf Fragebögen ergibt eine starke Verbreitung der GTR in Verbindung mit unterschiedlichem Augmentationsmaterial, aber überraschenderweise auch der modifizierten Widman-Lappenoperation. Dieses Ergebnis dürfte auf die stärkere Praxiserprobtheit der Lappenoperation zurückzuführen sein. Der relativ geringe Preis der Lappenoperation sollte für Patienten ohne umfassende Versicherungsdeckung jedoch auch eine Rolle spielen. Der seltene Einsatz von Allograft ist möglicherweise auf einen Vorbehalt der Patienten gegenüber körperfremden Knochen zurückzuführen.

Beim Sinuslift weisen die ambulant augmentierbaren, partikulär strukturierten Knochenmaterialien einen Vorteil in ihrer Kosten-Effektivitäts-Relation auf. Die Entscheidung zwischen ein- und zweiphasiger Operationsweise fällt unter der momentanen Informationslage hinsichtlich Aufwand und Effektivität zugunsten der gleichzeitigen Augmentation und Implantation aus. In Ermangelung eindeutiger medizinischer Evidenz können zur lokalen Knochenaugmentation und zur absoluten Alveolarkammerhöhung nur ambulant durchführbare Augmentationsverfahren mit autogenem, alloplastischem oder auch allogenen Knochenmaterial empfohlen werden.

Die Befragung von 35 Implantologen bei 16 Rückantworten ergibt für den Sinuslift eine auffällige Bedeutung von Autograft und Alloplast in einer Materialmischung oder

auch in Reinform. Insbesondere die Klinikärzte bevorzugen dabei die Autograftgewinnung aus dem Beckenkammknochen. Da eine Betrachtung der Behandlungskosten gegen die Materialmischung sowie den Beckenkammknochen spricht, kommt hier eine angebotsseitige Nachfragebeeinflussung oder auch moralisches Risiko als Erklärungsversuch in Betracht. Die Auswertung der Fragebögen zeigt ebenfalls die klare Bevorzugung des einphasigen Vorgehens beim Sinuslift. Es ist preiswerter und weniger belastend für den Patienten und dürfte deshalb häufiger zum Zuge kommen. Für die lokale Knochenaugmentation und die absolute Alveolarkammerhöhung verwenden die befragten Ärzte häufig ausschließlich autogenen Knochen. Für dieses Ergebnis könnte der relativ geringe Preis des Verfahrens verantwortlich sein, der insbesondere für Patienten ohne oder nur teilweiser Versicherungsdeckung von Interesse ist. Die auffällige Bedeutung der teuren und in ihrer effektivitätsmäßigen Überlegenheit bisher nicht bewiesenen Distraktionsosteogenese zur präimplantologischen Vorbereitung der Knochenbasis überrascht. Es ist Nachfrageinduktion oder moralisches Risiko zu vermuten.

Gesetzt den Fall, Augmentationsbehandlungen finden in der Zukunft einmal Aufnahme in die Standardversorgung der gesetzlichen Krankenversicherung, sollte aus ökonomischer Sicht als Finanzierungsmodus ein Festzuschuss in Betracht gezogen werden. Es sind lediglich bestimmte Rahmenbedingungen durch die Krankenkassener einzurichten, damit die positiven Allokationswirkungen dieses Tarifes voll zur Geltung gelangen. Bei der Einführung einer teilweisen Kostenübernahme bei Augmentationsleistungen ist in Abhängigkeit von der Höhe der Preisdifferenz zwischen Gesamtpreis und Zuschuss grundsätzlich von einem Nachfrageanstieg auszugehen.

## B. Executive Summary

### **Knochen- und Knochenersatzmaterialien zur parodontalen Regeneration oder zum Knochenaufbau für Implantate**

A. Olbrich, S. Felder

Bei der Knochenaugmentation handelt es sich um ein relativ junges Verfahren in der zahnärztlichen Chirurgie, welches sowohl in der Parodontologie als auch der Implantologie seit den 80er Jahren Anwendung findet. Eine erfolgreiche parodontale Regenerationstherapie mit Knochenaugmentat trägt zum Erhalt des natürlichen Zahnstandes bei und führt zu einer zeitlichen Verlagerung oder gar Reduzierung der Kosten für eine Prothese. Bei ungünstigen morphologischen Voraussetzungen im teilbezahnten oder gänzlich zahnlosen Kiefer stellt die Knochenauflagerung eine zwingende Voraussetzung für die Insertion enossaler Implantate dar.

Zur Behandlung und auch Wiederherstellung des resorbierten Parodonts existiert eine größere Anzahl chirurgischer Maßnahmen. Zu den alternativen Behandlungsansätzen, an denen sich die Verfahren der Knochenauflagerung bezüglich Wirksamkeit und Kosten messen lassen müssen, gehören die GTR ohne Knochenaugmentat sowie verschiedene reparative und resektive Maßnahmen. Dahingegen kann bei den präimplantologischen Augmentationsverfahren momentan allein die gesteuerte Knochenregeneration (GBR) ohne Knochenaugmentat als ernstzunehmende Substitutbehandlung gelten. Jedoch dürften in nicht mehr allzu ferner Zeit Verfahren wie die Distraktionsosteogenese und die BMP zu den zu evaluierenden Alternativen zählen.

In der kieferchirurgischen Praxis trifft im Normalfall der behandelnde Arzt die Entscheidung für ein Behandlungsverfahren, wobei die Finanzierung der Behandlung grundsätzlich über einen privaten Behandlungsvertrag erfolgt. Zumindest in der Parodontologie könnte sich allerdings an dieser Regelung in näherer Zukunft etwas ändern, denn der Bundesausschuss der Zahnärzte und Krankenkassen berät derzeit über eine neue Konzeption der parodontologischen Versorgung. Neben verbesserten Prophylaxemaßnahmen stehen auch moderne Regenerationskonzepte zur Diskussion.

Da entsprechend der Richtlinien über die Bewertung ärztlicher Untersuchungs- und Behandlungsmethoden gemäß § 135 Abs. 1 i.V.m. § 92 Abs. 1 Satz 2 Nr. 5 SGB V (BUB-Richtlinien) die Aufnahme von Knochenregenerationstherapien in den Leistungskatalog nur nach positiv ausfallender Nutzen- und Wirtschaftlichkeitsprüfung zu

vertreten ist, sollte eine Evaluation der verschiedenen Verfahren und Materialien wie sie im vorliegenden gesundheitsökonomischen HTA und parallel dazu im medizinischen HTA von Gernreich et al. (2003) erfolgt, als Grundlage in dieser gesundheitspolitischen Entscheidungssituation Eingang finden.

## **Methodik**

Im Rahmen dieser Untersuchung wurde systematisch in geeigneten Datenbanken nach Veröffentlichungen recherchiert. Die Literaturabfrage erfolgte zum einen im Deutschen Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) und bezog sich auf eine Grundgesamtheit von etwa 100 Datenbanken. Zum anderen fand eine Suche in verschiedenen Datenbanken via Internet statt. Die Abfragen sind detailliert beschrieben und reproduzierbar. Inhaltliche sowie formale Ein- und Ausschlusskriterien leiteten die Bewertung der Trefferlisten und halfen die relevanten Arbeiten herauszufiltern.

Die Kontaktaufnahme zum Bundesverband der Allgemeinen Ortskrankenkassen (AOK) in Bonn, einer privaten Krankenversicherung und zum IDZ lieferte weiterführende Informationen. Einfache Läufe mit Suchmaschinen im Internet erbrachten ergänzende Hinweise wie etwa die Stellungnahmen der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) und der Deutschen Gesellschaft für Parodontologie (DGP) zu den betrachteten Verfahren.

Zusätzliche Angaben zur Anwendung und Bewertung der Augmentationstechniken in der Praxis erbrachte eine schriftliche Befragung von deutschen Kliniken und niedergelassenen Ärzten.

## **Schlussfolgerungen**

Die Ergebnisse aus der Literatur und den Auswertungen der vorliegenden Daten fassen wir in neun Thesen zusammen.

1. Kurz- und mittelfristig ist aufgrund der demographischen Einflüsse mit einem Anstieg des Behandlungsbedarfs an Augmentationsleistungen zu rechnen. Auf längere Sicht dürften allerdings die Präventionskonzepte greifen und der Versorgungsbedarf tendenziell sinken. Die Bedarfsausweitung durch Therapieinnovationen ist jedoch schwer abschätzbar. So könnte die erwartete verstärkte Ausbreitung von Zahnimplantaten die Nachfrage nach Knochenauflagerungen anschieben.

2. Die augenblicklich geführte Diskussion um eine Erweiterung des gesetzlichen Leistungskatalogs um Augmentationsleistungen in der Parodontologie könnte, wie schon einmal vorübergehend in der Prothetik geschehen, auf ein Festzuschussprinzip hinauslaufen, d.h. ein definierter Teil der Behandlungskosten würde von der Kasse übernommen. Ein solcher Indemnitätsstarif weist vorteilhafte Allokationswirkungen auf.
3. Die Qualität der eingeschlossenen Studien ließ an mancher Stelle zu wünschen übrig. Festzustellen sind sehr unterschiedliche Studiendesigns und ein fehlender Konsens über anzuwendende Erfolgskategorien, die insgesamt eine Verzerrung der Resultate nicht ausschließen lassen.
4. Chirurgisch zu behandelnde parodontale Defekte lassen sich im Vergleich zur Lappenoperation besser mit einer Augmentation von Allograft oder -plast versorgen. Die kostenintensiveren GTR-Verfahren weisen keinen darüber hinaus reichenden Effektivitätsgewinn auf. Insgesamt zeigt daher die Abwägung von Kosten und Effektivität der Behandlungsverfahren einen Zielkonflikt zwischen zusätzlichen Aufwendungen und Mehrerfolg bei der Augmentationstherapie gegenüber der Lappenoperation. Die GTR wird nach derzeitigem Informationsstand durch die reine Augmentationstherapie dominiert.
5. Die GTR in Verbindung mit Allograft zur Behandlung von Furkationsdefekten der Klasse II erweist sich bei einer direkten Gegenüberstellung von Kosten und Effektivität gegenüber der reinen GTR als vorteilhaft.
6. Die Befragung von deutschen Parodontologen ergibt zunächst eine überraschend starke Verbreitung der Lappenoperation. Dieses Ergebnis könnte der deutlich geringere Preis des Verfahrens erklären, der es aus Patientensicht attraktiv macht. Da sich die festzustellende praktische Bedeutung der GTR-Verfahren nicht aus derzeit vorliegender Evidenz ableiten lässt und es sich zudem um relativ teure Behandlungen handelt, ist hier eine positive Nachfragebeeinflussung durch die Ärzte oder moralisches Risiko bei versicherten Patienten zu vermuten. Trotz seines nachgewiesenen Effektivitätsvorteils wird allogenes Material in der praktischen Arbeit kaum eingesetzt. Vermutlich spielt in diesem Fall die Aversion der Patienten gegenüber Leichenknochen eine Rolle oder aber auch die Überlegung, dass sich ein Rückgriff auf allogenes Material nur bei hinreichend großen Defekten rechtfertigt.
7. Beim Sinuslift weisen die ambulant augmentierbaren, partikulären Knochenmaterialien einen Vorteil in ihrer Kosten-Effektivitäts-Relation auf. Insbesondere dominieren diese Materialien die Augmentation von Beckenkammknochen. Die Entscheidung zwischen ein- und zweiphasiger Operationsweise fällt unter der momentanen Informationslage zugunsten der gleichzeitigen Augmentation und Implantation

aus. In Ermangelung eindeutiger medizinischer Evidenz können zur lokalen Knochenaugmentation und zur absoluten Alveolarkammerhöhung nur ambulant durchführbare Augmentationsverfahren mit autogenem, alloplastischem oder auch allogenem Knochenmaterial empfohlen werden.

8. Die meisten an der Befragung teilnehmenden Implantologen gaben als Augmentationsmaterial zum Sinuslift eine Mischung aus autogenem und alloplastischen Knochenmaterial sowie als Verfahren die einphasige Operationsweise an. Während die Ärzte mit der Augmentation und Implantation in einem Zeitpunkt dem Patienten entgegenkommen, weist die Verwendung der relativ teuren Materialmischung auf eine Nachfragebeeinflussung hin. Aber auch hier kann es sich bei Patienten mit Versicherungsdeckung um den Effekt von moralischem Risiko handeln. Zur lokalen Augmentation und absoluten Alveolarkammerhöhung vor Implantation ziehen die Ärzte die reine Augmentation mit autogenem Knochen vor. Dies kann auf den Preisvorteil der Behandlung zurückzuführen sein, der für Patienten ohne Versicherungsdeckung Einfluss auf die Entscheidungsfindung nimmt. Die praktische Bedeutung der sehr kostenintensiven Distractionsosteogenese hingegen, deren Wirksamkeitsvorteil bisher noch nicht evidenzbasiert ist, deutet wiederum auf eine Nachfrageinduktion bzw. moralisches Risiko hin.
9. Bei der Untersuchung von Kosten und Nutzen der betrachteten Therapien zeigte sich, dass die alleinige Betrachtung der klinischen Aspekte eine inhaltlich eingeschränkte und technisch nachteilige Sichtweise darstellt. Es wäre daher von Vorteil, die Patientensicht auf die Behandlungsprozedur und ihr Ergebnis zu berücksichtigen. In dieser Beziehung weist jedoch keine Studie zu den Augmentationstherapien einen akzeptablen Ansatz auf. Die Entwicklung praktikabler Lebensqualitätsmaße für die Zahnmedizin und deren Anwendung in Nutzwert- oder Nutzenanalyse ist daher auch hinsichtlich der Evaluation von Augmentationstherapien zu unterstützen.

## C. Hauptdokument

### C.1 Policy Question

Bei der Knochenaugmentation in der zahnärztlichen Chirurgie handelt es sich um ein relativ junges Verfahren, welches sowohl in der Parodontologie als auch der Implantologie seit den 80er Jahren Anwendung findet. Stellt man bei einem Patienten eine fortgeschrittene Parodontitis fest, die sich durch Defekte der parodontalen Stützstruktur äußert, kann der bei etwa der Hälfte der Erwachsenen absehbarer Zahnverlust (Plagmann 1998) mit Hilfe eines künstlichen Wiederaufbaus des Knochengewebes aufgehalten werden. Eine erfolgreiche Augmentationsbehandlung trägt zum Erhalt des natürlichen Zahnstandes bei und führt zu einer zeitlichen Verlagerung oder gar Reduzierung der Kosten für eine Zahnprothese.

Bei ungünstigen morphologischen Voraussetzungen im teilbezahnten oder gänzlich zahnlosen Kiefer stellt die künstliche Vergrößerung des ortständigen Knochenangebots eine zwingende Voraussetzung für die Insertion endossaler Implantate dar. Für Personen mit entsprechender Indikation ermöglicht die Augmentationsbehandlung eine zufriedenstellende Versorgung mit Zahnersatz, die zum einen die Lebensqualität steigert und zum anderen weitere pathologische Veränderungen des Kauorgans verhindert.

Mit zunehmendem individuellen Bewusstsein für die Erhaltung der Zahngesundheit und der allgemeinen Alterung der Bevölkerung wächst auf Nachfrage- und Angebotsseite das Interesse an den beschriebenen regenerativen Verfahren, denn sie stellen eine zeitliche Verlängerung der natürlichen Funktionen des Gebisses in Aussicht. Da es sich aber bei der Knochenaugmentation derzeit noch um recht teure Therapien handelt, liegt in diesem Bereich ein großes Marktentwicklungspotenzial.

Die gesetzlichen Krankenkassen dürfen zur Zeit nur zahnärztliche Behandlungen finanzieren, die in Anbetracht des möglichen Leistungsspektrums eine *ausreichende* Versorgung bieten. Die Augmentationsbehandlungen in der Parodontologie und Implantologie gehören nicht zu diesen Leistungen, so dass die Finanzierung der Behandlung grundsätzlich über einen privaten Behandlungsvertrag erfolgt. Diese Restriktion kann jedoch bei ansteigender Bedarfsentwicklung zu einem Wettbewerbsnachteil gegenüber den privaten Krankenversicherern führen. Aber auch einzelne gesetzliche Krankenkassen haben nicht die Möglichkeit, sich im Wettbewerb gegenüber anderen Krankenkassen mit einem Finanzierungsangebot von Augmentationsbehandlungen abzugrenzen (Vgl. aber Ausnahmeindikationen wie z.B. angeborene Anomalien, Traumen, Tumorradikaloperation, die der Bundesausschuss der Zahnärzte und Krankenkassen benennt. Gutachter der Krankenkassen prüfen hierbei die Zulässigkeit der Finanzierung im Einzelfall (§ 28 Abs.2 SGB V, § 28 Abs.4 SGB VII)).

Das vorliegende gesundheitsökonomische HTA dient als Entscheidungshilfe in der Diskussion zur möglichen Erweiterung des Leistungskatalogs um Augmentationsverfahren (gemäß § 135 Abs. 1 i.V.m. § 92 Abs. 1 Satz 2 Nr. 5 SGB V (BUB-Richtlinien)). Es bezweckt die Feststellung der Kosten und Nutzengrößen für die Bandbreite der relevanten Technologien. Hierzu ist es notwendig, die Auswirkung des Einsatzes von verschiedenen Knochen- und Knochenersatzmaterialien, der zusätzlichen Verwendung von Membranen und der Variation des Defekttyps bzw. des Ortes der Knochenauflagerung herauszuarbeiten. In der Parodontologie sind alternativ die ausschließliche Verwendung einer Membran (GTR) sowie diverse reparative und resektive Maßnahmen zu betrachten. Der alleinige Membraneinsatz (GBR), die Distraktionsosteogenese oder auch die Verwendung von BMP stellen weitere Behandlungsoptionen zur Schaffung von genügend Knochenlager für die Verankerung eines Zahnimplantats dar. Die gänzliche Unterlassung der Behandlung ist eine weiterhin einzubeziehende Handlungsalternative.

Die systematische Literaturrecherche und –bewertung zu Beginn des HTA's zeigte jedoch eine aus gesundheitsökonomischer Sicht unzureichende Informationslage: Im Moment existieren keine zielgerichteten Untersuchungen zu Kosten und Erfolgsgrößen der Augmentationstherapien. Deshalb wurde zusätzlich eine Feldstudie unter Parodont- und Implantologen durchgeführt, welche auf die Ermittlung der Erfahrungen und Präferenzen der Ärzte mit ausgewählten Augmentationsverfahren zielte. Auf dieser Grundlage war es möglich, die abrechenbaren Behandlungskosten zu kalkulieren, die für die Behandlungsentscheidung des Patienten bzw. seiner privaten Krankenversicherung von Bedeutung sind. Die Zusammenführung der verschiedenen Informationen zur medizinischen Wirksamkeit und den Ergebnissen der Feldstudie ergab schließlich Aussagen zur Kosten-Wirksamkeitsrelation einzelner Therapieoptionen und den Wechselwirkungen zwischen klinischer Evidenz, praktischen Erfahrungen und den Behandlungskosten.

Die Betrachtungen zu den Eigenschaften des Indemnitätsstarifs, der ein Finanzierungsmodell bei Aufnahme der Augmentationstherapien in den Leistungskatalog der Gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) sein könnte, dienen als Unterstützung bei der praktischen Umsetzung der Katalogerweiterung. Für den Bundesausschuss der Zahnärzte und Krankenkassen ist derzeit die Zukunft der parodontologischen Versorgung ein Thema. Es geht um die mangelhafte Versorgungsstrategie der GKV, die nach wissenschaftlicher Erkenntnis Frühdiagnostik, Prävention und Erhaltung sinnvoller gewichten und verzahnen sollte (Meyle 2000). Eine Aufnahme der Augmentationstherapien zur Regeneration des resorbierten Parodonts in den Leistungskatalog ist in diesem Zusammenhang nicht auszuschließen.

Die Auswertung der Ergebnisse epidemiologischer Studien am Schluss des vorliegenden HTAs zielt auf die Abschätzung der augenblicklichen sowie zukünftigen Bedarfs- und Nachfrageentwicklung im Bereich der Knochenaugmentationen. In diesem Zusammenhang sollen mögliche Einflussfaktoren identifiziert werden.

## C.2 Einführung und Hintergrund der Untersuchung

### C.2.1 Die Epidemiologie fortgeschrittener Parodontitis und der Zahnverluste

#### C.2.1.1 Fortgeschrittene Parodontitis

##### *C.2.1.1.1 Definition des normativen Bedarfs an Knochenaugmentation*

Unter dem normativen Bedarf wird der nach gültigem medizinischen Erkenntnisstand angemessene Bedarf an einer bestimmten therapeutischen Versorgung verstanden, der sich an der Prävalenz einer entsprechenden Indikation in der Bevölkerung orientiert. Dieses Konzept ermöglicht die Quantifizierung des absoluten Oberwertes des begründeten Behandlungsumfangs, mit Hilfe dessen man auf die eigentliche Nachfrageentwicklung bei sich ändernden Umweltbedingungen schließen kann.

Parodontitiden führen zum Abbau der Halte- und Stützgewebe des Zahnes, der letztlich zum Verlust desselben führt. Übliche diagnostische Methoden können dabei die Gingivaentzündung, -rezession, Taschenbildung und den Knochenabbau feststellen. Als Befundmethoden kommen im Einzelnen die Untersuchung auf gingivale Blutungen, die Ermittlung der Sondierungstiefe, des Attachmentverlustes (AV, vgl. Tabelle 1) sowie der röntgenologisch erkennbare Abbau des Alveolarknochens in Frage (vgl. Lindhe et al. 1999: Röntgenuntersuchungen finden in epidemiologischen Querschnittsstudien zur Registrierung der Auswirkungen von Parodontitis auf das Stützgewebe Anwendung. Sie werden von einigen Wissenschaftlern jedoch aufgrund der Belastung für den Patienten abgelehnt (Walter et al. 1999a)).

Eine notwendige Voraussetzung für eine komplexe Parodontaltherapie stellt beispielsweise die Indikation von tiefen Knochentaschen anhand des Community Periodontal Index of Treatment Needs (CPITN, vgl. Tabelle 1) vom Grad 4 dar. Unter dem Oberbegriff ‚komplexe Parodontaltherapie‘ werden u.a. Verfahren geführt, die eine Regeneration der Knochentaschen mit Hilfe verschiedener Materialien auch in Verbindung mit Barrieremembranen beinhalten. Sie kommen zum Einsatz, wenn trotz abgeschlossener Initialtherapie (Verbesserung der Mundhygiene, Entfernung harter oder weicher Beläge, Scaling) tiefe Knochentaschen ( $\geq 6$  mm) und parodontale Entzündungen weiter fortbestehen. Der CPITN weist den Vorteil auf, dass er aufgrund seiner einfachen Handhabung in vielen großen epidemiologischen Studien bereits zum Einsatz kam und somit ein umfassendes Erscheinungsbild der Parodontitis abgibt. Über die Messung der Sondierungstiefe kann man die Summe der bis zum Zeitpunkt der Untersuchung eingetretenen Destruktionen feststellen und alle erkrankten Personen identifizieren (Ainamo et al. 1987).

Exaktere Maße für die Bewertung der parodontalen Destruktionen sind die Feststellung des AV oder besser noch die Erfassung des Extent and Severity Index (ESI, vgl. Tabelle 1). Lynch (1992) gibt z.B. als Einschlusskriterium für Patienten in Studien zur

Evaluation von Regenerationstherapien einen vertikalen AV von  $\geq 6$  mm und einen horizontalen AV von  $\geq 4$  mm an. Alle drei Maße erfassen nach einer anderen Methodik den Parodontalzustand. Dies führt zu unterschiedlichen Ergebnissen in der Einschätzung der Behandlungsbedürftigkeit. Während der CPITN den Behandlungsbedarf gegenüber der Messung des AV unterschätzt, zeigt eine direkte Gegenüberstellung der Messgenauigkeit von CPITN und ESI, unter Anwendung des CPITN bei jüngeren Personen eine Über- und bei Älteren eine Unterschätzung der Prävalenz und Schwere der Parodontitis (Papanou & Lindhe 1999, Meißner 1999).

Das anzustrebende Ziel einer realistischen und patientengerechten Parodontaltherapie sollte vernünftigerweise nicht die völlige Wiederherstellung des Zahnhalteapparats, sondern der Erhalt der Zähne und der Kaufähigkeit sein (Saxer 1991).

*Tabelle 1: Übersicht Indizes*

<b>Begriff</b>	<b>Erklärung</b>
AV	Der bei einer Parodontitis eintretende vertikale Abbau der bindegewebigen Befestigung des Zahnes wird jeweils an einer Gebisshälfte des Ober- und Unterkiefers klinisch-metrisch gemessen und liefert damit ein ganzheitliches Bild der Destruktionen. Als Bezugsgröße für eine parodontale Erkrankung wird bei Erwachsenen ein durchschnittlicher AV von mindestens 4-6mm bei Zähnen im ersten und vierten Quadranten angenommen. Der Verlust an vertikalem Bindegewebe entspricht annähernd dem Informationsgehalt der Sondierungstiefe.
CPITN (Grade 1-4)	Für ein Gebiss wird eine Kennzahl ermittelt, die den Fortschritt parodontaler Destruktion und den daraus folgenden Behandlungsbedarf angibt. Mit Hilfe einer längenkalibrierten Sonde erfolgen Messungen an definierten Zähnen, deren Ergebnisse zu einem Index zusammengefasst werden. Der Grad 4 mit Knochentaschen von 6mm und tiefer weist dabei auf die Notwendigkeit einer parodontalchirurgischen Behandlung hin. Der CPITN wird zwar oft aufgrund seiner leichten Anwendbarkeit eingesetzt, er weist jedoch verschiedene Schwächen auf (Lindhe et al. 1999).
ESI	Es handelt sich um einen bivariaten Index, der den Anteil der erkrankten Zahnflächen zum Mittelwert des AV dieser Zahnflächen ins Verhältnis setzt. Es wird üblicherweise ein Schwellenwert des AV definiert. Sein Vorteil besteht darin, dass er einen Index generiert, der detaillierte Auskunft über die Form der Parodontitis gibt.

### *C.2.1.1.2 Das Datenmaterial*

Zur Ermittlung der Prävalenz fortgeschrittener Parodontitis in Deutschland wurden hauptsächlich die großen Querschnittsstudien des Instituts Deutscher Zahnärzte aus den Jahren 1989, 1991 und 1997 herangezogen (IDZ 1991a, 1993, 1999). Es handelt sich hierbei um die bisher einzigen randomisierten Studien mit Bevölkerungsrepräsentativität, die eine Übersicht über die orale Morbiditätsprävalenz in Deutschland verschaffen. Der Nachteil dieser Studien besteht darin, dass sie ausschließlich Auskunft über Prävalenzen geben, lediglich bekannte Zusammenhänge nachzeichnen, nicht aber deren Ursache-Wirkungs-Beziehungen aufzeigen.

Ein weiterer Nachteil stellt die in den großen epidemiologischen Studien aus Kostengründen durchgeführte Erhebung des CPITN an Indexzähnen dar – ein Vorgehen, welches mit nicht unerheblichen Informationsverlusten verbunden ist. Eine Studie

zeigt, dass sich der Prozentsatz der Personen mit Taschentiefe 6 mm, der bei ausschließlicher Untersuchung der Indexzähne übersehen worden wäre, bei 25 - 29, 40 - 44 und 50 - 54jährigen auf jeweils 55, 39 und 23 Prozent beläuft (Papanou & Lindhe 1999). Aus diesem Grund erfolgt zusätzlich eine Information zur Häufigkeit des maximalen AV in der Größenordnung 6 mm. Dieser Wert bezieht sich auf den maximalen Verlust bei zahnhaltendem Gewebe an den vorhandenen Zähnen im ersten und vierten Quadranten. Der ESI wird in der gesamtdeutschen Studie des IDZ (1999) mit einem Schwellenwert von 2 mm angegeben, welches für die Eingrenzung des Bedarfs an Knochenregeneration keine Hilfe ist.

Weitere epidemiologische Untersuchungen zu Parodontopathien existieren für Deutschland nur wenige (Plagmann 1998) und unterliegen entweder regionalen oder patientenbezogenen Begrenzungen (DGZMK 1996). Aufgrund ihrer Ergebnisabweichung von den großen IDZ-Studien, die auf spezifisch regionale Einflüsse (z.B. Ernährungsgewohnheiten, Gesundheitsbewusstsein) oder auch nicht standardisierte Erhebungsmethoden zurückzuführen sind, ist ihre Aussagekraft im Einzelfall zu prüfen (Meißner 1999, Plagmann 1998, IDZ 1991a).

Allgemein gilt, dass die Übertrag- und Vergleichbarkeit von aus Querschnittsstudien gewonnenen Ergebnissen stark eingeschränkt sind. Dies gilt im Besonderen für Erhebungen des Parodontalzustandes, die zu verschiedenen Zeitpunkten und von unterschiedlichen Wissenschaftlerteams erstellt wurden.

#### *C.2.1.1.3 Die Prävalenz fortgeschrittener Parodontitis*

Bei Jugendlichen weist die Parodontitis eine geringe Prävalenz und in der Regel keine den Knochen einbeziehenden parodontalen Veränderungen auf. Für das bundesdeutsche Gebiet zeigt sich dies in den Erhebungen des IDZ (1991a, 1993) bei den 13 - 14jährigen in den Prävalenzziffern zwischen 0,0 Prozent bzw. 0,7 Prozent für den CPITN-Wert 4. Nicht auszuschließen ist, dass die hohen Index-Werte durch Hyperplasien oder im Durchtritt befindliche Zähne verursacht worden sind und somit keine parodontale Destruktion darstellen (IDZ 1991a). Neuere Prävalenzdaten für Jugendliche in europäischen Ländern schwanken zwischen 0,02 Prozent und 0,1 Prozent (Plagmann 1998). Die Erhebung eines AV 6 mm ergibt ähnliche Angaben. Diesen Wert weisen 0,0 - 0,4 Prozent der Jugendlichen auf (IDZ 1991a, 1993). Aus medizinischer Sicht ist also bei Jugendlichen der Bedarf an Knochenaugmentation nahe bei Null anzusiedeln.

Parodontitis ist bei Erwachsenen die häufigste Zahnbetterkrankung. Ab einem „kritischen“ Alter von 35 - 50 Jahren zeigen sich die parodontalen Destruktionen vermehrt (Plagmann 1997, 1998), um danach in ihrer Häufigkeit progressiv zuzunehmen (IDZ 1991a). Unter den 35 - 44jährigen und 45 - 54jährigen Erwachsenen weisen jeweils

14,1 Prozent bzw. 19,2 - 28,6 Prozent mit einem CPITN von 4 schwere, fortgeschrittene parodontale Destruktion auf. Einen AV von 6 mm und darüber besitzen 30,5 Prozent der 35 - 44jährigen und 35,2 - 40,9 Prozent der 45 - 54jährigen (IDZ-Studien 1991, 1993, 1999). Berücksichtigt man allerdings, dass nur etwa die Hälfte dieser schweren Parodontitiden zum parodontalen Zusammenbruch und damit verbunden zu Zahnlosigkeit führen (Plagmann 1997, 1998), andererseits jedoch der CPITN unter einer chronischen Unterschätzung der Prävalenz fortgeschrittener Parodontitis leidet, weisen schätzungsweise weniger als ein Drittel der 35 - 44jährigen und maximal 40 Prozent der Erwachsenen zwischen 54 und 54 Jahren die normative Behandlungsbedürftigkeit mit Augmentationen auf.

Aufgrund zahlreicher Restaurationen bereits aufgetretener parodontaler Destruktionen und anderer altersabhängiger Einflüsse (z.B. Zeitspanne der Einwirkung von Plaque, aktuelle Vernachlässigung der Mundhygiene, Traumatisierung durch Zähneputzen) besitzen Senioren gegenüber Erwachsenen eine weiter erhöhte Prävalenz parodontaler Erkrankungen (Plagmann 1997). Die Erhebung des CPITN zeigt allerdings, dass auch nur 24,4 Prozent der 65 - 74jährigen unter einer starken Parodontitis mit einem CPITN 4 leiden. Einen AV von 6 mm besitzen bereits 55,2 Prozent und 7 mm 40,4 Prozent der Senioren (IDZ 1999). Dies bedeutet zusammengenommen eine normative Behandlungsbedürftigkeit von mindestens einem Viertel bis der Hälfte der Senioren.

## C.2.1.2 Zahnverluste

### C.2.1.2.1 Definition des normativen Bedarfs an Knochenaugmentation

Die Augmentation zählt zu den präimplantologischen Leistungen, deren Bedarfsumfang zunächst durch die Prävalenz von Zahnverlusten abgegrenzt werden kann, die aus medizinischer Sicht einen Implantateinsatz verlangen. Ein Implantat ist grundsätzlich dann von Nutzen, wenn erstens die Eingliederung eines funktionstüchtigen konventionellen Zahnersatzes nicht mehr möglich ist oder es sich zweitens bei der Eingliederung einer herkömmlichen Prothese um keine substanzschonende Behandlungsmethode nach dem Leitsatz *primum nil nocere* handelt. In Anlehnung an die Empfehlungen der Konsensus-Konferenz der DGZMK im Jahre 1989 und anderer Autoren kann man die Indikation eines Zahnimplantats in *absolute und relative* Indikationen unterteilen. Zur ersten Gruppe zählen z.B. die bereits aufgeführten schweren Ausnahmefälle und der zahnlose Unterkiefer und zur zweiten Gruppe Einzelzahnverlust, Freundsituation, große Schattlücke und zahnloser Oberkiefer (Haefs 1998). Die Häufigkeit dieser Zahnverlustformen stellt somit eine Grundgesamtheit potentieller Augmentationsplätze dar, die zusätzlich noch durch eine unzureichende Knochenbasis gekennzeichnet sind. Während weiterhin bestimmte Anforderungen an den allgemeinen Gesundheitszustand und die Compliance des Patienten bestehen, spielt das Alter beim Implantateinsatz keine Rolle (Neukam & Esser 2000).

Um das gewünschte Implantat erfolgreich im Knochen zu verankern, muss der Alveolarfortsatz in Abhängigkeit vom Implantatsystem ausreichend dimensioniert sein. Als Mindestanforderungen gelten im Unterkiefer ein vertikales Knochenangebot von 6 - 10 mm und eine Knochenbreite von 4 - 6 mm. Im Oberkiefer sollte das Knochenangebot vertikal 10 mm und in der Breite 6 mm übersteigen (Neukam & Buser).

#### *C.2.1.2.2 Das Datenmaterial*

Studien des IDZ (1991a, 1993, 1999) und Veröffentlichungen von Fachexperten zeigen den Zahnlückenstatus und die Verbreitung verschiedener Zahnprothesentypen für Deutschland an. Eine aktuelle retrospektive Studie (Wirtz 1999) an einem Stamm privatversicherter Patienten für den Zeitraum September 1997 bis August 1998 macht Angaben zur Häufigkeit präimplantologischer Leistungen. Sie ist damit die einzige Veröffentlichung, die Anhaltspunkte hinsichtlich der Augmentationshäufigkeit in Deutschland liefert.

Im Zusammenhang mit dem speziellen Thema des HTA ist die Verwendung der oben genannten Literatur jedoch nur von eingeschränktem Nutzen, weil sie wenig aufgeschlüsselte Angaben zu fehlenden Zähnen und tatsächlich durchgeführter Versorgung enthält. Eine Auswertung der Veröffentlichung von Wirtz (1999) bietet sich leider auch nur bedingt an, weil das Versichertenklientel nicht bevölkerungsrepräsentativ ist. Hinzu kommt, dass diese Studie nur Behandlungen in unmittelbarem zeitlichen Zusammenhang mit der Implantatinserterion erfasst und somit zweiphasige Augmentations-Implantations-Verfahren völlig unberücksichtigt bleiben.

Zwar ist bekannt, dass sich mit der Dauer des Zahnverlustes unweigerlich eine Resorption des Alveolarfortsatzes einstellt, größerer Augmentationsbedarf also bei älteren Personen anzutreffen sein wird, der wahre Umfang des normativen Bedarfs an Knochenaugmentationen vor Zahnimplantation bleibt jedoch ohne passende Erhebungen eine spekulative Größe. Seine Schätzung erscheint aufgrund mangelnder Informationen zur Prävalenz der Reduktion des knöchernen Unterbaus nicht sinnvoll. Keinerlei nähere Information konnten außerdem zur Häufigkeit medizinisch angezeigter Zahnimplantate gefunden werden.

#### *C.2.1.2.3 Die Prävalenz von Zahnverlusten*

Keine der IDZ-Studien erfasst den Zustand des jugendlichen Gebisses unter dem Aspekt der Zahnverluste und prothetischen Versorgung, da es sich hier um wenige eventuell bei Unfällen geschädigte Personen handelt, die im Verhältnis zur Gesamtpopulation nicht ins Gewicht fallen. Zahnimplantate werden von dieser Bevölkerungsgruppe nur zu einem sehr geringen Teil in Anspruch genommen (z.B. Haefs 1998), so dass ihre Vernachlässigung keinen wesentlichen Informationsverlust be-

deutet.

Im Erwachsenenalter kommt es infolge kariöser Zerstörung und Parodontalerkrankungen verstärkt zu Zahnverlusten. Geht man bei 35 - 44jährigen Erwachsenen von durchschnittlich 3,8 - 4,7 verlustigen Zähnen (ohne Weisheitszähne) aus, weist ein Gebiss in der Altersgruppe mindestens 3 Zahnlücken auf (IDZ 1999). Die völlige Zahnlosigkeit ist im Erwachsenenalter von 35 - 44 äußerst selten und ihre Prävalenz in Westdeutschland (IDZ 1991a) in den letzten Jahrzehnten abnehmend. Nur bis zu einem Prozent der 35 - 44jährigen Bevölkerung besitzt überhaupt keine Zähne mehr.

Als drastisch zu bezeichnen ist jedoch der Anstieg der Zahnverluste und völligen Zahnlosigkeit in der nachfolgenden Altersgruppe der 45 – 54jährigen. Hier verdoppelt sich die Anzahl durchschnittlich fehlender Zähne (ohne Weisheitszähne) auf Werte zwischen 7,5 - 8,5, die Prävalenz der Zahnlosigkeit steigt auf 2,4 - 4,4 Prozent (IDZ 1991a, 1993, 1999).

Bei den 35 - 44jährigen sind durchschnittlich 0,3 - 1,1 Zähne mit einem festsitzenden und 1,2 - 1,5 mit einem herausnehmbaren Zahnersatz versorgt und bei den 45 - 54jährigen werden im Schnitt 0,4 - 1,3 Zähne mit einer festsitzenden und 4,5 - 5,1 Zähne mit einer herausnehmbaren Prothese ersetzt. Die zu beobachtende tendenzielle Bevorzugung herausnehmbarer Versorgungsformen zeigt sich dabei am deutlichsten bei den untersuchten Personen in den neuen Bundesländern. Mit Zahnimplantaten versorgte Patienten gehen in der Gesamtbevölkerung offenbar völlig unter, denn die Studien IDZ 1991a, 1993, 1999 weisen jeweils keine Person unter den 35 - 54jährigen mit entsprechender Versorgung aus. Zusammengenommen zeigen diese Daten bei den 35 - 44jährigen eine durchschnittliche Anzahl von 1,5 - 2,9 und bei den 45 - 54jährigen von 1,7 - 3,1 nicht ersetzten Zähnen an (IDZ 1991a, 1993, 1999).

In der heutigen Zeit stellt man die Notwendigkeit des Ersatzes aller 28 Zähne als sinnvolles therapeutisches Ziel zunehmend in Frage (Walter et al. 1999a). Aus diesem Grund dürfte sich der normative Bedarf an Erstversorgung von Zahnverlusten mit Zahnimplantaten in der erwachsenen Bevölkerung Deutschlands auf einen Wert nicht höher als die Summe der gegenwärtig konventionell ersetzten Zähne belaufen. Er wird eher geringer sein, weil auch konventionelle Versorgungsformen zielführend einsetzbar und bei implantatgestützten Prothesen nur einige Pfeilerzähne notwendig sind.

Fortschreitende Gebisszerstörung und umfangreiche Zahnverluste kennzeichnen den Mundgesundheitszustand des älteren Menschen. Besonders zwischen dem 45. und 65. Lebensjahr steigt der Zahnverlust erheblich, obwohl er sich aufgrund besserer Grundvoraussetzungen heute weniger stark als früher ausprägt. Die gesamtdeutsche Studie (IDZ 1999) ergibt bei den 65 - 74jährigen eine durchschnittliche Zahl fehlender Zähne ohne Weisheitszähne von 17,6. Die totale Zahnlosigkeit beläuft sich bei den Senioren auf 25 Prozent. 44 Prozent der Personen in dieser Altersgruppe weisen einen zahnlosen Oberkiefer und 27 Prozent einen zahnlosen Unterkiefer auf.

Die IDZ-Studie zeigt weiterhin, dass im Vergleich zu herausnehmbaren Prothesen festsitzender Zahnersatz selten und Implantate bzw. implantatgetragene Prothesen äußerst selten eingesetzt werden. In der genannten Altersgruppe ist pro Person durchschnittlich ein Zahn durch eine festsitzende, 15,4 Zähne durch eine herausnehmbare Prothese und 0,03 Zähne durch ein Implantat ersetzt. Wiederum wird der festsitzende und der implantatgetragene Zahnersatz in den neuen seltener als in den alten Bundesländern angewendet und die herausnehmbare Prothese dominiert. Zusammengefasst zeigen diese Daten bei den Senioren eine durchschnittliche Anzahl von 1,2 nicht ersetzten Zähnen (IDZ 1999).

Für die Höhe des normativen Bedarfs an Zahnimplantaten gilt Gleiches wie bei den Erwachsenen, nur dass der medizinisch für sinnvoll erachtete Behandlungsumfang eher geringer anzusetzen ist, da sich alternative prothetische Versorgungsformen beispielsweise aufgrund der Multimorbidität auch aus medizinischer Sicht eher anbieten.

#### C.2.1.3 Absolute Häufigkeit von Zahnimplantaten und präimplantologischen Knochenaugmentationen

Spezielle Untersuchungen zur Prävalenz von Zahnimplantaten liegen nur spärlich vor und Angaben der entsprechenden Fachverbände weichen stark voneinander ab. Die Fachzeitschrift Zahnärztliche Mitteilungen (ZM 88 (20) 1998) gibt für Deutschland eine Größenordnung von 120 000 jährlich gesetzten Implantaten an. Nach einer anderen Marktstudie liegt Deutschland mit einem Implantat pro 400 Einwohner (= 200 000 Implantate deutschlandweit) über dem westeuropäischen Durchschnitt von 1 / 550 (Traupe 1999). Beide Quellen machen jedoch keine näheren epidemiologischen Angaben. Der Verband privater Krankenversicherer gibt die Häufigkeit der GOZ-Leistungspositionen 900 - 908 (implantologische Leistungen) für 1989 mit 205 171 und für 1990 mit 221 227 an (Kratzenberg 1994). Mit Bezug auf die regionale Häufigkeit von Zahnimplantaten ist ein deutliches Nord-Süd- und auch Ost-West-Gefälle zu beobachten. Implantologische Leistungen werden folglich bundesweit am häufigsten in Süddeutschland durchgeführt und in Ostdeutschland seltener als im gesamtdeutschen Durchschnitt.

Zieht man die Angaben von Wirtz (1999) zur Häufigkeit einzelner präimplantologischer Augmentationsleistungen heran, kann man wie in Tabelle 2 die absolute jährliche Zahl durchgeführter Knochenaugmentationen schätzen.

Tabelle 2: Augmentationsbehandlungen vor Implantationen pro Jahr (eigene Schätzung)

Therapie	Häufigkeit in % (Basis: Anzahl Implan- tate pro Jahr)	Anzahl absolut (Basis: 200.000 Implantate pro Jahr)
Augmentation (ausschließlich)	8,0	16.000
Augmentation plus Vestibulumplastik	14,5	29.000
Sinuslift (ausschließlich)	1,6	3.200
Sinuslift plus Vestibulumplastik	2,7	5.400
Sinuslift plus Membran	1,1	2.200

#### C.2.1.4 Die Nachfrage nach Augmentationstechniken

##### C.2.1.4.1 Vom normativen Behandlungsbedarf zur tatsächlichen Nachfrage

Der Bedarf stellt einen gedanklichen Startpunkt des menschlichen Kaufentscheidungsprozesses dar, auf den insbesondere individuelle Erfahrungen und Meinungen Dritter einwirken (Böcker 1996). Nicht jeder Bedarf wird durch die Realisation einer Nachfrage am Markt befriedigt. Manchmal wird auch ein solches Mangelempfinden überhaupt erst durch exogene Einwirkungen geweckt. Gedanklich kann die Entstehung der Nachfrage nach einer medizinischen Behandlung wie der Knochenaugmentation in folgende drei Ebenen unterteilt werden.

**Normativer Bedarf:** Der Arzt stellt eine Indikation beim Patienten fest, die aus vernünftiger medizinischer Sicht eine bestimmte Behandlung erfordert. In den vorangegangenen Abschnitten wurde jeweils eine explizite Definition für die entsprechenden Indikationen einer Knochenaugmentation gegeben, mit deren Hilfe der normative Bedarf für Deutschland abzuschätzen ist.

**Subjektiver Bedarf:** Eine weitere für sich genommen auch schon hinreichende Bedingung für die Nachfrageentstehung ist, dass der Patient selbst eine Behandlung als notwendig erachtet. Dieser subjektive Bedarf wird zwar grundsätzlich positiv mit der medizinischen Indikation korreliert sein, kann jedoch auch in seiner Höhe davon abweichen. Als Einflussfaktoren spielen hierbei das Alter, das Geschlecht, die soziale Schicht (Index aus Bildung, Einkommen und beruflichem Stand), das Verantwortungsbewusstsein für die Gesunderhaltung des eigenen Körpers (Hygieneverständnis, Ernährung, Lebensgewohnheiten), das orale Wohlbefinden (Kauvermögen, Schmerzfreiheit) oder auch die Akzeptanz operativer Eingriffe gegenüber konventionellen Maßnahmen eine Rolle (Walter et al. 1999a, Kielich 1991). Aus der gesundheitsökonomischen Forschung ist auch bekannt, dass der Arzt als Berater und Leistungserbringer aufgrund asymmetrischer Informationsverteilung in der Lage ist, einen subjektiven Bedarf über das medizinisch Notwendige hinaus zu erzeugen. Sein treibender Anreiz besteht in der Erzielung von Einkommen (vgl. einführend dazu Breyer & Zweifel 1999).

Der subjektive Behandlungsbedarf besitzt besondere Bedeutung, da er die potenziell

vorhandene Nachfrage approximiert. Sie könnte erreicht werden, wenn die Behandlung verfügbar und für jeden Patienten finanzierbar wäre.

Tatsächliche Nachfrage: Die letztlich realisierte Inanspruchnahme zahnärztlicher Leistungen ist durch die subjektive und objektive Behandlungsbedürftigkeit geprägt. Auch der Arzt kann Einfluss auf den Umfang der tatsächlich erbrachten Leistungen nehmen. Schließlich bestimmen der Zustand des Versorgungssystems und das Finanzierungsarrangement im Zusammenspiel mit dem Einkommen der Patienten und den Preisen der Leistungen die tatsächliche Nachfrage (Walter et al. 1998). Sie veranschaulicht die Beziehung der drei Ebenen zueinander (ähnlich Walter et al. 1999a).

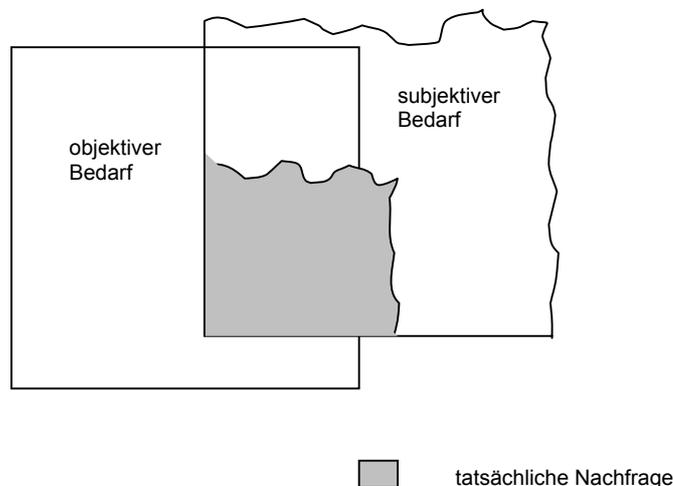


Abbildung 1: Ebenen der Nachfragebildung

#### C.2.1.4.2 Der subjektive Bedarf paradontaler Augmentation

Die individuelle Bereitschaft zu einer Augmentationstherapie wird in jedem Fall mit dem vom Zahnarzt festgestellten Behandlungsbedarf im positiven Zusammenhang stehen. Es ist anzunehmen, dass Vor- und Nachteile der Therapie bei der individuellen Entscheidungsfindung eine Rolle spielen. Ein Argument gegen eine Knochenaugmentationstherapie könnte beispielsweise der mit postoperativen Beschwerden verbundene chirurgische Eingriff sein. In einer Befragung von Patienten stellen Matthews und McCulloch (1993) ein signifikant stärkeres Unwohlsein bei operativen Parodontalbehandlungen wie der Knochenchirurgie fest. Bei mäßiger bis schwerer Parodontitis gibt es jedoch auch Hinweise für keinerlei höhere Akzeptanz des nichtchirurgischen gegenüber dem chirurgischen Vorgehen (Lang et al. 1999).

Generell wird aber auch schon die bei einer herkömmlichen Parodontaltherapie notwendige dauerhafte Motivation und Bereitschaft zur Umstellung von Lebensgewohnheiten von nur einem Teil der Betroffenen aufgebracht (Micheelis 1989, Kirschner 1996). Der Anreiz zur Behandlung dürfte dabei im Seniorenalter im Durchschnitt un-

ter der von Erwachsenen liegen (IDZ 1999). Die IDZ-Studie aus dem Jahr 1999 zeigt z.B. bei schweren Parodontitis-Fällen (CPITN 4) wenig Bereitschaft zu regelmäßigen Kontrollbesuchen beim Zahnarzt und dafür eine stark schmerzorientierte Inanspruchnahme. Weiterhin weist diese Studie bei 70 Prozent der Parodontitiskranken keine Anhaltspunkte für eine systematische zahnärztliche Zahnfleischbehandlung aus.

Im Anbetracht dieser Fakten wird die individuell empfundene Behandlungsbereitschaft zu parodontalen Augmentationsverfahren wahrscheinlich geringer als der objektiv feststellbare Bedarf ausfallen.

#### *C.2.1.4.3 Der subjektive Bedarf präimplantologischer Augmentation*

Nach einer Umfrage soll bereits ein Großteil der Bevölkerung über die Existenz und Behandlungsmethoden der oralen Implantologie informiert sein. Erkennt der Patient bei sich Befunde, die nach seinem Kenntnisstand eine derartige Behandlung ermöglichen, wird er gegebenenfalls seinen Zahnarzt direkt auf dieses Thema ansprechen. Dies ist häufig der Fall, wenn ein Zahnverlust eintritt, vorhandener Zahnersatz erneuert werden muss oder der Patient mit der bisherigen Versorgung unzufrieden ist. Viele Patienten scheuen auch die Eingliederung herausnehmbarer Prothesen, weshalb sie auf einen möglichst natürlichen Zahnersatz ausweichen (Haefs 1998).

Wie mehrere gerodontologische Studien und auch jüngere Altersgruppen betreffende Arbeiten belegen, können in der Prothetik normativer und subjektiver Behandlungsbedarf erheblich voneinander abweichen (Walter et al. 1999a), so dass man bei der Schätzung des hypothetisch vorhandenen Nachfragepotenzials an Zahnersatz den Einfluss subjektiver Faktoren unbedingt berücksichtigen sollte.

Der Versuch anhand definierter Planungsleitlinien und einer bevölkerungsrepräsentativen Probandengruppe, sowohl normativen als auch subjektiven Behandlungsbedarf zu ermitteln, ergab einen insgesamt prothetischen Behandlungsbedarf aus zahnärztlicher Sicht von 81 Prozent, der sich deutlich mit dem Alter steigerte. Auf die implantologische Versorgung entfiel dabei nur 0,4 Prozent, was zum Teil auf die bewusste Wahl konservativer Behandlungsstrategien zurückzuführen ist. Die Auswertung sozialwissenschaftlich ausgerichteter Fragebögen ergab wie zu vermuten einen signifikanten Zusammenhang zwischen normativem und subjektivem Bedarf. Gegenüber dem medizinisch indizierten Prothesenbedarf fiel der individuell für notwendig empfundene Therapieumfang geringer aus. 75 Prozent der Personen, die nach persönlicher Einschätzung keinen Zahnersatz benötigten, bedurften danach doch einer Behandlung. Nur 15,6 Prozent derer mit normativem Behandlungsbedarf sehen dies selbst auch so. Kein signifikanter Zusammenhang ließ sich zwischen Alter und subjektivem Bedarf aufzeigen (Walter et al. 1999b, 1998).

Eine andere Untersuchung bei Altersheim pensionären zeigt eine 83 prozentige Zufriedenheit mit dem Ist-Zustand des Zahnersatzes, wohingegen die normative Beurteilung nur bei 10,5 Prozent der Patienten keinen prothetischen Behandlungsbedarf anzeigte (Wirz & Tschäppät 1989). Die in einer Gruppe von 50 Senioren durchgeführte Befragung zur Lebensqualität von Totalprothesenträgern zeigte kaum einen vorhandenen Leidensdruck (John 1998).

Zahnimplantate sind mit einem hohen Zeitaufwand verbunden, denn sie verlangen eine besonders intensive Pflege und regelmäßige zahnärztliche Kontrolle. Mit dem Einsatz eines Implantats sind darüber hinaus, anders als bei konventioneller prothetischer Versorgung, mindestens zwei chirurgische Eingriffe verbunden. Insbesondere bei einer Erweiterung des Lagerknochens durch eine Augmentation steigert sich postoperativ die physische Belastung des Patienten (Kübler et al. 1999).

Zahnimplantate weisen auf der anderen Seite auch bedeutende Vorteile gegenüber alternativem Zahnersatz auf, denn sie bieten aufgrund besserer Mimik, Aussprache, Kaukomfort und Schonung des Geschmacksinns ein Mehr an Lebensqualität (Wirtz 1999). Mit Zahnimplantaten versorgte Patienten sind daher mehrheitlich zufriedener als zuvor mit einer konventionellen Prothese (MacEntee & Walton 1998).

Anhand der Daten zur Häufigkeit festsitzender Prothesen lassen sich bestimmte Bevölkerungsgruppen eingrenzen, die sehr wahrscheinlich ein Zahnimplantat gegenüber anderer Versorgung bevorzugen und damit auch die präimplantologische Augmentation in Anspruch nehmen. Es handelt sich hierbei vornehmlich um Frauen im Erwachsenen- und Seniorenalter und Personen aus der sozialen Oberschicht (IDZ 1991a, 1993, 1999). Frauen im Allgemeinen und Personen aus der Oberschicht neigen eher zu festsitzendem Zahnersatz. Mit zunehmendem Alter besteht jedoch eine stärkere Präferenz für herausnehmbare Prothesen. Dies dürfte sowohl auf die Finanzierungsbedingungen als auch auf die zunehmende Zahnlosigkeit, Morbidität in der Altersgruppe und die einfache Handhabbarkeit des Prothesentyps zurückführbar sein (Walter et al. 1998).

Als Fazit aus diesen Informationen lässt sich die Hypothese entwickeln, dass bei Erwachsenen der individuell empfundene Behandlungsbedarf an Implantationen und damit verbundenen Augmentationen etwas, im fortgeschrittenen Alter jedoch weit unter dem normativen Bedarf liegt. Für eine exaktere Bestimmung des Einflusses individueller Präferenzen auf die Nachfrage, der offenbar entscheidend bei der Therapiewahl sein kann, wäre es jedoch hilfreich über systematische Studien zu Patientenpräferenzen bezüglich verschiedener Augmentations- und zugehöriger Alternativbehandlungen zu verfügen. Die wenigen vorhandenen Veröffentlichungen sind zum Thema nicht besonders aussagekräftig (Kapitel C.6.3.1)

#### *C.2.1.4.4 Die tatsächliche Nachfrage*

Der Übergang von hypothetischer zu tatsächlicher Nachfrage nach Knochenauflagerung in der Parodontologie und Implantologie wird von den Finanzierungsmodalitäten der Behandlung beeinflusst. Nach momentaner rechtlicher Lage übernimmt die GKV die Regeneration des Parodonts mit Knochen- oder Knochenersatzmaterial und die Zahnimplantation einschließlich Augmentationen nur bei Ausnahmeindikationen für besonders schwere Fälle.

Ein großer Teil der Nachfrage nach Augmentationsleistungen hängt somit vom Zusammenspiel der medizinischen Indikation, der Stärke des subjektiven Bedarfs, dem Behandlungspreis und dem Einkommen des Patienten ab. Der Preis einer ambulanten bzw. stationären Behandlung orientiert sich dabei an den in Tabelle 42 bis Tabelle 46 und in Tabelle 48 aufgeführten Gebührenpositionen der GOÄ und GOZ. Bei privater Abrechnung einer stationären Behandlung erfolgt zusätzlich ein Ansatz des tagesgleichen Pflegesatzes der Klinik. Besitzt die betroffene Person eine private Krankenversicherung, beeinflusst die Ausgestaltung des Versicherungsvertrags und damit verbunden die Höhe des Selbstbehalts die Nachfrage.

Die letzte Umgestaltung des Leistungskatalogs der GKV kann in diesem Zusammenhang auch als kleine, indirekte Preissenkung bei den Augmentationsleistungen in der Implantologie interpretiert werden. Mit der letzten Gesundheitsreform besteht seit 01.01.2000 im Bereich der Implantologie in weiteren Ausnahmefällen ein Anspruch auf Bezuschussung der Suprakonstruktion durch die GKV. Die Richtlinien des Bundesausschusses der Zahnärzte und Krankenkassen nennen den Fall des atrophierten zahnlosen Unterkiefers, der nicht mit einer konventionellen Prothese versorgt werden kann, und den Fall der Einzelzahnücke, deren Versorgung mit herkömmlichem Zahnersatz das Beschleifen kariesfreier Nachbarzähne erfordern würde. Damit werden zwar nicht die Kosten des Implantats und der präimplantologischen Behandlungen wie beispielsweise Augmentationen getragen, dafür aber die Aufwendungen für die Prothese, die Brücke oder den Kunstzahn (vgl. Gesundheitsreform 2000). Da sich diese Regelung für die GKV-Versicherten wie ein kleiner Preisnachlass für komplexe Implantatbehandlungen auswirkt, wäre aufgrund der Reformregelung ein Nachfrageanstieg nach Implantationen und der damit verbundenen Vorleistungen zu erwarten.

### **C.2.2 Beschreibung der Augmentationsverfahren**

#### C.2.2.1 Transplantatmaterialien

##### *C.2.2.1.1 Überblick*

Die Entwicklung und Herstellung von Knochenersatzmaterialien zeigte in den vergangenen Jahren erhebliche Fortschritte. Gute Erfahrungen wurden seit langem mit

autogenem Knochen gemacht. Um die Belastung durch den zusätzlichen operativen Eingriff bei der Gewinnung von autogenem Knochen zu umgehen, drängten schnell synthetische Materialien auf den Markt. Auf der Suche nach dem idealen Transplantatmaterial bietet die Industrie eine vielfältige Produktpalette an. Auch Knochenersatzstoffe xenogenen und allogenen Ursprungs setzt man seit geraumer Zeit ein (vgl. Tabelle 3). Ein relativ junges Verfahren ist die Anwendung der Membrantechnik. Auch dafür werden von der Industrie verschiedene Membranen angeboten. Der jüngste Trend ist der Einsatz von BMP, um die Osteoinduktion zu unterstützen. Derzeit gibt es jedoch noch keine gesicherten Ergebnisse über klinisch standardisierte Langzeitanwendungen. Insgesamt erhält man den Eindruck, dass diese Entwicklung noch lange nicht abgeschlossen ist.

Tabelle 3: Übersicht der Transplantatterminologie (Koeck & Wagner 1996)

Transplantatart	Herkunft
Autogen	Spender und Empfänger sind identisch
Syngen	Spender und Empfänger sind genetisch identisch (eineiige Zwillinge), kaum praktische Relevanz
Allogen	Spender und Empfänger sind genetisch unterschiedlich, gehören aber zu derselben Spezies
Xenogen	Spender und Empfänger sind genetisch unterschiedlich und gehören verschiedenen Spezies an
Alloplastisch	künstlich hergestellte Fremdmaterialien

Die verschiedenen Transplantate und Implantationsmaterialien verfügen über Eigenschaften, die ihre klinische Anwendbarkeit bestimmen und zum Teil auch begrenzen. Die Tabelle 4 bietet eine Übersicht der wesentlichen Charakteristika und der daraus folgenden Anwendbarkeit der Materialien. Im nachfolgenden Text erfolgt die ausführliche Beschreibung.

Tabelle 4: Übersicht der Anwendung von Augmentationsmaterial

	Augmentationsmaterial				
	autogen frei	autogen mikro-vaskulär anastomosiert	allogen	xenogen	alloplastisch
<b>Verfügbarkeit</b>	begrenzt	begrenzt	unbegrenzt	unbegrenzt	unbegrenzt
<b>Anwendung in:</b>					
Parodontologie	x		x	x	x
Implantologie	x	x	x	x	x
<b>Eigenschaften:</b>					
osteoinduktiv	x (hoch)	x (hoch)	x		
osteokonduktiv	x		x	x	x
Infektionsrisiko			x	x	
Abstoßungsrisiko			x	x	
postoperative Morbidität	hoch	hoch	gering	gering	gering

### *C.2.2.1.2 Autogene Transplantate*

Sie gelten als der Goldstandard der Transplantationsmaterialien, an dem sich alle anderen Materialien messen lassen müssen (Koeck & Wagner 1996). Der Knochen wird an einer geeigneten Stelle des Körpers entnommen und in die Region mit dem knöchernen Defizit transplantiert.

Der Knochen kann dabei frei verpflanzt oder mikrovaskulär anastomosiert in das Transplantatlager gebracht werden (Neukam & Buser 1996). Der frei verpflanzte Knochen unterliegt danach einer kompletten Umstrukturierung, denn er wird seiner Gefäßversorgung beraubt und muss durch einsprossende Gefäße aus dem Transplantatlager ernährt werden. Ein beträchtlicher Teil des Transplantates geht bereits unter, bis eine ausreichende Versorgung sichergestellt ist. Die osteogene Potenz wird durch überlebende Osteoblasten und deren Vorläuferzellen gewährleistet. Das Transplantat wird resorbiert und neu aufgebaut. Dadurch benötigt das freie Transplantat einige Monate, um vollständig in den ortständigen Knochen eingebaut zu werden. Es unterliegt dabei einem Volumenverlust. Das mikrovaskulär anastomosierte Transplantat bleibt zu jedem Zeitpunkt vital und muss sich deshalb nicht völlig neu organisieren, sondern ‚nur‘ eine frakturähnliche Heilungsphase durchlaufen. Es zeichnet sich deshalb durch eine schnelle Einheilung (ca. 4 - 6 Wochen) und eine hohe Volumenkonstanz aus. Durch den hohen operativen Aufwand ist dieses Vorgehen jedoch nur bei ersatzunfähigen Transplantatlager (z.B. nach Bestrahlung) indiziert.

### *C.2.2.1.3 Allogene Knochentransplantate*

Hierzu dient gefriergetrockneter Leichenknochen sowie AAA-Knochen (autolysierter, antigenextrahierter allogener Knochen). Diese Materialien können über Knochenbanken bezogen werden. Sie werden in den atrophierten Kieferabschnitten aufgelagert und entfalten dort zwei Wirkungen. Erstens dienen sie als Leitschiene für den Knochenaufbau und zweitens fördern sie durch die osteoinduktiven Proteine in der Knochenmatrix die Knochenneubildung. Zum präimplantologischen Aufbau kommt meist AAA-Knochen zum Einsatz, da er trotz der osteogenetischen Eigenschaften nur geringe Immunreaktionen auslöst (Sailer & Weber 2000).

Zwei Vorteile des Allografts liegen in der relativ unbegrenzten Verfügbarkeit und, durch den Wegfall einer Knochenentnahmeoperation bedingt, in einer herabgesetzten postoperativen Morbidität. Der zurückhaltende Einsatz von allogenem Material ist den möglichen Unverträglichkeitsreaktionen (Abstoßung, Entwicklung von Isoantikörpern) geschuldet.

#### *C.2.2.1.4 Xenogene Knochentransplantate*

Sie werden vornehmlich von Rindern und Schweinen gewonnen. Durch spezielle Verfahren sind die organischen Bestandteile entfernt. Durch ihre Struktur dienen die Xenografts als Leitschiene für den ortständigen Knochen, sind also osteokonduktiv. Eine Sonderform stellen die biologisch alloplastischen Knochenersatzmaterialien dar, bei denen aus tierischen Knochen durch thermische Behandlung ein poröses Hydroxylapatit erzeugt wird. Zusätzlich zu den in Tabelle 4 aufgeführten Vor- und Nachteilen dieser Materialengruppe ist wiederum eine geringe postoperative Morbidität erwähnenswert. Die möglichen Abstoßungs- und Infektionsrisiken verhindern jedoch auch hier einen breiten Einsatz.

#### *C.2.2.1.5 Alloplastische Knochenersatzmaterialien*

Auf der Suche nach dem idealen synthetischen Knochenersatzmaterial wurden die verschiedensten Materialien untersucht. Bedeutung haben dabei Hydroxylapatit-Keramik, Trikalziumphosphat-Keramik und Biogläser erlangt (Neukam & Buser 1996). Das bevorzugte Einsatzgebiet dieser Materialien sind kleinere umschriebene Defekte. Bei großvolumigen Knochendefekten ist der Einsatz der alloplastischen Materialien nicht indiziert. Die Trikalziumphosphat-Keramiken werden nach der Implantation vom Körper abgebaut. Diese Resorption läuft aber variabel ab und ist somit nicht vorhersagbar. Ebenso unvollständig ist die nachfolgende Substitution durch Knochengewebe. Hydroxylapatitkeramiken werden nach der Implantation nicht resorbiert, sondern verbleiben reaktionslos am Implantationsort und dienen dort als Leitschienen für die knöcherne Regeneration des ortständigen Knochens. Die knöchernen Durchbauung wird aber materialabhängig sehr unterschiedlich angegeben. Biogläser korrodieren nach der Implantation. An der Oberfläche lagert sich zudem Hydroxylapatit ab. Dadurch dienen die Biogläser auch als Leitschiene für den ortständigen Knochen. Eine Modifikation im Einsatz der alloplastischen Materialien stellt die Kombination mit autogenem Knochen (z.B. Gemisch 50 : 50) oder mit osteoinduktiven Proteinen dar. Trotz der in Tabelle 4 zusammengefassten Vorteile bietet sich eine vielfältige Anwendung der Alloplaste aus verschiedenen Gründen nicht an. Die synthetischen Materialien eignen sich grundsätzlich nur zum Einsatz bei kleinen Knochendefekten und bis heute ist der zeitliche Ablauf und das Ausmaß der knöchernen Durchbauung ungeklärt.

### C.2.2.2 Parodontale Regeneration

#### *C.2.2.2.1 Erfolgskriterien*

Das Ziel bei der Behandlung von parodontalen Knochentaschen besteht heute nicht nur darin, den destruktiven Prozess aufzuhalten, sondern auch verlorengegangenes

parodontales Gewebe wiederherzustellen. Zu diesem Zweck werden verschiedene Materialien in den Defekt implantiert, mit dem Ziel, einen längerfristigen Zugewinn an Re- oder New Attachment zu erreichen. Klinische Berichte liegen über die Anwendung von autologen, xenogenen und synthetischen Implantatmaterialien vor. Als Behandlungserfolge werden nach der Defektauffüllung mit den verschiedenen Materialien einmal die Reduzierung der Sondierungstiefe (Gewinn an klinischem Attachment), die röntgenologische Auffüllung der Knochendefekte sowie eine Verringerung der Zahnbeweglichkeit aufgeführt. Diese Parameter müssen jedoch kritisch betrachtet werden (DGZMK 1999).

Die Verringerung der Sondierungstiefe kann durch das Aufsitzen der Sondenspitze auf dem Implantatmaterial einen knöchernen Zugewinn nur vortäuschen. Die Verringerung der Zahnbeweglichkeit kann auch durch die Fixation der Zahnwurzel in der Knochentasche durch das Implantationsmaterial erfolgen. Die röntgenologische Betrachtung der Defektauffüllung ist nicht immer möglich, da sich einige alloplastische Implantatmaterialien (z.B. Hydroxylapatit) ähnlich wie Knochen darstellen. Eine eindeutige Beurteilung über die Art der Wundheilung nach Augmentation zur parodontalen Regeneration ist nur durch histologische Präparate möglich. Dabei zeigt sich jedoch, dass fast immer nur eine narbige Defektheilung (Reparation) und keine Wiederherstellung des Zahnhalteapparats (Regeneration) eingetreten ist. Da die histologische Beurteilung der Knochenregeneration aufwändig ist und für den Patienten eine zusätzliche Belastung darstellt, wird in der Regel darauf verzichtet. Vereinzelt sind jedoch Studien vorhanden, die diesen Gesichtspunkt berücksichtigen und ihre Aussagefähigkeit dadurch steigern.

#### *C.2.2.2.2 Augmentationsverfahren*

Nach abgeschlossener Initialtherapie erfolgt intraoperativ eine Darstellung des destruktiven Prozesses, eine sorgfältige Reinigung der Knochentasche und anschließend das Implantieren des gewünschten Materials (autogen, allogen, xenogen, alloplastisch). Dieses Vorgehen kann mit der gesteuerten Geweberegeneration (GTR; vgl. Abschnitt C.2.3.1.1) kombiniert werden. Die generelle Bevorzugung eines bestimmten Augmentationsmaterials ist aus der Literatur nicht eindeutig erkennbar. Aufgrund des hohen regenerativen Potentials kann der autogene Knochen noch immer als Goldstandard angesehen werden. Allogene, xenogene und alloplastische Augmentationsmaterialien werden (scheinbar je nach Neigung des Behandlers) ebenfalls oft angewendet. Der Einsatz xenogener Materialien wird sich jedoch durch die Infektionsproblematik (Stichwort: BSE-Krise) und die sinkende Patientenakzeptanz eher rückläufig entwickeln. In der nachfolgenden Tabelle 5 sind die parodontalen Defekte den Augmentationsmöglichkeiten gegenübergestellt. Gleichzeitig wurde versucht, eine Gewichtung hinsichtlich der Eignung der Materialien vorzunehmen (xx = gut geeignet, x = geeignet, x? = fraglich geeignet).

Tabelle 5: Parodontale Defektmorphologie und Augmentationsmöglichkeiten (vgl. Plagmann 1998 und Studien unter Kapitel C.5)

	Augmentationsmaterial			
	autogen	Allogen	xenogen	Alloplastisch
<b>Parodontale Knochendefekte:</b>				
Komplexe Knochentaschen	xx	xx	x	x?
Einwandig	xx	xx	x	x?
Zweiwandig	xx	xx	x	x?
Dreiwandig	xx	xx	x	x?
Furkationsbeteiligung	xx	xx	x	x?

### C.2.2.3 Präimplantologische Verfahren

#### C.2.2.3.1 Erfolgskriterien

Bei unzureichendem ortständigen Knochenangebot erfolgt vor der Insertion enossaler Implantate die Augmentation der atrophischen Kieferregion. Der Erfolg der augmentativen Verfahren wird noch nicht an definierten Kriterien gemessen. Albrektsson et al. legten 1986 die Kriterien für den Implantaterfolg fest. Dazu gehören: das Implantat ist in situ, das Implantat ist klinisch fest, keine röntgenologische periimplantäre Radioluzenz, vertikaler Knochenabbau kleiner als 0,2 mm pro Jahr und keine Schmerzen, Infektionen, Parästhesien. Da die zu betrachtenden Knochenaugmentationen ausschließlich dem Zweck dienen Implantate stabil zu verankern, liegt es nahe diese Erfolgskriterien auch auf die augmentativen Verfahren auszudehnen. Es gibt verschiedene Methoden, um die Behandlungserfolge zu dokumentieren. Zu den am häufigsten verwendeten Parametern zählen:

- eine ungestörte, primäre Wundheilung (ist wünschenswert, sagt aber noch nichts über den endgültigen Erfolg aus),
- die Entzündungsfreiheit der periimplantären Weichgewebe (wichtiger klinischer Parameter zur Beurteilung der Osseointegration der enossalen Implantate),
- die stabile Verankerung der enossalen Implantate im Knochen, vor allem in der Nutzungsperiode über längere Zeiträume betrachtet (wichtiger klinischer Parameter, kann manuell und mit Messapparaturen bestimmt werden)

und

- die radiologische Beurteilung der Osseointegration der enossalen Implantate (keine Radioluzenz periimplantär) und der Resorption des augmentierten Knochens.

Aus den verwendeten Parametern wird ersichtlich, dass eine Bewertung der Augmentation über die Beurteilung der Implantatinsertion erfolgt. Auch wenn noch keine standardisierten Erfolgskriterien existieren, erscheint die klinische und radiologische

Untersuchung ausreichend, um den Behandlungserfolg nachzuweisen. Eine eindeutige Aussage über die gewonnene Knochenqualität ist durch histologische Präparate möglich. Dabei zeigt sich meist ein vitaler und normal strukturierter Knochen.

#### *C.2.2.3.2 Alveolarkammaugmentation*

Sie erfolgt mit autogenem Knochen. Die häufigste Spenderregion stellt dabei der Beckenkamm dar, weil hier ein großes und hochwertiges Knochenangebot vorliegt, das variabel gestaltet werden kann. Der gewonnene Knochen wird entsprechend den Bedürfnissen geformt und in der Region des atrophischen Alveolarkamms adaptiert. Wesentliche Voraussetzungen für den Einheilungsvorgang sind mechanische Ruhe, ein enger Kontakt zwischen Lager- und Transplantatknochen und anliegende Weichgewebe (Neukam & Buser 1996). Die Stabilität wird durch Osteosynthesen und / oder enossale Implantate erreicht. Der gewonnene Knochen kann mikrovaskulär anastomosiert (wenige Indikationen, siehe Transplantatmaterialien) oder frei in das Empfängerbett transplantiert werden. Das freie Knochenransplantat kann dort aufgelagert (Auflagerungsosteoplastik) oder eingelagert (Sandwichosteoplastik) werden.

#### *C.2.2.3.3 Sinuslift*

Durch den vorzeitigen Zahnverlust kommt es zum Abbau des Alveolarfortsatzes. Im Oberkiefer führt zudem eine fortschreitende Pneumatisierung der Kieferhöhlen zu einer Absenkung des Kieferhöhlenbodens. Das fehlende Knochenangebot kann nicht mehr durch eine Auflagerungsosteoplastik ersetzt werden. Als präimplantologische Maßnahme hat sich deshalb die Augmentation des Kieferhöhlenbodens (Sinuslift) etabliert (Neukam & Buser 1996). Bei der Methode wird nach der intraoralen Schnittführung die faziale Kieferhöhlenwand dargestellt und eröffnet. Zwischen der Kieferhöhlenschleimhaut und dem Kieferhöhlenboden wird das Augmentationsmaterial eingelagert. Auch beim Sinuslift ist ein ein- und zweiphasiges Vorgehen möglich. Die Technik hat schon weitere Modifikationen erfahren. Dazu gehört der minimale Sinuslift, bei dem nicht der gesamte Kieferhöhlenboden augmentiert wird, sondern nur begrenzte Bereiche (Antrum), die für die Insertion enossaler Implantate benötigt werden. Als Augmentationsmaterial werden autogenes und allogenisches Knochengewebe sowie alloplastische Materialien verwendet.

#### *C.2.2.3.4 Augmentation lokaler Knochendefekte*

Im Gegensatz zu der generalisierten Alveolarkammatrophie sind diese knöchernen Defekte räumlich begrenzt und von ortständigem Knochen umgeben. Zu ihnen werden Fenestrations-, Dehiszenzen und Resorptionen nach Einzelzahnverlust gezählt.

Ist eine Augmentation in dem umschriebenen Bereich nötig, erfolgt eine Auffüllung mit dem ausgewählten Material und darüber eine sichere Schleimhautadaptation. Die Kombination mit einer membrangeschützten Regeneration ist möglich (GBR; vgl. Abschnitt C.2.3.2.1). Dabei wird eine Membran über dem Augmentationsmaterial adaptiert und danach die Schleimhaut über den gedeckten Defekt rückverlagert.

#### *C.2.2.3.5 Sofortige Versorgung der Extraktionswunde*

Bei diesen Verfahren wird direkt nach der Extraktion eines Zahnes die leere Alveole für die Aufnahme eines Implantats vorbereitet. Auch hier werden mehrere Vorgehensweisen beschrieben, die individuell aufeinander abgestimmt werden müssen. Möglich sind

- das sofortige Einbringen eines enossalen Implantats,
  - das sofortige Einbringen eines enossalen Implantats plus GBR,
  - das sofortige Einbringen eines enossalen Implantats plus Augmentation,
  - das sofortige Einbringen eines enossalen Implantats plus GBR plus Augmentation
- und
- die Augmentation der leeren Alveole plus sekundäres enossales Implantat.

Die Wahl des Augmentationsmaterials ist vom Behandler und der klinischen Situation abhängig.

#### *C.2.2.3.6 Einphasiges und zweiphasiges Vorgehen*

Bei allen Augmentationsverfahren (Alveolarkammaugmentation, Sinuslift, Augmentation lokaler Knochendefekte, Versorgung frischer Extraktionswunden) stellt sich immer die Frage, ob ein einphasiges (Transplantation und Integration der enossalen Implantate) oder ein zweiphasiges Vorgehen (primär nur Knochenaugmentation, nach der Heilungsphase sekundäre Implantatinsertion) indiziert ist. Diese Frage wird vom Behandler, abhängig von den morphologischen Gegebenheiten, individuell entschieden (Neukam & Buser 1996). Beim einphasigen Vorgehen werden die enossalen Implantate als Osteosynthesematerial durch das Transplantat in dem ortständigen Knochen fixiert. Voraussetzung dafür ist ein Transplantatlager, in dem die Implantate primär stabil verankert werden können. Danach ist eine 3 - 5monatige Einheilungsphase für das Transplantat und für die Osseointegration der Implantate ausreichend. Ist der Restknochen jedoch nicht ausreichend dimensioniert, um den Implantaten die nötige Stabilität zu geben, ist ein zweiphasiges Vorgehen indiziert. Dabei

wird durch die Knochenaugmentation ein ausreichend großes knöchernes Lager für die spätere Aufnahme von Implantaten geschaffen.

### C.2.2.3.7 Zusammenfassung

Die Tabelle 6 fasst die präimplantologische Defektmorphologie und diesbezügliche Augmentationsmöglichkeiten zusammen. Auf der Grundlage von Literaturangaben wurde eine Gewichtung der Augmentationsmaterialien vorgenommen (xx = gut geeignet, x = geeignet, x? = fraglich geeignet, o = nicht angewendet). Die weiterführende Zuordnung einzelner Augmentationsmaterialien zu bestimmten Defekten ist jedoch nicht im Detail nachzuvollziehen. Tendenziell findet autogenes Knochenmaterial eher bei großflächigen Augmentationen (z. B. extrem atrophischer Kiefer) Anwendung. Bei kleineren und umschriebenen Knochendefekten setzt man die gesamte Palette der Augmentationsmaterialien ein.

Tabelle 6: Präimplantologische Defektmorphologie und Augmentationsmöglichkeiten

	Augmentationsmaterial				
	autogen, frei	autogen, mi- krovaskulär anastomosiert	allogen	xenogen	alloplastisch
<b>Alveolarfortsatz- atrophie:</b>					
Unterkiefer	xx	x	x?	x?	x?
Oberkiefer	xx	x	x?	x?	x?
Kaudalverlagerung des Sinus Maxillaris	xx	o	xx	x	x
Resorption nach Einzelzahnverlust	xx	o	x	x	x
Augmentation der Extraktionswunde	xx	o	xx	x	x

## C.2.3 Weitere Behandlungsmethoden

### C.2.3.1 Parodontologie

#### C.2.3.1.1 Regenerative Methoden / GTR

Die Regenerationsverfahren haben als höchstes Ziel die vollständige Wiederherstellung des zerstörten Gewebes (De Jacoby & Mengel 1997). Als Alternative zur Knochenaugmentation kann hier die GTR eingesetzt werden. Bei diesem Verfahren wird Gingivabindewebe und –epithel von der Wurzeloberfläche des Zahnes mittels einer Membran (resorbierbare und nichtresorbierbare) ferngehalten. Die Zellen des parodontalen Gewebes erhalten somit die Möglichkeit, sich an der Wurzeloberfläche zu etablieren und zahnhalteapparatähnliche Strukturen auszubilden. Die nichtresorbierbaren Membranen verbleiben 4 - 6 Wochen in situ. Als Indikationen für die GTR

gelten zwei- oder dreiwandige Knochentaschen, der Furkationsbefall Grad II sowie der Grad III und schüsselförmige Knochendestruktionen. Eine Restitutio ad integrum wird auch mit diesem Verfahren nicht erreicht. Die Behandlung ist teuer und zeitaufwendig (zweite Operation zur nichtresorbierbaren Membranentfernung). Mit einer vollständigen Auffüllung des Defekts kann nicht gerechnet werden. Die Technik der GTR wird auch mit Knochentransplantaten und –implantaten kombiniert angewendet.

#### *C.2.3.1.2 Reparative Methoden*

Hier wird versucht, durch die Entfernung des Granulationsgewebes und der Optimierung anatomischer Strukturen, eine reparative Heilung des verlorengegangenen Zahnhalteapparates zu erreichen (De Jacoby & Mengel 1997). Dazu werden die gingivale geschlossene Kürettage, die offene Kürettage (excisional new attachment procedure) und Lappenoperationen gezählt.

Als Indikation für die reparativen Methoden gilt die gesamte Bandbreite an parodontalen Defekten.

#### *C.2.3.1.3 Resektive Methoden*

Dabei wird durch die Entfernung von Gewebe eine klinisch erhaltbare Kontur um das erkrankte Areal herum geschaffen (De Jacoby & Mengel 1997). Dazu werden der apikale Verschiebelappen, Wurzelresektionen / Amputationen und die Gingivektomie gezählt.

Als Indikation für die resektiven Methoden gilt wiederum die gesamte Bandbreite an parodontalen Defekten.

### C.2.3.2 Implantologie

#### *C.2.3.2.1 GBR*

Diese Technik kann zur Regeneration lokaler Knochendefekte eingesetzt werden. Dabei wird über dem Defekt eine alloplastische Membran (resorbierbar oder nicht resorbierbar) am ortständigen Knochen adaptiert. Dadurch entsteht zwischen Knochen und Membran ein Hohlraum. Die Weichgewebe liegen über der Membran und werden an der Besiedlung des Hohlraums gehindert. Aus dem ortständigen Knochen können durch die Operationswunde Gefäße und knochenbildende Zellen in den Hohlraum gelangen und diesen mit Knochen ausbauen. Der Heilungsprozess ist jedoch zeitintensiv und von der Defektgröße abhängig. Beim einphasigen Vorgehen - wenn das Implantat primär stabil verankert werden kann - wird die Heilungsperiode

mit 4 - 6 Monaten angegeben. Beim zweiphasigen Vorgehen benötigt der lokale Kieferkammaufbau eine Heilungszeit von 7 - 9 Monaten.

#### *C.2.3.2.2 Vertikale Distraktionsosteogenese*

Durch die vertikale Distraktion von Alveolarfortsatzsegmenten ist es möglich, Teile des Alveolarfortsatzes kontinuierlich anzuheben (Hidding et al. 1999). Dabei wird das zu distrahierende Knochenareal osteotomiert und der Distraktor entsprechend den Kraftvektoren an den Knochensegmenten fixiert. Nach ungefähr einer Woche erfolgt die erste Aktivierung des Distraktors, bei der die beiden Knochensegmente voneinander entfernt werden. Die Reparaturmechanismen des Knochens sind somit gezwungen, dem zunehmenden Defekt zu folgen. Dadurch kann der Alveolarfortsatz auf die benötigte Stärke (z.B. 2 x 0,5 mm / Tag) angehoben werden. Nach dem Erreichen der gewünschten vertikalen Distraktion ist eine Retentionsphase von mindestens 8 Wochen erforderlich. Nach der Entfernung des Distraktors folgt eine erneute Wartezeit von ungefähr 4 Wochen, bis Implantate in den neu gewonnenen Knochen inseriert werden können. Als Vorteile dieser Methode werden angeführt: keine Knochenentnahme, geringe Resorption, geringe Morbidität, zusätzlicher Weichgewebegewinn. Als Nachteil sind sicherlich die engmaschigen postoperativen Kontrollen und je nach angestrebtem Knochenzuwachs die lange Therapiedauer zu sehen. Nach Neukam & Esser (2000) versprechen die bisherigen Ergebnisse tierexperimenteller und klinischer Untersuchungen zum vertikalen Aufbau des Kieferknochens, dass die Knochendistraktion zukünftig eine Alternative zu augmentativen Verfahren bei der Behandlung atrophierter Kiefer darstellen wird. Insbesondere gilt dies nach der Entwicklung weiterer geeigneter Distraktoren und Distraktionsimplantate. Die Ergebnisse unserer Fragebogenstudie belegt bereits die Etablierung des Verfahrens in der Praxis.

#### *C.2.3.2.3 BMP*

Die osteoinduktiven Proteine können aus demineralisierter Knochenmatrix isoliert werden. Auch eine gentechnische Herstellung ist inzwischen möglich. Diese Proteine zeigen eine steigernde Wirkung auf die knöcherne Regeneration. Klinische Langzeiterfahrungen liegen aber noch nicht vor. BMP können in Kombination mit autogenem, allogenen und alloplastischen Transplantatmaterialien angewendet werden. In ersatzstarken Knochenlagern wird auch eine isolierte Anwendung erwogen.

### **C.3 Fragen der Evaluation**

Die fünf zentralen Fragestellungen der folgenden Kapitel des HTAs lauten:

1. Wie sind die alternativen Behandlungsmethoden / Materialien hinsichtlich ihres Erfolgs und ihres geschätzten Aufwands zu bewerten? (C.6.1)
2. Welche Einflüsse gehen von der klinischen Evidenz und praktischen Erfahrung sowie der Höhe der abgerechneten Behandlungskosten auf die Behandlungshäufigkeit aus? (C.6.1.1.3 und C.6.1.2.3.)
3. Welche Mängel weisen die bisher angewendeten Studiendesigns und Erfolgsparmeter zur Bewertung der Augmentationsverfahren auf? (C.6.2)
4. Welche Besonderheiten existieren bei der gesundheitsökonomischen Analyse der Augmentationstherapien? Welche Rolle spielen die Präferenzen der Patienten bei der Evaluation der Augmentationsverfahren? (C.6.3)
5. Welcher Trend des objektiven und subjektiven Bedarfs an Augmentationsleistungen ist für die Zukunft zu erwarten? Welche Angebots- und Nachfragedynamik verursacht eine Veränderung des Finanzierungssystems? (C.6.4)

## **C.4 Methodik des Assessments**

### **C.4.1 Datenbank-Recherche**

#### **C.4.1.1 Überblick Datenbanken**

Die systematische Recherche fand im Zeitraum zwischen November 2000 und Januar 2001 in einer Auswahl von Datenbanken statt, die auf Grundlage der Empfehlungen der German Scientific Working Group im Toolkit zum Verfassen von HTA-Berichten getroffen wurde. Dabei stellte die Nutzung der Kapazitäten des DIMDI eine große Hilfe dar, weil sie eine simultane Suche in derzeit um die 100 Datenbanken erlauben. Die nachfolgende Aufstellung enthält sämtliche Datenbanken in denen eine Recherche stattfand.

Datenbanken des DIMDI: AIDSLINE AMED, BIOETHICSL, Biosis Prev (BA70, BA93), Biotechnoba, CAB HEALTH, CANCERLIT, Derwent Bio., Derwent Dru. (DD83, DH64), Elsevier, EMBASE ALERT, EMBASE, Euroethics, HealthSTAR, HECLINET, IPA, ISTP / ISSHP, ISTP / ISSHP+, Medline, RUSSM.-ARTIC, Scisearch, SOMED, ZEBET.

Datenbanken auf CD-ROM: Cochrane Database of Systematic Reviews (CDSR), Online Contents (OLC).

Datenbanken im Internet: CDSR, Database of Abstracts of Reviews of Effectiveness (DARE), Ehemalige Deutsche Zahnärzte-Bibliothek, Gemeinsamer Verbundkatalog (GVK), Health Service / Technology Assessment Research (HSTAT), HTA Database, NHS Economic Evaluation Database (NHS EED).

Die Suchstrategie untergliedert sich in den parodont- und den implantologischen Bereich. Je nach Konzeption der Suchoberfläche wurden jeweils Freitext / controlled terms (ct's) und einzelne Begriffe / logische Verknüpfungen eingegeben. Im Anhang findet sich die detaillierte Dokumentation der Recherche. Die Referenzlisten der auf diese Art und Weise erschlossenen Literatur wurde zusätzlich nach Hinweisen auf weitere relevante Literatur durchsucht.

#### **C.4.1.2 Rechercheergebnisse**

Die Recherche am 12.12.2000 im DIMDI in Köln erbrachte 2 862 Treffer. Nach der Überprüfung dieser Literaturangaben anhand ihres Titels und der Abstrakts auf ihre Bedeutung für das vorliegende HTA verblieben 186 Literaturquellen, die komplett begutachtet wurden.

Die Recherche in der Datenbank der CDSR im CD-Rom-Archiv am 22.11.2000 ergab eine Bruttotrefferzahl von 188 für die parodontologische Knochenregeneration und 63 Treffer für die präimplantologische Augmentation. Die Anzahl potenziell relevanter Treffer daraus betrug 105, wobei sich eine große Überschneidung mit den Treffern aus der DIMDI-Recherche zeigte. Die Internetseite der Cochrane Collaboration erlaubt es, zusätzlich in den aktuellen Katalog der Cochrane Collaboration Einsicht zu nehmen und zeigt damit Einträge, die noch nicht auf dem CD-Rom-Archiv zu finden sind. Die Recherche in dieser Datenbank am 22.11.2000 ergab jedoch nur die Vorkündigung einer eingeschlossenen HTA-Studie, die noch kurz vor Abschluss des vorliegenden HTA-Berichts publiziert wurde.

Die Recherche in der DARE erbrachte zum 7.11.2000 eine Zahl von 22 Treffern, aus denen drei Veröffentlichungen als potenziell relevant zu bezeichnen waren.

Aus der ebenfalls am 7.11.2000 durchgeführten Suche in den Datenbanken NHS EED, HTA Database, OLC, GVK, HSTAT und der ehemaligen Deutschen Zahnärztes-Bibliothek resultierte kein einziger relevanter Treffer.

Die Tabelle 7 gibt einen Überblick über die Verteilung der Bruttotrefferzahl und der potenziell relevanten Treffer.

Tabelle 7: Trefferverteilung

Datenbank	Bruttoanzahl Treffer	Potenziell relevante Treffer
Medline	} 2.862	154
HealthSTAR		18
Embase		11
Cancerlit		2
Scisearch		1
sonstige DIMDI-Datenbanken		0
CDSR	251	105+1 Protokoll
DARE	22	2+1 Protokoll

Alle potenziell relevanten Arbeiten wurden im Volltext begutachtet und zu fast 100 Prozent entweder völlig verworfen oder nur als zusätzliche Information verwendet. Jede dritte Veröffentlichung zur Wirksamkeit der Therapien wies ein mangelhaftes Studiendesign (Evidenzstufe III, IV) auf und bei jeder Zehnten handelte es sich lediglich um eine Beschreibung der Operationstechnik oder eines Augmentationsmaterials. Etwa 20 Prozent der Studien enthielten Kostenbetrachtungen zu alternativen zahnmedizinischen Behandlungen nicht aber zur Knochenaugmentation oder auch sonstige technischen Hinweise zur Durchführung von Kosten-Nutzenstudien. Die restlichen 40 Prozent teilen sich auf Arbeiten vor 1995 oder gänzlich irrelevante Themengebiete auf. Keine der so ermittelten Studien enthielt eine gesundheitsökonomische Analyse von Nutzen und Kosten der Behandlungsverfahren.

Zur Beurteilung der medizinischen Effektivität fiel die Auswahl auf elf Literaturquellen, die alle dem Evidenzlevel I oder II entsprechen. Davon beziehen sich jeweils neun

Veröffentlichungen auf den Bereich der Parodontologie und eine auf die Implantologie. Zusätzlich werden ausgewählte Ergebnisse des medizinischen HTA zum gleichnamigen Thema, dessen Erstellung parallel zum vorliegenden gesundheitsökonomischen HTA lief, einbezogen. Zwei Untersuchungen, die Aufwands- und Kostengrößen des Sinuslift in natürlichen Einheiten erfassen, werden zusätzlich ausgewertet. Die relevante Literatur ist im Folgenden mit Autor, Titel, Erscheinungsjahr und Quelle aufgeführt.

#### *C.4.1.2.1 Eingeschlossene Literatur in der Parodontologie*

##### *(a) Augmentation von Knochentaschen*

1. Needleman et al. Guided tissue regeneration for periodontal infra-bony defects. 2001. (CDSR, DARE)
2. Richardson et al. Clinical evaluation of Bio-Oss: a bovine-derived xenograft for the treatment of periodontal osseous defects in humans. 1999. (CDSR)
3. Sculean et al. Comparison of enamel matrix proteins and bioabsorbable membranes in the treatment of intrabony periodontal defects. A split-mouth study. 1999. (Medline, CDSR)
4. Flemmig et al. Long-term maintenance of alveolar bone gain after implantation of autolyzed, antigen-extracted, allogenic bone in periodontal intraosseous defects. 1998. (HealthSTAR)
5. Kim et al. Periodontal repair in intrabony defects treated with a calcium sulfate implant and calcium sulfate barrier. 1998. (Medline, CDSR)
6. Yukna et al. Multi-center clinical evaluation of combination anorganic bovine-derived hydroxyapatite matrix (ABM) / cell binding peptide (P-15) as a bone replacement graft material in human periodontal osseous defects. 6-month results. 1998. (Medline, CDSR)
7. Kim et al. Periodontal repair in intrabony defects treated with a calcium carbonate implant and guided tissue regeneration. 1996. (Medline, CDSR)

##### *(b) Augmentation von Furkationsdefekten der Klasse II*

8. De Leonardis et al. Clinical evaluation of the treatment of class II furcation involvements with bioabsorbable barriers alone or associated with demineralized freeze-dried bone allografts. 1999. (Medline, CDSR)

9. Luepke et al. A clinical evaluation of a bioresorbable barrier with and without decalcified freeze-dried bone allograft in the treatment of molar furcations. 1997. (Medline, CDSR)

#### C.4.1.2.2 Eingeschlossene Literatur in der Implantologie

##### (a) Sinuslift

1. Wannfors et al. A prospective randomized study of 1- and 2-stage sinus inlay bone grafts: 1 year follow-up. 2000. (Scisearch)
2. Kübler et al. Vergleichende Untersuchungen zur Sinusbodenelevation mit autogenem oder allogenen Knochengewebe. 1999. (Referenzliste)
3. Kübler et al. Autogener Beckenkamm versus AAA-Knochen bei der Sinuslift-Operation. 1998. (Referenzliste)

#### C.4.1.2.3 Eingeschlossene Literatur in der Parodontologie / Implantologie:

Gernreich, Gerhardus, Velasco-Garrido: Knochen- und Knochenersatzmaterialien zur parodontalen Regeneration bzw. zum Knochenaufbau für Implantate – Vergleich der medizinischen Wirksamkeit. 2003 (medizinisches Ko-HTA).

### C.4.2 Ergänzende Literatur

Neben aktuellen Veröffentlichungen, die im Forschungsbereich entstehen, ist es unumgänglich, auch die Übersichtswerke zu Dentalimplantation, Parodontologie, gesundheitsökonomischen Bewertungsverfahren und Gesetzestexte zu berücksichtigen.

Tabelle 8: Ergänzende Literatur

Bibliographische Angaben	Informationsgehalt
Heidemann 1997	Praxis der Zahnheilkunde 4-Parodontologie
Plagmann 1998	Lehrbuch Parodontologie
Lindhe et al. 1999	Übersichtswerk Parodontologie und Implantologie
Koek & Wagner 1996	Praxis der Zahnheilkunde 13-Implantologie
Breyer & Zweifel 1999	Gesundheitsökonomische Grundlagen
von der Schulenburg & Greiner 2000	Gesundheitsökonomische Grundlagen
Drummond et al 1997	Gesundheitsökonomische Bewertung
Petitti 2000	Gesundheitsökonomische Bewertung
IDZ 2000	Übersichtswerk zur evidenzbasierten Zahnmedizin
Gebührenordnung für Ärzte und Zahnärzte 1988	
Sozialgesetzbuch	

### C.4.3 Ein- und Ausschlusskriterien

#### C.4.3.1 Formale Abgrenzung

Die zu untersuchenden Therapien entwickeln sich ständig weiter und sind über längere Zeiträume hinweg nicht mehr direkt miteinander vergleichbar. Ebenso drängen ständig neue Materialien zur Knochenaugmentation auf den Markt. Im Wesentlichen sollten daher nur Publikationen berücksichtigt werden, die nicht älter als zehn Jahre sind. Da sich allerdings im Zeitintervall 1990-1995 keine gesundheitsökonomische Evaluationsstudie zum HTA-Thema befand, schien eine Einschränkung auf das Erscheinungsjahr 1995 als maximale Untergrenze angebracht. Für sonstige Literaturstellen stand bei entsprechend hohem Informationsgehalt einer Einbeziehung nichts entgegen. Gerade Veröffentlichungen zur Epidemiologie dürfen durchaus älter als zehn Jahre sein, da sich Entwicklungstrends erst in größeren zeitlichen Abständen zeigen.

Es wurden grundsätzlich nur Veröffentlichungen in englischer, deutscher, französischer oder russischer Sprache auf ihre Relevanz geprüft.

#### C.4.3.2 Inhaltliche Abgrenzung

Es sollten vorrangig Publikationen einbezogen werden, die Informationen über Kosten, Effektivität, Nutzwert oder Nutzen der untersuchten Therapieformen enthalten. Die Durchsicht der wissenschaftlichen Arbeiten erbrachte in dieser Hinsicht jedoch keine gesundheitsökonomischen Studien zu den Augmentationstherapien. Nur zwei medizinische, nicht-randomisierte Vergleichsstudien (Kübler et al. 1998, 1999) erfassen einige natürliche Kosten- und Erfolgsgrößen des Sinuslift.

Die Technologiebewertung konzentriert sich daher im ersten Teil auf eine Auswahl methodisch hochwertiger Effektivitätsstudien (Evidenzgraden I und II der Tabelle 9), die Angaben zur relativen Wirksamkeit der alternativen Verfahren enthalten.

*Tabelle 9: Hierarchie des Evidenzgrades (Richards 2000, Perleth 2000)*

Evidenzgrad	Studiendesign
I	systematisches Review (Metaanalyse, HTA), wenn möglich auf der Grundlage randomisierter, kontrollierter Studien
II	randomisierte, kontrollierte Studie
III	kontrollierte Studie ohne Randomisierung
IV	Nicht-kontrollierte deskriptive Studie, Expertenmeinung auf Basis klinischer Erfahrung, Bericht eines Konsenskomitees

Die Befragung von gesetzlichen Krankenkassen zu den Kosten und den Häufigkeiten einzelner Augmentationsleistungen schied grundsätzlich aus, da die GKV nur in Ausnahmefällen entsprechende Leistungen übernimmt (vgl. Abschnitt C.2.1.4.4).

Diese schweren Indikationen sind jedoch nicht unmittelbarer Untersuchungsgegenstand des HTA. Es blieb daher die Informationsgewinnung über eine private Krankenversicherung, die Augmentationsleistungen finanziert und damit auch die Abrechnungshäufigkeit bestimmter GOÄ / GOZ-Nummern im ambulanten oder ICPM-Codes (vgl. Tabelle 33 und Tabelle 48 im Anhang) im stationären Bereich registrieren muss. Leider ergab aber eine Anfrage bei der Deutschen Krankenversicherung AG (DKV) keine Kooperationsbereitschaft.

Die Auswertung von Statistiken über Krankenhausbehandlungen, wie der seit 1992 regelmäßig erhobenen Bundesdiagnosestatistik, in der die Häufigkeit von ICD-Kennzahlen in der Diagnose bei allen Patienten erfasst werden, erbrachte ebenso keine nutzbare Aussage, da die Skalierung der Codes für unsere Zwecke zu unspezifisch ist.

Eine letzte, im Rahmen des HTAs praktikable Möglichkeit der Technologiebewertung bestand in der direkten Befragung von Ärzten zur Anwendung und ihren Präferenzen bezüglich alternativer Augmentationsverfahren in der Parodontologie und Implantologie. Für bestimmte Fallkonstellationen ließen sich hieraus direkte Behandlungskosten ermitteln und der Anwendungshäufigkeit bzw. den geäußerten Präferenzen gegenüberstellen (vgl. Kapitel C.6.1).

#### **C.4.4 Kontakt zu Experten**

##### **C.4.4.1 Bundesverband der AOK / Bonn**

Unser Gespräch mit einem Vertreter des AOK-Bundesverbandes bestätigte die Vermutung, dass sämtliche Augmentationsleistungen in der Parodontologie und Implantologie in Fällen, die keine Ausnahmeregelungen berühren, ausschließlich privat liquidiert werden. Nach Angaben unserer Gesprächspartner handelt es sich für den AOK-BV hierbei um schätzungsweise 1.000 Fälle pro Jahr.

Die Suche nach einer mit Augmentationsleistungen korrelierten Abrechnungsposition hielt unser Ansprechpartner für nicht erfolgversprechend, da es keine entsprechenden Abrechnungspositionen gibt. In den begründeten Ausnahmefällen erfolgt die Vergütung der Leistungen über eine Einzelrechnung.

##### **C.4.4.2 DKV AG, Abteilung Leistungsfragen**

Eine Anfrage bei der DKV die Abrechnungshäufigkeit von Augmentationsbehandlungen betreffend war wenig hilfreich, weil das System der Abrechnungsdokumentation ein Nachvollziehen der Therapiekosten nicht erlaubt. Unter bestimmten Bedingungen muss eine entsprechende Datenfreigabe jedoch prinzipiell möglich sein (vgl. Daten-

basis von Wirtz 1999).

#### C.4.4.3 Sonstige Kontakte

Im Rahmen der Feldstudie wurden 20 Kliniken mit eigenständiger Abteilung für Parodontologie und acht niedergelassene Parodontologen in Deutschland zu ihren Erfahrungen mit verschiedenen Behandlungsverfahren für parodontale Defekte befragt. Die auf präimplantologische Regenerationsverfahren konzentrierten Fragebögen wurden an 20 kieferchirurgische Kliniken und an 15 niedergelassene Implantologen in Deutschland versendet. Die Umfrage ergab interessante Schlussfolgerungen zur Verbreitung, Wertschätzung und Kosten der verschiedenen Augmentationsverfahren.

Weitere Anfragen bezüglich der Kosten und Häufigkeit der Durchführung von Augmentationsbehandlungen bei der Bundeszahnärztekammer (BZÄK) und dem IDZ erbrachte keine verwertbaren Informationen.

#### C.4.5 Sonstige Informationen aus dem Internet

Mit Hilfe geeigneter WWW-Suchmaschinen und einfachen Suchbegriffen wie z. B. [Implantologie] und [Parodontologie] lassen sich einschlägige deutsche Internetseiten ausfindig machen. Neben den regionalen und überregionalen Landesvertretungen der Zahnärzteschaft gibt es in Deutschland eine Zahl von Fachverbänden der Kieferchirurgen und eine Gesellschaft für Parodontologie. Zusätzlich ergibt eine solche Suche einige Internetportale zur Zahnmedizin.

Der Informationsgehalt dieser Seiten für die HTA-Studie ist allerdings eingeschränkt. Allein die DGZMK gab in der Vergangenheit Stellungnahmen zu Knochen- und Knochenersatzmaterialien zur parodontalen Regeneration (Juni / 1998) und GTR (November / 1999) ab. Andere Seiten enthalten neben sonstigen Statistiken und Informationen zur Zahnmedizin auch oftmals Adressen von Praxen und Kliniken.

Soweit diese Informationen für die Ausarbeitung des HTA-Berichts Verwendung fanden, wird stets darauf hingewiesen.

#### C.4.6 Basis ökonomischer Evaluation

Entscheidungen zur Finanzierung von medizinischen Technologien über eine Krankenversicherung gründen im Idealfall auf einer umfassenden Bewertung und Abwägung ihrer Ressourcenverbräuche und Wirkung auf den Patienten und die Gesellschaft. Ziel ist es dabei, ein begrenztes Budget optimal auf alternative Verwendungsmöglichkeiten aufzuteilen. Unterschiedlichste Anforderungen an eine ökonomi-

sche Analyse ließen mehrere Bewertungsverfahren entstehen, deren Anwendbarkeit im Bereich der Augmentationsleistungen in der Tabelle 10 dargestellt ist. Die Wahl des jeweiligen Analyseverfahrens hängt von Randbedingungen ab, wie der Messbarkeit und der Unsicherheit von Kosten- und Ergebnisgrößen. Dabei ist in manchen Fällen auch eine parallele Anwendung verschiedener Bewertungsverfahren zu empfehlen.

Der ausschließliche Vergleich der medizinischen Effektivität alternativer Therapien kann bereits eine ökonomische Problemstellung begründen, wenn die Gewichtung von Erfolgskategorien bei mehrdimensionalem Behandlungsergebnis in einem Index einen Zielkonflikt auslöst. Hier wäre beispielsweise eine Nutzenbewertung der Erfolgsdimensionen gefragt. Der Effektivitätsvergleich ist zur Entscheidungsfindung ausreichend, wenn die zu vergleichenden Therapien gleich teuer sind oder offenbar ist, dass die teurere Therapie auch zugleich die weniger oder höchstens gleich wirksame Alternative ist. Die Kostenminimierung ist die einfachste, aber auch eingeschränkteste ökonomische Analysevariante. Weil man bei ihr grundsätzlich von gleich wirksamen Technologien ausgeht, genügt allein ein Vergleich der aggregierten Kosten wie sie bei der Behandlung anfallen.

Will man medizinische Therapien von unterschiedlicher Effektivität und Aufwand gegenüberstellen, deren Ergebnisse durch Unsicherheiten im Verlauf der Zeit geprägt sein können, muss im eindimensionalen Ergebnisfall auf die Kosten-Effektivitäts- und im mehrdimensionalen Fall auf die Kosten-Nutzwert-Analyse zurückgegriffen werden. Die Konzeption des zweiten Verfahrens beruht dabei auf einer expliziten Einbeziehung der gesellschaftlichen oder individuellen Wertschätzung des Behandlungserfolges. Betrachtet man wie in der Effizienzanalyse sämtliche Kosten und Nutzen in monetären Größen, ist ein Urteil über die absolute Vorteilhaftigkeit einer medizinischen Maßnahme möglich (Sandler & Braun 1996, Antczak-Boukoms & Weinstein 1987).

In der nachfolgenden Evaluation der Augmentationstherapie wird eine Kosten-Effektivitäts-Analyse angewendet. Aufgrund des mehrdimensionalen Behandlungserfolgs und der Bedeutung der Patientenpräferenzen wäre eigentlich eine Kosten-Nutzwert- oder Kosten-Nutzen-Untersuchung angezeigt. Momentan fehlen dafür jedoch die notwendigen Informationen.

Tabelle 10 : Überblick der Evaluationsverfahren von zahnmedizinischen Technologien (Schulenburg & Greiner (2000), Petitti (2000), Breyer & Zweifel (1999), Jönsson & Karlsson (1990))

Evaluationsverfahren	Anwendbarkeit	Probleme
Effektivitätsvergleich i) E. unter Idealbedingungen (efficacy) ii) E. im Alltag (effectiveness)	>>Relativer Vergleich einer Wirksamkeitsdimension.  z.B. gewonnene mm Attachment durch Lappenoperation gegenüber Augmentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Therapien weisen mehrdimensionale Ergebnisse auf.</li> <li>· Bewertung der nicht direkt messbaren veränderlichen Lebensqualität.</li> <li>· Nicht identische Kosten der zu vergleichenden Verfahren.</li> </ul>
Kostenvergleich oder –minimierung (Cost-Minimization Analysis)	>>Relativer Vergleich der Therapiekosten.  z.B. Kosten der Augmentation mit Beckenkammknochen gegenüber Alloplast	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Therapien weisen unterschiedliche Wirksamkeit und Nebenwirkungen auf.</li> <li>• Festlegung einer Betrachtungsperspektive bei der Bestimmung der Kosten (Kostenträger, Krankenhaus, Individuum).</li> <li>• Unsicherheit des Behandlungsergebnisses.</li> </ul>
Kosten-Effektivitäts-Analyse (Cost-Effectiveness Analysis)	>> Relativer Vergleich der (inkrementellen) Kosten-Wirksamkeitsrelation.  z.B. $\Delta \text{€} / \text{gewonnenes Lebensjahr eines Zahnes}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Therapien weisen mehrdimensionale Ergebnisse auf.</li> <li>• Keine Bewertung der nicht direkt messbaren veränderlichen Lebensqualität.</li> </ul>
Kosten-Nutzwert-Analyse (Cost-Utility Analysis)	>> Relativer Vergleich der (inkrementellen) Kosten-Nutzwertrelation auf Basis individueller Präferenzen.  z.B. $\Delta \text{€} / \Delta \text{QALY}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschiedene theoretische und empirische Probleme bei der Bewertung der Lebensqualitätsprofile (Dolan 2000).</li> <li>• Abweichung menschlichen Verhaltens von den Prämissen der Erwartungsnutzentheorie.</li> </ul>
Kosten-Nutzen-Analyse bzw. Effizienzanalyse (Cost-Benefit Analysis)	>>Gegenüberstellung der absoluten Kosten und Nutzen in monetärer Einheit.  z.B. $B-C > 0, B / C > 1$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzeptionelle und ethische Schwierigkeiten bei der umfassenden monetären Bewertung der Behandlungseffekte.</li> </ul>

#### C.4.7 Vorgehen bei der Evaluation

Die Abschnitte unter Ergebnisse der Literatur zur klinischen Effektivität der Augmentationstherapien fassen die Informationen aus der eingeschlossenen Literatur systematisch zusammen. Im Anschluss daran werden unter Ergebnisse der Feldstudie die Ergebnisse der Befragung von praktizierenden Parodontologen und Kieferchirurgen zu ihren Erfahrungen mit den Augmentationstherapien präsentiert. Dies beinhaltet eine Auswertung der Behandlungshäufigkeit, der Rangfolge der Therapien auf Basis der geäußerten Präferenzen der Ärzte und eine Aufstellung der abrechenbaren Behandlungskosten. Das Hauptkapitel Diskussion beantwortet die unter Fragen der Evaluation formulierten Fragen.

## C.5 Ergebnisse

### C.5.1 Ergebnisse der Literatur zur klinischen Effektivität der Augmentations-therapien

Die Begutachtung der Publikationen, die als Informationsbasis für den späteren Effektivitätsvergleich dienen, wurde nach folgendem Schema durchgeführt:

1. Autor, Titel,
2. Evidenzlevel,
3. Evaluationsziel,
4. Datenmaterial,
5. Zusammenfassung,
6. Beurteilung.

Die Ergebnisse sind nach dem Erscheinungsjahr der Studien geordnet.

#### C.5.1.1 Parodontale Regeneration

##### *C.5.1.1.1 Knochentaschen*

**Needleman et al. (2001). Guided tissue regeneration for periodontal infra-bony defects.**

*Evidenzlevel:* Systematisches Review (HTA).

*Evaluationsziel:* Das Bestimmen der Effektivität der GTR (resorbierbar und nicht resorbierbar) mit und ohne Augmentationsmaterial bei der Behandlung von parodontalen Knochentaschen gemessen an der konventionellen offenen Lappenoperationen.

*Datenmaterial:* Für das Review wurden bis zum Zeitpunkt Oktober 2000 Studien aus folgenden Quellen gesammelt: Datenbankrecherche in Medline und Cochrane, Handsuche, Kontakt zu Experten. Anforderungen an die Studien: randomisierte, kontrollierte Studien der letzten zwölf Monate, die zwischen der GTR-Verfahren und der Lappenoperation unterschieden. Furkationsdefekte und Therapien bei den früh beginnenden Parodontitiden wurden ausgeschlossen. Nach der Qualitätskontrolle konnten jedoch nur elf Studien berücksichtigt werden, bei denen ebenfalls eine mangelhafte Qualität angemerkt wurde. Beurteilt wurden die Sondierungstiefen und das

klinische Attachmentniveau.

*Zusammenfassung:* Die GTR (auch in Kombination mit Augmentationsmaterialien) zeigte durchweg eine höhere Effektivität als die Lappenoperationen. Die Ausprägung der postoperativen gingivalen Rezessionen unterschied sich nicht voneinander. Die Autoren ziehen keine generellen Schlussfolgerungen, da die Heterogenität der Studien dieses nicht zuließ. Auch die Begleitfaktoren, die über Erfolg und Misserfolg der Behandlung entscheiden könnten, sind in den Literaturquellen nicht klar angeführt.

*Beurteilung:* Die Studie erfüllt die Anforderungen an ein systematisches Review. Das wenig zufriedenstellende Ergebnis einer nicht abschließenden Beurteilung der GTR-Technik liegt in der Qualität der Basisdaten begründet. Die Ausgangsdaten sind sehr heterogen. So variieren das Patientenalter, die Geschlechterverteilung, das Verhältnis Raucher zu Nichtraucher und die Defektanzahl pro Proband stark. Bemerkenswert ist, dass die Autoren diese Schwächen klar aufzeigen und Hinweise für eine verbesserte Studiendurchführung geben.

**Richardson et al. (1999). Clinical evaluation of Bio-Oss: a bovine-derived xenograft for the treatment of periodontal osseous defects in humans.**

*Evidenzlevel:* Randomisierte, kontrollierte Studie.

*Evaluationsziel:* Der Vergleich eines Xenografts bovinen Ursprungs (Bio-Oss) gegen ein Allograft (DFDBA) bei der Behandlung parodontaler Knochentaschen.

*Datenmaterial:* Nach der Auswahl von 17 Patienten mit marginaler Parodontitis, frei von Allgemeinerkrankungen und Defekten >3 mm (intraoperativ betrachtet), erfolgte die Behandlung von insgesamt 30 Defekten in einem randomisierten Studiendesign. Gemessen wurden die Sondierungstiefen und das Attachmentniveau am Operationstag und 6 Monate später bei einer re-entry Operation.

*Zusammenfassung:* Vier von 30 Defekten sprachen auf die Behandlung nicht an. Beide Materialien zeigten eine signifikante Reduktion der Sondierungstiefe und einen Zugewinn an klinischen Attachment. Die Defektauffüllung lag zwischen 55 und 60 Prozent. Ein Unterschied zwischen den Materialien konnte nicht nachgewiesen werden.

*Beurteilung:* Kritisch anzumerken ist, dass sowohl Patientenzahl als auch Beobachtungszeitraum in dieser Studie ungenügend sind. Nach sechs Monaten können noch keine Schlussfolgerungen gezogen werden. Die Defekte wurden nur mit der kleinsten Ausdehnung (>3 mm) beschrieben, ohne eine maximale Ausdehnung zu nennen. Die Auswahlkriterien der Patienten sind ansonsten gut definiert und auch die begleitende parodontale Therapie lief konform ab.

**Sculean et al. (1999). Comparison of enamel matrix proteins and bioabsorbable membranes in the treatment of intrabony periodontal defects. A split-mouth study.**

*Evidenzlevel:* Randomisierte, kontrollierte Studie.

*Evaluationsziel:* Der Vergleich bei der Behandlung parodontaler Knochentaschen mit Enamel-Matrixprotein gegen die GTR (resorbierbare Membran ‚Resolut‘).

*Datenmaterial:* Es wurden 16 Patienten mit insgesamt 32 Defekten untersucht. Die Defekte waren in Form und Größe vergleichbar und zeigten eine Sondierungstiefe von 6 mm. Die Patienten hatten keine Allgemeinerkrankungen, keine Antibiotikatherapie in den letzten sechs Monaten, keine Parodontalbehandlung in den zurückliegenden zwei Jahren (ausgenommen Initialtherapie drei Monate vor Operation) sowie eine gute Mundhygiene. Die Defekte wurden randomisiert und im Abstand von 1 - 2 Wochen entweder mit Enamel Matrixprotein oder mit GTR behandelt. Die Datenerfassung erfolgte eine Woche vor und acht Monate nach der Operation (Sondierungsblutung, Sondierungstiefe, Attachmentniveau).

*Zusammenfassung:* Es konnte eine signifikante Reduktion der Sondierungstiefe und ein Zugewinn an klinischem Attachment gezeigt werden. Zwischen beiden Materialien gab es keine Unterschiede. Allergische Reaktionen traten nicht auf.

*Beurteilung:* Die Patientenzahl und die Länge des Beobachtungszeitraum sind für eine fundierte Untersuchung unzureichend. Keine Erwähnung findet die Altersstruktur der Patienten, ohne die jedoch eine Einschätzung des Studienergebnisses nicht sinnvoll ist. Positiv zu bemerken sind die klaren Einschlusskriterien und auch das identische Vorgehen bei der Operation und beim postoperativem Management.

**Flemmig et al. (1998) Long-term maintenance of alveolar bone gain after implantation of autolyzed, antigen-extracted, allogenic bone in periodontal intraosseous defects.**

*Evidenzlevel:* Randomisierte, kontrollierte Studie.

*Evaluationsziel:* Die Bewertung des Langzeiterfolgs eines Allografts (AAA-Knochen) gegenüber einer Lappenoperation (modifizierte Widman-Operation) bei der Behandlung parodontaler Knochentaschen.

*Datenmaterial:* Die Auswahl fiel auf 14 Patienten mit den Merkmalen: keine Allgemeinerkrankungen, Raucher und Nichtraucher, nach Initialtherapie Sondierungstiefe >6 mm. Pro Patient erfolgte die Untersuchung zweier Zähne, die randomisiert mit dem Allograft oder einer Lappenoperation mit jeweils identischer Prozedur behandelt wurden. Die Messung der Sondierungstiefe und des klinischen Attachmentniveaus

fand vor und jeweils drei Monate, sechs Monate und drei Jahre nach der Operation statt.

*Zusammenfassung:* Die Therapie mit dem Allograft ergab zu jedem Zeitpunkt signifikant bessere Ergebnisse als die Lappenoperation.

*Beurteilung:* Während in dieser Studie der Beobachtungszeitraum von drei Jahren akzeptabel erscheint, ist die Patientenzahl mit 14 zu gering. Das Behandlungsregime ist vergleichbar. Zu kritisieren ist, dass trotz gleicher Sondierungstiefe verschiedene Defektmorphologien vorlagen (ein-, zwei- und dreiwandige Defekte), auf die nicht näher eingegangen wurde.

### **Kim et al. (1998) Periodontal repair in intrabony defects treated with a calcium sulfate implant and calcium sulfate barrier.**

*Evidenzlevel:* Randomisierte, kontrollierte Studie.

*Evaluationsziel:* Ein Ergebnisvergleich in der Behandlung parodontaler Knochentaschen mit einem Gemisch aus einer allogenen Knochenmatrix (gefriergetrocknet, demineralisiert) und einem Alloplast (Kalziumsulfat) im Verhältnis 80 : 20 gegen die Lappenoperationen (geschlossene Kürettage).

*Datenmaterial:* Die Auswahl fiel auf 40 Patienten mit chronischer Parodontitis, keiner Allgemeinerkrankung, keiner Medikamenteneinnahme in den letzten zwölf Monaten, nach Initialtherapie mit einer Sondierungstiefe >6 mm und getesteter Knochenhöhe >4 mm, guter Mundhygiene und Knochentaschen ohne Furkationsbeteiligung. Die randomisierten Patienten wurden von zwei Ärzten in identischer Vorgehensweise operiert. Als Erfolgskriterien galten Sondierungstiefe, klinisches Attachmentniveau, gingivale Rezessionen und die Knochenhöhe. Die Messungen erfolgten präoperativ, sechs sowie zwölf Monate postoperativ.

*Zusammenfassung:* Beide Behandlungen ergaben eine signifikante Verbesserung der klinischen Parameter. Die Sondierungstiefe und das klinische Attachmentniveau unterschieden sich jedoch nicht signifikant zwischen den Therapien. Bei der Kombinationstherapie konnte lediglich eine signifikant größerer Knochenhöhe festgestellt werden.

*Beurteilung:* 40 Patienten, die über 12 Monate kontrolliert wurden, erscheinen zwar noch nicht ausreichend, aber lassen schon Rückschlüsse auf einen Behandlungserfolg zu. Die Patientenauswahl und die Vorgehensweise sind vergleichbar.

**Yukna et al. (1998) Multi-center clinical evaluation of combination anorganic bovine-derived hydroxyapatite matrix (ABM) / cell binding peptide (P-15) as a bone replacement graft material in human periodontal osseous defects. 6-month results.**

*Evidenzlevel:* Randomisierte, kontrollierte, multizentrische Studie.

*Evaluationsziel:* Die Behandlungserfolge parodontaler Knochentaschen im Vergleich zwischen offener Lappenoperationen, allogenem Augmentationsmaterial (DFDBA) und einem Gemisch aus einer anorganischen, bovinen Hydroxylapatitmatrix mit einem synthetischen Zellbindungsprotein (P-15).

*Datenmaterial:* Die Untersuchung fand an drei verschiedenen Zentren statt. In Louisiana (14 Patienten), in Florida (8 Patienten) und in Arkansas (9 Patienten). Einschluss in die Studie fanden Patienten, die frei von Allgemeinerkrankungen waren, nicht rauchten, Knochendefekte  $\geq 3$  mm aufwiesen (ein- und zweiwandige sowie komplexe Defekte) und nach der Initialtherapie eine gute Mundhygiene zeigten. Waren drei entsprechende Defekte bei einem Patienten vorhanden, so wurden diese intraoperativ randomisiert und mit jeweils einer Operationstechnik behandelt. Die Operationen erfolgten in identischer Vorgehensweise. Nach sechs bis sieben Monaten fand die re-entry Operation mit Bestimmung der Alveolarkammhöhe und der Defekttiefe und zusätzlicher Bestimmung der Sondierungstiefen und des klinischen Attachmentniveaus statt. Diese Messungen führte ein unabhängiger Untersucher durch, der nicht über die jeweilige Behandlungsart unterrichtet war.

*Zusammenfassung:* Die besten Ergebnisse hinsichtlich der Defektauffüllung erreichte das Kombinationspräparat. Danach folgte die Behandlung mit dem allogenem Knochen und zum Schluss die alleinige Lappenoperation. Patienten sowie parodontales Gewebe tolerierten beide Implantatmaterialien. Die Knochendefekte sprachen mit einer relativen Defektauffüllung in folgendem Maße positiv auf die Therapie an: Kombinationsverfahren zu 87 Prozent, allogener Knochen zu 58 Prozent und Lappenoperation zu 41 Prozent.

*Beurteilung:* Trotz des guten Studiendesigns erscheint die Anzahl der Patienten recht gering. Auch der Beobachtungszeitraum von sechs Monaten ist zu kurz, um die Erfolgsrate beurteilen zu können. Weiterhin ist anzumerken, dass Defekte unterschiedlicher Morphologie gemeinsam betrachtet wurden.

**Kim et al. (1996). Periodontal repair in intrabony defects treated with a calcium carbonate implant and guided tissue regeneration.**

*Evidenzlevel:* Randomisierte, kontrollierte Studie.

*Evaluationsziel:* Die Darstellung des klinischen Erfolges eines Alloplasts (Kalzium-

karbonat) in Verbindung mit der GTR (nicht resorbierbare Membran e-PTFE) zur Behandlung von parodontalen Knochentaschen (offene Kürettage).

*Datenmaterial:* Einen Einschluss in die Studie erfuhren 80 Patienten, die eine chronische parodontale Erkrankung, keine Allgemeinerkrankungen, nach Initialtherapie noch Sondierungstiefen  $>6$  mm (ohne Furkationsbeteiligung) und eine gute Mundhygiene hatten und während der letzten zwölf Monate keine Medikamente einnahmen. Sie wurden in vier Gruppen randomisiert und von zwei erfahrenen Chirurgen in identischer Vorgehensweise operiert. Folgende vier Therapiemöglichkeiten fanden Anwendung: Implantation des Alloplasts, der GTR, und der GTR plus Alloplast und die Lappenoperation. Präoperativ und sechs Monate postoperativ erfolgte eine Beurteilung der Sondierungstiefe, des klinischen Attachments, der gingivalen Rezessionen und des Knochenstandes.

*Zusammenfassung:* Die Implantation des Alloplasts, die GTR und die Kombination aus beiden zeigten signifikant bessere Ergebnisse als die Lappenoperationen. Die Autoren beschreiben einen günstigen Summationseffekt bei der Kombination aus GTR und Kalziumkarbonatimplantation. Die gingivalen Rezessionen waren bei allen Behandlungsformen stärker ausgeprägt als präoperativ.

*Beurteilung:* Insgesamt erscheint die Beobachtungsdauer von sechs Monaten sehr kurz, um definitive Aussagen zu treffen. Die erfreulich hohe Patientenzahl insgesamt schränkt sich durch die Gruppeneinteilung für jede Behandlungsform stark ein.

#### C.5.1.1.2 Furkationsdefekte der Klasse II

**De Leonardis et al. (1999). Clinical evaluation of the treatment of class II furcation involvements with bioabsorbable barriers alone or associated with demineralized freeze-dried bone allografts.**

*Evidenzlevel:* Randomisierte, kontrollierte Studie.

*Evaluationsziel:* Die Studie vergleicht den klinischen Erfolg der Therapie von Furkationsdefekten der Klasse II mit der GTR (resorbierbare Membran Guidor) gegenüber dem kombinierten Einsatz von GTR und allogenem Augmentationsmaterial (DFDBA).

*Datenmaterial:* Die Untersuchung bezog zwölf Patienten ein, die frei von Allgemeinerkrankungen und Nichtraucher waren. Alle zeigten bilaterale Furkationsdefekte an den unteren Molaren (vertikale Sondierungstiefe  $\geq 5$  mm, horizontale Sondierungstiefe  $\geq 4$  mm). Es erfolgte eine randomisierte und zeitgleiche Behandlung der Molaren mit GTR und GTR plus Allograft. Der operative Eingriff wurde nach abgeschlossener Initialtherapie und in jeweils identischer Vorgehensweise durchgeführt. Als Erfolgskriterien wurden die horizontale und vertikale Sondierungstiefe, das klinische Attachmentniveau, gingivale Rezessionen und die Klasse der Furkationsbeteiligung bewert-

tet. Die Messungen erfolgten durch denselben Untersucher präoperativ und sechs sowie zwölf Monate postoperativ.

*Zusammenfassung:* Beide Verfahren ergaben eine signifikante Besserung der klinischen Parameter. Die Kombinationstherapie aus GTR und Allograft zeigte jedoch eine größere Reduktion der horizontalen Sondierungstiefe und eine 91 prozentige Umwandlung der Defekte von der Klasse II in die Klasse I. Die alleinige GTR konnte dieses Ergebnis nur in 50 Prozent der Fälle erreichen. In keinem Fall gelang die vollständige Schließung der Furkation. Alle anderen Parameter unterschieden sich nicht signifikant voneinander.

*Beurteilung:* Kritisch anzumerken ist die geringe Patientenzahl und ein zu kurzer Beobachtungszeitraum, als dass eine endgültige Beurteilung zulässig wäre. Auf der anderen Seite sind die Einschlusskriterien klar definiert und es erfolgte eine konforme parodontale Begleittherapie.

**Luepke et al. (1996). A clinical evaluation of a bioresorbable barrier with and without decalcified freeze-dried bone allograft in the treatment of molar furcations.**

*Evidenzlevel:* Randomisierte, kontrollierte Studie.

*Evaluationsziel:* Der Vergleich zwischen der GTR (resorbierbar, Guidor) und der Kombination der GTR mit einem Allograft (DFDBA) bei Furkationsdefekten der Klasse II.

*Datenmaterial:* Einschluss in die Untersuchung fanden 14 Patienten mit Erwachsenenparodontitis und Furkationsdefekten der Klasse II. Nach der Initialtherapie wurden die randomisierten Gruppen mit den beiden Therapien behandelt. Erfolgsgrößen waren die gingivale Rezessionen, die Sondierungstiefe, das klinische Attachmentniveau und die bei einer re-entry Operation nach sechs Monaten gemessene Knochenauffüllung.

*Zusammenfassung:* Die Kombination aus GTR und Allograft ergab signifikant mehr Knochenauffüllung und geringere Sondierungstiefen. Bei einem Vergleich von Rauchern und Nichtrauchern konnte gezeigt werden, dass nichtrauchende Patienten besser auf die Behandlung reagieren.

*Beurteilung:* Als Hauptkritikpunkte sind die niedrige Patientenzahl und der kurze Beobachtungszeitraum zu erwähnen. Eine Charakterisierung der Patienten wurde bis auf die Furkationsdefekte nicht vorgenommen. Positiv anzumerken ist die Berücksichtigung des Faktors Rauchen.

## C.5.1.2 Knochenaufbau für Implantate

### C.5.1.2.1 Sinuslift

#### **Wannfors et al. (2000). A prospective randomized study of 1- and 2-stage sinus inlay bone grafts: 1 year follow-up**

*Evidenzlevel:* Randomisierte, kontrollierte Studie.

*Evaluationsziel:* Vergleich des Erfolgs und seiner Prognostizierbarkeit beim einphasigen versus zweiphasigen Sinuslift mit Autograft vom Beckenkamm.

*Datenbasis:* Nach festgelegten Einschlusskriterien, wie etwa dem Vorhandensein eines zahnlosen Oberkiefers mit einer Restknochenhöhe größer 2 mm und kleiner 7 mm wurde eine Auswahl von 40 Patienten getroffen. Per Randomisierungsverfahren resultierte die Zuteilung zur ein- und zweiphasig arbeitenden Behandlergruppe, die bei der Augmentation sowie dem Implantateinsatz immer wieder identisch verfuhr. In augmentiertes und nicht augmentiertes Gebiet erfolgte jeweils der Einsatz einer gleichen Anzahl Implantate. Dabei betrug die reine Operationsdauer beim einphasigen Sinuslift 90 - 150 Minuten und beim zweiphasigen Vorgehen 100 - 120 Minuten. Ein Jahr nach Vollendung der prothetischen Versorgung führten die Behandler eine Erfolgskontrolle der Implantatstabilität und der Resorption des marginalen Knochens durch.

*Zusammenfassung:* Das individuelle Risiko eines Implantatverlustes ist beim einphasigen doppelt so hoch wie beim zweiphasigen Vorgehen und für Implantate im augmentierten Bereich signifikant geringer als für Implantate in nicht augmentierten Bereichen. Die Resorption des marginalen Knochens zeigte weder zwischen ein- und zweiphasigem Vorgehen, noch zwischen augmentiertem und ortständigem Knochen einen Unterschied. Auch ein prognostischer Unterschied hinsichtlich der oralen Rehabilitation zwischen den beiden Verfahren besteht nicht. Ein signifikant höheres Risiko für einen Implantatverlust zeigten Patienten mit Bruxismus, postoperativen Infektionen und mit einer Parodontitis als Ursachen für den Zahnverlust.

*Beurteilung:* Die Autoren der Studie legten großen Wert auf ein hochwertiges Studiendesign. So wurden explizite Einschlusskriterien für die Patienten benannt und mit 40 Patienten und insgesamt 288 Zahnimplantaten eine begründet große Stichprobe gewählt. Das Einschlusskriterium Restknochenhöhe größer 2 mm und kleiner 7 mm lässt allerdings schon eine gewisse Bandbreite an Defektausmaßen zu und auch das Kontrollintervall von einem Jahr erscheint recht kurz.

**Kübler et al. (1999). Vergleichende Untersuchungen zur Sinusbodenelevation mit autogenem oder allogenem Knochengewebe.**

*Evidenzlevel:* Nicht-randomisierte Vergleichsstudie.

*Evaluationsziel:* Gegenüberstellung von Kosten und Effektivitätsgrößen des Sinuslifts mit autogenem Beckenkammknochen und allogenem AAA bzw. demineralisiertem Knochen.

*Datenbasis:* 63 Patienten erfuhren insgesamt 82 Sinuslifts. Das Augmentationsmaterial war in 39 Fällen (23 Patienten) autogener Beckenkammknochen und in 43 Fällen (40 Patienten) ein allogenes Knochenmaterial. Während 37 Sinuslifts (35 Patienten) mit Allografts ambulant durchgeführt wurden, erfolgten 6 Sinuslifts (5 Patienten) mit Allograft und alle mit Autograft stationär. Unterschiedliche Ursachen führten zu einer stationären Augmentationsoperation: Bei bilateralen Augmentationen kam häufiger (80 Prozent der Beckenkammaugmentationen) und bei absoluter Alveolarkammerhöhung ausschließlich autogenes Material und damit eine stationäre Behandlung in Frage. Andere Indikationen für eine stationäre Operation werden nicht beschrieben. Ausschlaggebend für ein ambulantes Vorgehen war in vielen Fällen der entsprechende Wunsch seitens des Patienten. In 69 augmentierten Kieferhöhlen erfolgte nach der Augmentation sowohl einphasig ( $n = 87$ ), als auch zweiphasig ( $n = 54$ ) die Einbringung der Zahnimplantate. Bei autogenem Knochenmaterial lag in 65 Prozent der Fälle ein zweiphasiges Vorgehen und bei allogenem Knochen in 70 Prozent der Fälle vor. 13 Patienten mit autogenem Knochen-Transplantat sowie 27 Personen mit allogenem Knochenaugmentat wurden nachuntersucht und nach postoperativen Beschwerden befragt.

*Zusammenfassung:* Die durchschnittlich erzielte Augmentationshöhe betrug bei Autografts  $14 \pm 3$  mm gegenüber  $9 \pm 3$  mm bei Allografts. Hinsichtlich der Knochenqualität konnte kein Unterschied festgestellt werden. Bei der Beckenkammgruppe zeigten 4 von 67 (=6%) und bei der Allografts 2 von 74 (=3%) Zahnimplantaten keine Osseointegration. Auf der Kostenseite (stationärer Aufenthalt, Tage Arbeitsunfähigkeit, postoperative Beschwerdetage, Komplikationsrisiko) schneidet die stationäre Transplantation von Beckenkammknochen nachteiliger ab. Dabei wurden die Kosten der Verfahren zwar nicht monetär bewertet. Der paarweise Vergleich der verschiedenen Aufwandskategorien zeigte jedoch eindeutig die Dominanz der ambulanten Augmentation. Liegt keine extreme Alveolarkammatrophy vor, empfehlen die Autoren eine Verwendung von Allografts und damit verbunden eine ambulante Versorgung.

*Beurteilung:* In der Studie werden keine monetär bewerteten Kosten des Sinuslift benannt, lediglich Angaben zum Operationsverfahren (ambulant / stationär), zur Anzahl stationärer Aufenthaltstage, Tage Arbeitsunfähigkeit und dem Auftreten postoperativer Beschwerden. Die relevanten Erfolgskategorien sind die Überlebensrate der Zahnimplantate und die gewonnene Knochenhöhe. In Anbetracht dieser Daten-

lage ist die Vergleichbarkeit der Relation Kosten / Effektivität der beiden Augmentationsmaterialien eingeschränkt. Die Generalisierbarkeit des Ergebnisses ist ebenfalls beschränkt, da die Eigenschaften der stationär behandelten Patienten nicht hinreichend beschrieben werden. Trotz der Tatsache, dass 35 der 82 Sinuslifts mit einem minimal invasivem Eingriff erfolgten, gehen die Autoren nicht auf die Auswirkung dieses Vorgehens auf das Behandlungsergebnis ein. Leider untersuchen sie auch nicht den Unterschied des Behandlungserfolgs bei einphasigen gegenüber zweiphasigem Vorgehen näher. Sie unterscheiden auch nicht zwischen den beiden allogenen Materialien. Es ist weiterhin zu fragen, warum nicht alle behandelten Patienten nach ihren Eindrücken zur Operation befragt wurden und warum bereits einmal ausgewertete Behandlungsergebnisse (Kübler et al. 1998) nochmals Verwendung fanden.

### **Kübler et al. (1998). Autogener Beckenkamm versus AAA-Knochen bei der Sinuslift-Operation.**

*Evidenzlevel:* Nicht-randomisierte Vergleichsstudie.

*Evaluationsziel:* Gegenüberstellung von Kosten und Effektivitätsgrößen des Sinuslifts mit autogenem Beckenkammknochen und allogenen AAA-Knochen.

*Datenmaterial:* Bei 14 Patienten erfolgten 20 Sinuslifts mit autogenem Beckenkammtransplantat (10) oder allogenen AAA-Knochenpulver (10). Anschließend erfolgte der Einsatz von Zahnimplantaten simultan (9 Patienten) oder zweiphasig (5). Ausschlaggebend für die Wahl des Augmentationsverfahrens war u.a. der Wunsch des Patienten nach einem ambulanten Vorgehen mit Lokalanästhesie. Allografts wurden prinzipiell in einer ambulanten Operation implantiert. Bei bilateralen Augmentationen und evtl. absoluter Alveolarkammerhöhung wurde häufiger autogenes Material verwendet und damit stationär operiert.

*Zusammenfassung:* Qualitativ sowie quantitativ konnte kein signifikanter Unterschied zwischen der Verwendung von autogenem oder allogenen Knochengewebe festgestellt werden. Die Ausfallrate der Implantate betrug nach sechs Monaten jeweils 2 / 39=5% (autogen) und 1 / 24=4% (allogen). Ein Vergleich der Kostenseite im weitesten Sinne (Belastung des Patienten bei stationärer Behandlung, Intubationsnarkose, Arbeitsunfähigkeit, postoperativer Gehbehinderung, Komplikationsrisiko) lässt ein klares Votum für die ambulante Behandlung zu, soweit die Verwendung von Allografts angezeigt ist. Die Kosten der Verfahren wurden nicht monetär bewertet. Der paarweise Vergleich der verschiedenen Aufwandskategorien zeigte jedoch eindeutig die Dominanz der ambulanten Augmentation.

*Beurteilung:* Es handelt sich bei dieser Veröffentlichung um eine klinische Studie mit einigen methodischen Mängeln. Zunächst ist eine sehr geringe Fallzahl zu bemerken und wenig genaue Angaben zur Defektkonstellation bei den stationär behandelten

Patienten. Obwohl es sich hierbei um eine der wenigen Studien mit Aufwandsangaben zu den Augmentationsformen handelt, sind diese leider unvollständig und nicht in monetären Einheiten angegeben. Die Autoren beschreiben weiterhin nicht die unterschiedliche Erfolgsrate des ein- bzw. zweiphasigen Vorgehens.

### C.5.1.3 Knochenaufbau bei parodontalen Defekten und für Implantate

#### **Gernreich et al. (2003). Knochen- und Knochenersatzmaterialien zur parodontalen Regeneration bzw. zum Knochenaufbau für Implantate – Vergleich der medizinischen Wirksamkeit.**

*Evidenzlevel:* Systematisches Review (HTA).

*Evaluationsziel:* Bewertung der medizinischen Effektivität verschiedener Knochen(ersatz)materialien bei der Parodontalbehandlung und im Zusammenhang mit Implantaten.

*Datenmaterial:* Eine systematische Recherche in einschlägigen Datenbanken über den Zeitraum 1990 - 2000 ergab drei systematische Reviews und 53 qualitativ hochwertige Primärstudien. Neben der beschreibenden Zusammenfassung der Studienergebnisse, ermöglichte die relativ gute Datenausgangslage in der Parodontologie zusätzlich eine statistische Informationssynthese in Form einer Metaanalyse.

*Zusammenfassung:* Aus den gepoolten Daten über alle Knochen- und Knochenersatzmaterialien hinweg ließ sich in der Parodontologie ein signifikanter Gewinn zwischen 0,66 mm und 1,43 mm (je nach Outcomeparameter Attachment, Sondierungstiefe, Knochenhöhe) gegenüber dem Kontrollverfahren offene Lappenoperation zeigen. Aussagen über die Effektivität der einzelnen untersuchten Materialien lassen sich aufgrund der Datenlage kaum treffen, lediglich für DFDBA (hier lagen die meisten Studien mit der höchsten Gesamtzahl an Patienten vor) zeigten sich signifikante Effekte bei allen drei gemessenen Parametern. Bei den anderen Materialien waren allein aufgrund der geringen Zahl an Studien und Patienten / Defekten kaum signifikante Ergebnisse zu erreichen. Daher kann aus diesen Ergebnissen nicht geschlossen werden, dass DFDBA effektiver ist als die anderen untersuchten Materialien. Beim Einsatz von Membranen war der Zugewinn in den Erfolgskategorien gegenüber der Kontrollgruppe mit dem Ergebnis der Knochen- und Knochenersatzmaterialien vergleichbar. Die additive Verwendung von Membranen zusätzlich zu Knochen-, bzw. Knochenersatzmaterialien zeigt demnach keine Vorteile.

Die klinische Prognose von Implantaten entspricht in augmentierten Kieferbereichen denen von Zahnimplantaten in Kieferabschnitten mit physiologisch ausreichendem natürlichem Knochenbestand (90 bis 100 %). Daher ist das Therapieverfahren der Augmentation mit Knochen(ersatz)materialien im Zusammenhang mit Implantaten grundsätzlich berechtigt. Materialbezogene Unterschiede ließen sich aufgrund der

Studiendesigns (Verwendung der Materialien in Abhängigkeit von der Lokalisation) nur sehr begrenzt untersuchen. Zur Kammaugmentation im Unterkiefer zeigten sich blockförmige Knochenstrukturen (zumeist autogener Knochen) effektiver als partikuläre Knochensubstanzen (autogene Knochenespäne, DFDBA oder Hydroxylapatit). Für den Oberkiefer verhielt es sich im Bereich der Kieferhöhlen umgekehrt. Der zusätzliche Einsatz von Membranen erbrachte in den vorliegenden Studien keinen deutlichen Vorteil. Hinsichtlich des Implantationszeitpunktes zeigten sich im Unterkiefer beim ein- oder zweiphasigen Vorgehen keine Unterschiede in der Implantatüberlebensrate. Im Oberkiefer bewies die Materialstruktur Einfluss auf die Überlebensrate.

*Beurteilung:* Die Studie erfüllt die Anforderungen an ein systematisches Review. Mängel in der Bewertung der einzelnen Technologien sind daher mehrheitlich der Qualität der Basisdaten geschuldet. Die Ausgangsdaten sind sehr heterogen. So variieren die eingesetzten Materialien, behandelten Defekttypen, die Beobachtungsdauer und auch die Bewertungsparameter. In der Parodontologie werden eher die oben genannten Surrogatserfolgsgrößen als der eigentliche Enderfolg in Form eines überlebten Zahns gemessen. In der Implantologie sind kaum randomisierte und kontrollierte Studien anzutreffen. Die Autoren zeigen diese Schwächen klar auf und geben Hinweise für eine verbesserte Studiendurchführung.

Als Nachteil anzusehen ist zum einen die äußerst knapp gehaltene Bewertung der Knochenmaterialien in ihrer Wirkung bei unterschiedlicher Defektkonstellation. Die Menge der ausgewerteten Literatur in der Parodontologie lässt zumindest vermuten, dass eine derartige zusätzliche Betrachtung möglich gewesen wäre. Zum anderen zieht der Autor im Abschnitt zur Implantologie die Überlebensrate eines Implantats in ausreichendem natürlichen Knochenbestand als Vergleichsoption heran. Da die eigentlichen Behandlungsalternativen in verschiedenen Augmentationsmaterialien, dem Einsatz von BMP, der Distraktionsosteogenese oder einer konventionellen Prothesenversorgung bestehen, wird hier der Vergleichsmaßstab zu hoch gesetzt und die Therapieeffekte tendenziell unterschätzt.

## **C.5.2 Ergebnisse der Feldstudie**

### **C.5.2.1 Einleitung**

Die ausgesprochen schlechte Datenlage zu Kosten und Nutzen der Knochenaugmentation gab Anlass zur Frage, auf welche Art und Weise bei angemessenem Aufwand weitere Informationen zum Thema generiert werden könnten. Die Wahl fiel auf die Durchführung einer Befragung von Parodontologen und Kieferchirurgen zu ihren Behandlungspräferenzen und Aufwendungen. Die mit dieser Entscheidung zusammenhängenden Kompromisse sind im Folgenden kurz geschildert:

- (1) Bereits die Auswertung der Effektivitätsstudien zeigte, dass die Heterogenität der Indikation und des Patientengutes Auswirkungen auf die Bewertung einer Behandlungsalternative besitzt. Eine exakte Standardfallbeschreibung (Vignette) in den Fragebögen würde demnach notwendig sein, um die Antworten der Ärzte vergleichen zu können.
- (2) Bei der Festlegung der einzubeziehenden Behandlungsphasen erfolgte eine Konzentration auf den eigentlichen Augmentationsvorgang und gegebenenfalls die Implantation. Die Nachbehandlung wurde generell außen vorgelassen, da sie zeitlich schwierig abzugrenzen ist und nach Erfahrung der Fachleute im relevanten Vergleich einzelner Augmentationsverfahren einen ähnlich hohen Aufwand bedeutet.
- (3) Die auf Grundlage der Befragung ermittelbaren Behandlungskosten sind auf die zulässigen Abrechnungspositionen bei privater Liquidation und Materialkosten begrenzt. Gesondert abrechenbares Einmalmaterial ist nicht berücksichtigt.

Es werden somit die reinen, abrechenbaren Therapiekosten aus der Perspektive des Patienten und der privaten Krankenversicherung laut privatem Behandlungsvertrag erfasst. Ignoriert werden hingegen die Höhe des Selbstbehalts, die Versicherungsprämie, die Opportunitätskosten, Aufwendungen durch Behandlungsnebenwirkungen oder auch nicht abrechenbare Kosten des Arztes. Weiterhin sind die GOÄ- bzw. GOZ-Preise administriert, so dass die wahren Kosten der Behandlung aus ihnen nicht hervorgehen können. In wie weit die Marktpreise für die Knochenmaterialien, Membranen und Distraktoren von den Grenzkosten ihrer Herstellung abweichen, hängt von der Wettbewerbssituation der Anbieter und der Marktphase des jeweiligen Produktes ab (vgl. ausführlich Garber 2000).

- (4) Zur Ermittlung der Arztpräferenzen zu den einzelnen Verfahren wurde nach deren relativen Wünschbarkeit gefragt. Ein Nachteil dieser Vorgehensweise ist, dass nicht abschließend zwischen dem Einfluss rein medizinischer und ökonomischer Faktoren unterschieden werden kann. Die Ergebnisse in diesem Bereich stellen somit plausible Überlegungen unter Berücksichtigung der klinischen Evidenz und der abrechenbaren Behandlungskosten dar.

#### C.5.2.2 Befragung Parodontologie (Häufigkeit, Präferenzen, Kosten)

##### C.5.2.2.1 Einleitung

Im Rahmen einer Feldstudie wurden 20 Kliniken mit eigenständiger Abteilung für Parodontologie und acht niedergelassene Parodontologen in Deutschland zu ihren Erfahrungen mit verschiedenen Behandlungsverfahren für parodontale Defekte befragt. Die Rücklaufquote betrug insgesamt 39 Prozent; 9 Kliniken und zwei niedergelassene Ärzte antworteten. Die geringe Beteiligung von niedergelassenen Parodontologen

und ein nicht erkennbar abweichendes Behandlungsmuster ließ eine gemeinsame Auswertung zu.

Im Anhang sind Musterexemplare der Fragebögen beigefügt. Ihr Inhalt besteht in einer modellhaften Beschreibung eines Standardpatienten mit einem vertikalen Knochendefekt und einem Furkationsbefall. Zur Behandlung des Patienten wurden jeweils sieben alternative Verfahren vorgegeben: (i) modifizierte Widman-Lappenoperation (im Folgenden kurz Lappenoperation), (ii) Augmentation mit autogenem, (iii) allogenen, (iv) alloplastischem, (v) einer Mischung aus autogenem und alloplastischem Material und (vi) GTR bzw. (vii) GTR in Verbindung mit einem Material eigener Wahl.

In den folgenden Tabellen werden die Akronyme [Lappen]=modifizierte Widman-Lappenoperation, [Autograft]=Augmentation mit autogenem Knochen, [Allograft]=Augmentation mit allogenen Material, [Alloplast]=Augmentation mit alloplastischem Material, [Autograft+Alloplast]=Augmentation mit einer Mischung aus autogenem Knochen und alloplastischem Material, [GTR,GBR]=GTR bzw. GBR, [GTR+,GBR+]=GTR bzw. GBR in Verbindung mit einem beliebigen Material, [Protein]=Schmelzmatrixprotein, [Distraction]=vertikale Distaktionsosteogenese verwendet.

Die Ärzte waren zu einer Angabe bezüglich der Anwendung der Verfahren in ihrer Praxis und einer Rangfolgebildung gemäß ihrer Bedeutung aufgefordert. Zusätzlich wurden sie je nach Verfahren gebeten, Aussagen zu Entnahmestelle (autogener Knochen), Materialbezeichnung (alloplastisches / allogenes Material, Schmelzmatrixprotein bzw. Membran), Materialmenge und Mischungsverhältnis zu treffen.

Ziel der Befragung war es, einen Einblick in die Anwendung und Bedeutung der Augmentationsverfahren in der Praxis deutscher Parodontologen zu gewinnen. Mit Hilfe der Informationen zu den verwendeten Materialien erfolgte zusätzlich eine Berechnung der durchschnittlich in Rechnung gestellten Kosten einer Standardbehandlung.

#### *C.5.2.2.2 Häufigkeit der Verfahren*

##### *Vertikaler Knochendefekt*

Weit mehr als die Hälfte der befragten Ärzte wenden bei dem in Fragebogen (D.4.1) beschriebenen vertikalen Knochendefekten die Lappenoperation und die GTR mit autogenem Knochen (2 Nennungen), alloplastischem Material (3), einer Mischung aus autogenem Knochen und alloplastischem Material (1) oder einem Schmelzmatrixprotein (3) an. In den Tabellen zur Häufigkeit der Nennung sind jeweils die genannten Materialien in Kombination mit der GTR unter GTR + zusammengefasst.

Dabei gab ein Arzt an, sowohl alloplastisches Material als auch das Schmelzmatrixprotein zu gebrauchen. Etwas über ein Drittel der befragten Ärzte führt die Augmentation mit autogenem Knochen durch und ein wenig mehr als ein Viertel der Mediziner nutzt die reine GTR oder die Augmentation mit alloplastischem Material.

Tabelle 11: Häufigkeit\* alternativer Verfahren bei vertikalem Knochendefekt

Verfahren	Absolut	in %
Lappen	8	73
GTR+	8	73
Autograft	4	36
GTR	3	27
Alloplast	3	27
Autograft + Alloplast	2	18
Allograft	1	9

\* Weil die Ärzte zu einem Fallbeispiel mehrere Behandlungsalternativen benennen durften, sobald sie diese auch anwenden, bezieht sich die Prozentzahl in jeder Zeile auf die Gesamtzahl der befragten Ärzte der jeweiligen Fachdisziplin.

### Furkationsbefall

Bei dem im Fragebogen (D.4.2) definierten Furkationsdefekt wendet eine Mehrzahl der Ärzte die Lappenoperation an. Ähnlich bedeutsam erscheint die GTR in Verbindung mit alloplastischem Material (2 Nennungen), Schmelzmatrixproteinen (2), autogenem Knochen (2) oder einer Mischung aus autogenem Knochen und alloplastischem Material (1). Etwas über ein Viertel der Ärzte gab an, die Augmentation mit alloplastischem Material oder die ausschließliche GTR anzuwenden. Kein Arzt in der Stichprobe behandelt den Furkationsbefall mit allogenen Material.

Tabelle 12: Häufigkeit alternativer Verfahren bei Furkationsbefall

Verfahren	Absolut	in %
Lappen	9	73
GTR+	7	63
Alloplast	3	27
GTR	3	27
Autograft	2	18
Autograft+Alloplast	2	18
Allograft	0	0

### C.5.2.2.3 Rangfolge der Verfahren

#### Vertikaler Knochendefekt

Die Ärzte wurden gebeten, die bei einem Defekt in Frage kommenden Behandlungsalternativen in eine Rangfolge gemäß ihrer Präferenz zu bringen. Bei der Auswertung erfolgte die Zuordnung des Rangplatz eins zur am meisten präferierten Alternative,

womit auch im Aggregat über alle Ärzte dasjenige Verfahren mit dem niedrigsten Rangdurchschnitt als das am stärksten präferierte Verfahren gilt.

Bei der Berechnung des ungewichteten Rangdurchschnitts addiert man die erreichten Rangplätze für jede Variante auf und teilt anschließend durch die Zahl der beteiligten Ärzte. Dabei werden die von einem Arzt in einem Fragebogen als gleichwertig gekennzeichneten Methoden auf die entsprechenden Rangplätze aufgeteilt und jeweils mit dem Durchschnittsrang bewertet. Auf den letzten Plätzen stehen die auf einem Fragebogen als ‚nicht angewendet‘ gekennzeichneten Alternativen. Sie erhalten jeweils den Rang, der dem Durchschnitt der hinteren Ränge entspricht. Man nimmt damit an, dass diese Verfahren nicht durchgeführt werden, weil sie für unvorteilhaft gehalten werden. Nachteil dieses Vorgehens ist allerdings, dass eine gute aber selten angewendete Behandlungsalternative rechnerisch als schlecht gilt. Dieses Ergebnis muss man jedoch in Kauf nehmen, wenn man nicht mehr Informationen über die Ursache der seltenen Anwendung besitzt.

Das Ergebnis dieses Vorgehens zeigt eindeutig in Tabelle 13 die GTR in Verbindung mit verschiedenen Materialien als das beliebteste Verfahren an. Die Lappenoperation folgt auf dem nächsten Rang und hat ihren vorderen Platz vornehmlich der rechnerischen Vorgehensweise zu verdanken, denn sie gelangt aufgrund ihrer häufigen Nennung und nicht wegen ihrer überdurchschnittlich guten Bewertung auf diese Position. Die Ermittlung der Rangordnung aufgrund des gewichteten Rangdurchschnitts zeigt diesen Effekt deutlich auf und verweist die Lappenoperation auf einen hinteren Platz. Die Augmentation mit autogenem Knochen rangiert noch vor der Augmentation mit alloplastischem Material und der GTR. Dies wird sowohl durch eine gute Bewertung als auch eine relativ häufige Nennung begründet. Die seltene Erwähnung der letzten beiden Verfahren trägt zu deren schlechten Abschneiden bei.

*Tabelle 13: Rangfolge alternativer Verfahren bei vertikalem Knochendefekt*

<b>Verfahren</b>	<b>Ungew. Rangdurchschnitt</b>
GTR+	2,41
Lappen	3,45
Autograft	3,91
Alloplast	4,23
GTR	4,41
Autograft + Alloplast	4,73
Allograft	4,91

Eine weitere Möglichkeit der Rangfolgeermittlung besteht in der Berechnung eines gewichteten Durchschnittsrangs. Hierbei wird die fehlende Information zu den nicht angewendeten Alternativen zum einen als relative Besserstellung der tatsächlich angewendeten Methoden berücksichtigt. Zum anderen erhält sie einen Einfluss über die Durchschnittsbildung. Die fehlenden Informationen wirken dadurch weniger stark negativ auf die Bewertung eines selten genannten Verfahrens, denn man verteilt sie praktisch auf alle anderen bewerteten Methoden.

Bei der Aggregation der Präferenzinformationen wird der auf einem Fragebogen angegebene Rang für ein Verfahren mit dem Prozentsatz der bewerteten Verfahren multipliziert. Nachfolgend werden die gewichteten Rangplätze für die einzelnen Alternativen über alle Ärzte addiert, um hernach durch die Zahl der Mediziner mit Erfahrung in dem betreffenden Verfahren dividiert zu werden.

Dieses Vorgehen berücksichtigt stärker als der ungewichtete Rangdurchschnitt eine positive Bewertung trotz seltener Nennung. Allerdings besteht wiederum die Tendenz zur relativen Besserstellung schlecht bewerteter aber häufig erwähnter Alternativen.

Auch die Bildung des gewichteten Rangdurchschnitts offenbart in Tabelle 14 die Bevorzugung der GTR in Verbindung mit verschiedenen Materialien. Auf dem zweiten Rang findet sich jetzt die Augmentation mit allogenen Material. Es sollte bei der Interpretation dieses Ergebnisses jedoch berücksichtigt werden, dass es sich um die positive Erfahrung einer Person handelt. Die nachfolgende Platzierung der Augmentation mit alloplastischem Material und autogenem Knochen spiegelt die positive Bewertung der befragten Ärzte wider. Die Lappenoperation wird bei der Berechnung des Rangdurchschnitts auf dahinterliegende Plätze verwiesen, was ihre relativ schlechte Bewertung widerspiegelt.

*Tabelle 14: Rangfolge alternativer Verfahren bei vertikalem Knochendefekt*

<b>Verfahren</b>	<b>Gew. Rangdurchschnitt</b>
GTR+	0,79
Allograft	1,43
Alloplast	1,52
Autograft	1,64
Lappen	1,89
Autograft + Alloplast	2,14
GTR	2,62

### *Furkationsbefall*

Tabelle 15 zeigt das Ergebnis des ungewichteten Rangdurchschnitts. Obwohl seltener als die Lappenoperation genannt, steht die GTR in Verbindung mit einer Augmentation am höchsten in der Gunst der befragten Ärzte. Dies scheint sich direkt aus der guten Bewertung abzuleiten. In der Rangordnung folgt die Lappenoperation. Hier spielt die häufige Bewertung der Behandlungsmethode aufgrund ihres Bekanntheitsgrades eine Rolle, denn sie erfuhr durch die einzelnen Ärzte keine gute Bewertung. Etwas weniger präferiert wird wiederum die Augmentation mit alloplastischem Material. Darauf folgt die Augmentation mit autogenem Knochen und die alleinige GTR. Auch diese Ordnung ergibt sich aus der Bewertung durch die Mediziner. Die relativ seltene Erwähnung der Verfahren verursacht deren Abfallen auf hintere Ränge. Das bessere Abschneiden der GTR gegenüber der Augmentation mit einer Mischung aus autogenem Knochen und alloplastischem Material bewirkt offenbar die häufigere Nennung der GTR.

Tabelle 15: Rangfolge alternativer Verfahren bei Furkationsbefall

Verfahren	Ungew. Rangdurchschnitt
GTR+	2,64
Lappen	2,91
Alloplast	3,95
Autograft	4,41
GTR	4,41
Autograft + Alloplast	4,64
Allograft	Keine Wertung

Tabelle 16 weist die entstehende Rangfolge beim gewichteten Rangdurchschnittverfahren aus. Die befragten Mediziner präferieren demnach am ehesten die GTR in Verbindung mit verschiedenen Augmentationsmaterialien. Dies entspricht dem Ergebnis des ungewichteten Rangdurchschnitts. Gegenüber der Lappenoperation gewinnt die Augmentation mit alloplastischem Material, da sie gut bewertet wurde und ihre seltene Nennung bei der Berechnung des Durchschnittsrangs nicht so stark ins Gewicht fällt. Die tendenzielle Besserstellung schlecht aber häufig bewerteter Verfahren wie der Lappenoperation wirkte sich demnach nicht zu gravierend aus. Hinter der Lappenoperation belegen die Augmentation mit autogenem Knochen und die Augmentation mit dem Gemisch aus autogenem Knochen und alloplastischem Material die Ränge. Die GTR ist das am wenigsten wertgeschätzte Verfahren. Sie verliert gegenüber dem ungewichteten Rangdurchschnitt, da ihre relativ schlechte Bewertung jetzt verstärkt Berücksichtigung findet.

Tabelle 16: Rangfolge alternativer Verfahren bei Furkationsbefall

Verfahren	Gew. Rangdurchschnitt
GTR+	0,60
Alloplast	0,62
Lappen	1,32
Autograft	1,57
Autograft + Alloplast	2,14
GTR	2,21
Allograft	keine Wertung

#### C.5.2.2.4 Kosten der Verfahren

Die Gesamtkosten der Behandlungsalternativen zum Fallbeispiel setzen sich im Wesentlichen wie in Tabelle 17 ersichtlich aus den abrechenbaren GOÄ- und GOZ-Positionen (gemäß mündlicher Auskunft mehrerer Experten; vgl. Definition der Gebührenpositionen in Tabelle 48) und den Sachkosten zusammen. Der Multiplikator 2,3 für die Gewichtung der Abrechnungsbeträge gilt dabei als üblicher Faktor bei der privaten Liquidierung zahnärztlicher Behandlungen. Mit Hilfe der Angaben zu angewendeten Materialien und Mengen in den Fragebögen erfolgte die Berechnung mittlerer Kosten für Sachmittel. Dabei wurden für die alloplastischen Materialien und die

Membranen die Preise der jeweils nächst größeren Standardabpackung zuzüglich MwSt. angesetzt. Für die resorbierbaren und nicht resorbierbaren Membranen ergab sich ein übereinstimmender Durchschnittspreis, der eine Differenzierung der Behandlungskosten je nach Membranart nicht notwendig macht. Die weitgehend identisch abrechenbaren Behandlungspositionen bei Furkationsbefall und vertikalem Knochendefekt erlauben eine zusammengefasste Aufführung (vgl. ausführlicher Tabelle 42, Tabelle 43 und Tabelle 47 im Anhang).

Die Ermittlung der Kosten offenbart, dass der Preis einer Behandlung vom angewendeten Verfahren und dem eingesetzten Material abhängt. Grundsätzlich ist daher ein GTR-Verfahren teurer als eine einfache Augmentation. Die Lappenoperation ist die preiswerteste Variante. Die Augmentation mit alloplastischem Material ist kostengünstiger als die Verwendung von autogenem Knochen, da die bei parodontaler Regeneration benötigte Menge an alloplastischem Material relativ gering ist. Die Mischung aus autogenem Knochen und alloplastischem Material ist aufgrund des Ansatzes von Knochengewinnung und alloplastischem Material weit teurer.

Tabelle 17: Kosten der Behandlung des Furkationsbefalls und vertikalen Knochendefekts in DM\*

Verfahren	GOÄ 2,3fach	GOZ 2,3fach	Sachmaterial Kosten	Gesamt in DM
Lappen, Lokalanästhesie	-	102,46	-	<u>102,46</u>
Autograft, Lokalanästhesie	169,64	148,00	-	<u>317,64</u>
Alloplast, Lokalanästhesie	-	148,00	87,27	<u>235,27</u>
Allograft, Lokalanästhesie*	-	148,00	Preis je nach Kno- chenbank	<u>148,00 + Material</u>
Autograft + Alloplast, Lokalanästhesie	169,64	148,00	75,88	<u>393,52</u>
GTR, Lokalanästhesie	-	261,85	140,00	<u>401,85</u>
GTR + Autograft, Lokalanästhesie	169,64	261,85	140,00	<u>571,49</u>
GTR + Alloplast, Lokalanästhesie	-	261,85	227,27	<u>501,87</u>
GTR + Protein, Lokalanästhesie	-	261,85	568,79	<u>830,64</u>
GTR + Autograft + Al- loplast, Lokalanästhesie	169,64	261,85	201,75	<u>633,23</u>

\* Nennung bei vertikalem Knochendefekt.

### C.5.2.3 Befragung Implantologie (Häufigkeit, Präferenzen, Kosten)

#### C.5.2.3.1 Einleitung

Die auf präimplantologische Regenerationsverfahren konzentrierten Fragebögen wurden an 20 kieferchirurgische Kliniken und an 15 niedergelassene Implantologen in Deutschland versendet. Die Rücklaufquote betrug insgesamt 46 Prozent. Es antworteten zehn Kliniken und sechs niedergelassene Ärzte. Da niedergelassene Ärzte erkennbar seltener Behandlungsverfahren anwenden, die eine Intubationsnarkose erfordern, erfolgt an gegebener Stelle eine getrennte Auswertung der Antworten.

Der Fragebogeninhalt besteht in einer modellhaften Beschreibung eines Standardpatienten bei dem ein Sinuslift, eine lokale Knochenaugmentation oder eine absolute Alveolarkammaugmentation notwendig ist. Zur Behandlung des Patienten sind mehrere alternative Verfahren vorgegeben.

Die Ärzte waren zu einer Angabe bezüglich der Anwendung der Verfahren in ihrer Praxis und einer Rangfolgebildung aufgefordert. Zusätzlich waren je nach Verfahren Aussagen zu Entnahmestelle (autogen), Materialbezeichnung (allogen, alloplastisch, Schmelzmatrixprotein, Membran), Menge, Mischungsverhältnis, zur Anzahl der Behandlungsphasen und angewendeten Narkoseform zu treffen (vgl. Abschnitt D.4).

#### C.5.2.3.2 Häufigkeit der Verfahren

##### *Sinuslift*

Tabelle 18 präsentiert die Ergebnisse zur Sinuslift-Vignette. Während die meisten der befragten Klinikärzte eine Mischung aus autogenem Knochen und alloplastischem Material anwenden, gaben die niedergelassenen Implantologen diese Mischung genauso oft wie ausschließlich alloplastisches Material an. Die auffällig häufige Bewertung des reinen autogenen Materials in der Klinik ist offenbar auf die notwendige Knochenmenge für einen Sinuslift zurückzuführen. Während die Kliniken das Knochenmaterial hauptsächlich aus dem Beckenkamm unter der technisch aufwändigen Intubationsnarkose (ITN) gewinnen, benutzen die befragten niedergelassenen Ärzte intraoralen Knochen unter Lokalanästhesie (vgl. Tabelle 19). Die Mischung von autogenem Knochen mit alloplastischem Material oder die ausschließliche Verwendung alloplastischem Materials scheint das ‚Mengenproblem‘ der niedergelassenen Ärzte adäquat zu lösen.

Klinikärzte führen den Sinuslift tendenziell eher und niedergelassene Implantologen fast ausschließlich in einer Behandlungsphase durch.

Tabelle 18: Häufigkeit alternativer Sinusliftverfahren

Sinuslift mit ...	Insgesamt		Klinik		Privat	
	Absolut	in %	Absolut	in %	Absolut	in %
Autograft + Alloplast	12	75	7	70	5	83
Alloplast	9	56	4	40	5	83
Autograft	9	56	6	40	3	50
Allograft	1	6	0	0	1	17

Tabelle 19: Häufigkeit ein- und zweiphasiger Implantation und der Narkoseformen\*

Sinuslift mit ...	Klinik				Privat			
	ein- phasig	zwei- phasig	Lokal- anäs- thesie	Intuba- tions- narkose	ein- phasig	zwei- phasig	Lokal- anäs- thesie	Intuba- tions- narkose
Autograft + Al- loplast	5 (71%)	3 (43%)	5 (71%)	4 (57%)	5 (100%)	-	5 (100%)	-
Alloplast	3 (75)	2 (50)	4 (100)	-	4 (80)	1 (20)	5 (100)	-
Autograft	4 (67)	2 (33)	2 (33)	6 (100)	3 (100)	-	3 (100)	-
Allograft	-	-	-	-	1 (100)	-	1 (100)	-

\* Einige Ärzte gaben an, sowohl ein- als auch zweiphasige Implantationen sowie Lokalanästhesie und auch Intubationsnarkose anzuwenden. Sie machten es von den Voraussetzungen des Patienten und dem Gewinnungsort des autogenen Knochens abhängig. Im Nenner der Verhältniszahlen steht die absolute Zahl der Ärzte, die diesen entsprechenden Fragebogen beantworteten.

### Lokale Knochenaugmentation

Zur lokalen Knochenaugmentation in dem Fallbeispiel wird von dem größten Teil der befragten Ärzten autogener Knochen angewendet (vgl. Tabelle 20). Alle Klinikärzte bringen dieses Material zum Einsatz, aber nur die Hälfte der niedergelassenen Implantologen. Letztere erwähnten vermutlich aufgrund der ihnen nur begrenzt zur Verfügung stehenden autogenen Knochenmenge (vgl. Abschnitt zum Sinuslift) häufiger die GBR in Verbindung mit einer Mischung aus autogenem und alloplastischem Material (4 Nennungen). Die Aufteilung der ITN und lokalen Anästhesie auf Kliniken und private Praxen in Tabelle 21 bestätigt dies: Ein Großteil der Kliniker gewinnt den autogenen Knochen aus dem Beckenkamm unter ITN und alle der niedergelassenen Implantologen führen die lokale Knochenaugmentation unter Lokalanästhesie durch. Die GBR in Verbindung mit autogenem Knochen (3 Nennungen) oder einer Mischung aus autogenem und alloplastischem Material (2), die reine Augmentation mit der Mischung aus autogenem und alloplastischem Material und auch die Distraction-sosteogenese führen 50 Prozent der Kliniker durch. Niedergelassene Ärzte bewerteten die autogen-alloplastische Materialmischung und ausschließlich alloplastisches Material genauso oft wie autogenen Knochen.

Tabelle 20: Häufigkeit alternativer Verfahren zur lokalen Knochenaugmentation

Lokale Knochenaugmentation mit ...	Insgesamt		Klinik		Privat	
	Absolut	in %	Absolut	in %	Absolut	in %
Autograft	13	81	10	100	3	50
GBR+	10	63	5	50	5	83
Autograft + Alloplast	8	50	5	50	3	50
Distraktion	6	38	5	50	1	17
Alloplast	3	19	0	0	3	50
Allograft	0	0	0	0	0	0

Tabelle 21: Häufigkeit ein- und zweiphasiger Implantation und der Narkoseformen

Lokale Knochen- augmentation mit ...	Klinik				Privat			
	ein- phasig	zwei- phasig	Lokal- anäs- thesie	Intuba- tions- narkose	ein- phasig	zwei- phasig	Lokal- anäs- thesie	Intuba- tions- narkose
Autograft	3 (30%)	8 (80%)	4 (40%)	8 (80%)	1 (33%)	2 (67%)	3 (100%)	-
GBR+	-	-	5 (100)	2 (40)	-	-	5 (100)	-
Autograft + Alloplast	1 (20)	5 (100)	4 (80)	2 (40)	2 (67)	1 (33)	3 (100)	-
Distraktion	-	-	2 (40)	3 (60)	-	-	1 (100)	-
Alloplast	-	-	-	-	1 (33)	2 (67)	3 (100)	-

### Absolute Alveolarkammaugmentation

Am häufigsten nannten die befragten Ärzte die absolute Alveolarkammaugmentation mit autogenem Knochen (vgl. Tabelle 22). Dabei verwenden alle befragten Klinikärzte dieses Augmentationsmaterial, jedoch nur ein Drittel der niedergelassenen Implantologen. Die Hälfte der privaten Ärzte gaben an, die vertikale Distraktionsosteogenese anzuwenden, was bei den Klinikern weniger als 50 Prozent taten. Die Ursache für die das Ausweichen der niedergelassenen Ärzte auf andere Verfahren bzw. Materialien dürfte hier auch wieder das Problem ausreichender Knochenmenge sein, die hauptsächlich aus dem Beckenkamm unter Anwendung der ITN gewonnen wird.

Im Durchschnitt sehen die Ärzte eine Restknochenhöhe von <8,5 mm als Indikation für eine absolute Alveolarkammerhöhung.

Tabelle 22: Häufigkeit alternativer Verfahren zur absoluten Alveolarkammaugmentation

Absolute Alveolarkammerhöhung mit ...	Insgesamt		Klinik		Privat	
	Absolut	in %	Absolut	in %	Absolut	in %
Autograft	12	75	10	100	2	33
Distraktion	9	56	6	40	3	50
Autograft + Alloplast	2	13	0	0	2	33

Tabelle 23: Häufigkeit ein- und zweiphasiger Implantation und der Narkoseformen

Absolute Alveolarkammer- höhung mit ...	Klinik				Privat			
	ein- phasig	zwei- phasig	Lokal- anäs- thesie	Intuba- tions- narkose	ein- phasig	zwei- phasig	Lokal- anäs- thesie	Intuba- tions- narkose
Autograft	3 (30%)	7 (70%)	-	10 (100%)	-	2 (100%)	1 (50%)	1 (50%)
Distraktion	-	-	2 (33)	4 (67)	-	-	2 (67)	1 (33)
Autograft + Alloplast	-	-	-	-	-	2 (100)	1 (50)	1 (50)

### C.5.2.3.3 Rangfolge der Verfahren

#### Sinuslift

Tabelle 24 und Tabelle 25 präsentieren die Ergebnisse der beiden Verfahren zur Rangfolgebildung jeweils für die Klinikärzte und die niedergelassenen Implantologen getrennt. Für den Sinuslift schätzen die Kliniker nach dem ungewichteten und auch dem gewichteten Rangdurchschnitt zu urteilen am meisten den autogenen Knochen, gefolgt von der Mischung aus autogenem Knochen und alloplastischem Material. Die Implantologen in der privaten Praxis halten hingegen die Mischung aus autogenem Knochen und alloplastischem Material für besser als den ausschließlichen Einsatz von autogenem Knochen. Der weite Abstand beim ungewichteten Durchschnittsverfahren gegenüber der knappen Differenz beim gewichteten Durchschnittsverfahren deutet auf eine mögliche Ursache für die abweichende Bewertung hin: Das relativ geringe intraorale Knochenangebot, welches dem niedergelassenen Implantologen genügen muss, führt zu einer selteneren Verwendung des autogenen Materials, obwohl dieses Augmentationsmaterial durchaus gut bewertet wird. Stattdessen setzen diese Ärzte eher eine Mischung aus autogenem Knochen und alloplastischem Material ein.

Tabelle 24: Rangfolge alternativer Sinusliftverfahren

Sinuslift mit ...	Klinik	Privat
	Ungew. Rangdurchschnitt	
Autograft	1,95	2,25
Autograft + Alloplast	2,00	1,67
Alloplast	2,70	2,50
Allograft	keine Wertung	3,58

Tabelle 25: Rangfolge alternativer Sinusliftverfahren

Sinuslift mit ...	Klinik	Privat
	Gew. Rangdurchschnitt	
Autograft	0,50	1,08
Autograft + Alloplast	0,89	1,00
Alloplast	1,38	1,75
Allograft	keine Wertung	4,00

### Lokale Knochenaugmentation

Betrachtet man die Ergebnisse der aggregierten Rangangaben, zeigt sich in Tabelle 26 und Tabelle 27 die lokale Knochenaugmentation mit autogenem Material am höchsten in der Gunst der Klinikärzte. Dies ist zum einen auf die gute Bewertung zum anderen aber auch auf die häufige Nennung zurückzuführen. Die Rangordnung der weiteren Methoden ist nach beiden Verfahren zur Rangfolgebildung gleich und spiegelt bei gleich häufiger Nennung die Präferenz der Ärzte eindeutig wider.

Niedergelassene Ärzte bevorzugen nach dem ungewichteten Rangdurchschnitt abweichend von den Klinikärzten am stärksten die GBR mit einer Mischung aus autogenem Knochen und alloplastischem Material, gefolgt von der Augmentation mit Autograft und der autogen-alloplastischen Materialmischung. Der gewichtete Rangdurchschnitt weist hingegen die vertikale Distraktionsosteogenese als Favorit aus. Auf Platz zwei steht die Augmentation mit Autograft und die GBR mit vornehmlich autogenem Knochen und alloplastischem Material. Die gute Platzierung der Distraktionsosteogenese besitzt ihre Ursache in der starken Betonung der einzelnen Meinung beim gewichteten Rangbildungsverfahren. Die genau umgekehrte Reihung der GBR in Verbindung mit autogenem Knochen und der Mischung aus autogenem Knochen und alloplastischem Material sowie der Augmentation mit autogenem Knochen in den beiden Aggregationsverfahren sind auf die jeweilige Vorgehensweise zurückzuführen. Die GBR wird zwar häufiger als die Augmentation mit autogenem Knochen genannt, aber im Grunde halten die niedergelassenen Ärzte die Augmentation mit autogenem Knochenmaterial für überlegen.

Tabelle 26: Rangfolge alternativer Verfahren zur lokalen Knochenaugmentation

Lokale Knochenaugmentation mit ...	Klinik	Privat
	Ungew. Rangdurchschnitt	
Autograft	1,30	2,25
Distraktion	3,30	3,42
GBR+	3,35	1,75
Autograft + Alloplast	3,55	2,83
Alloplast	keine Wertung	3,08
Allograft	keine Wertung	

Tabelle 27: Rangfolge alternativer Verfahren zur lokalen Knochenaugmentation

Lokale Knochenaugmentation mit ...	Klinik	Privat
	Gew. Rangdurchschnitt	
Autograft	0,60	0,92
Distraktion	1,33	0,67
GBR+	1,43	1,18
Autograft + Alloplast	1,73	1,44
Alloplast	keine Wertung	1,56
Allograft	keine Wertung	

### *Absolute Alveolarkammaugmentation*

Klinikärzte bevorzugen gemäß Tabelle 28 und Tabelle 29 eindeutig autogenen Knochen für die absolute Alveolarkammerhöhung und würden danach die vertikale Distraktionsosteogenese wählen. Niedergelassene Implantologen favorisieren hingegen die Distraktionsosteogenese gegenüber der Augmentation mit autogenem Material. Zur Alveolarkammerhöhung verwenden die Kliniker mehrheitlich Beckenkamm, der jedoch nur unter Intubationsnarkose gewonnen werden kann. Um dieses aufwändige Verfahren zu umgehen, könnten sich niedergelassene Ärzte eher für die Distraktionsosteogenese oder die Augmentation mit einem Gemisch aus autogenem und alloplastischem Material entscheiden.

*Tabelle 28: Rangfolge alternativer Verfahren zur absoluten Alveolarkammaugmentation*

Absolute Alveolarkammaugmentation mit ...	Klinik	Privat
	Ungew. Rangdurchschnitt	
Autograft	1,10	1,58
Distraktion	2,10	0,91
Autograft + Alloplast	keine Wertung	1,75

*Tabelle 29: Rangfolge alternativer Verfahren zur absoluten Alveolarkammaugmentation*

Absolute Alveolarkammaugmentation mit ...	Klinik	Privat
	Gew. Rangdurchschnitt	
Autograft	0,6	2,25
Distraktion	1,22	0,78
Autograft + Alloplast	keine Wertung	2,75

#### *C.5.2.3.4 Kosten der Verfahren*

Auf Grundlage empfohlener Abrechnungsmöglichkeiten der GOÄ- und GOZ-Positionen (gemäß mündlicher Auskunft mehrerer Experten; vgl. zur Definition der Gebührenpositionen Tabelle 48) sowie der Informationen der Ärzte zu Materialien und Vorgehensweise bei der Behandlung erfolgte die Kalkulation der Kosten alternativer Standardtherapien. Bei stationärer Behandlung eines Privatpatienten erfolgt der zusätzliche Ansatz des tagesgleichen und krankenhausindividuellen Pflegesatzes. Tabelle 30 bis Tabelle 32 enthalten eine kurze Darstellung der Ergebnisse (vgl. ausführlicher dazu Tabelle 44 bis Tabelle 47 im Anhang).

*Sinuslift*

Tabelle 30: Kosten des Sinuslift in DM

Verfahren	GOÄ 2,3fach	GOZ 2,3fach	Sachmaterial Kosten	Gesamt in DM
Sinuslift mit Autograft, ITN, Lokalanästhesie	1410,64		-	<u>1410,64 + Pflege- satz (ITN)</u>
	1276,92	35,42	-	<u>1312,34 (LA)</u>
Sinuslift mit Alloplast, Lokalanäs-thesie	931,07	35,42	370,50	<u>1336,99 (LA)</u>
Sinuslift mit Allograft, Lokalanästhesie	888,86	35,42	Preis je nach Knochenbank	<u>924,28 + Mate- rial (LA)</u>
Sinuslift mit Autograft + Alloplast, ITN	1646,62	-	123,50	<u>1770,12 + Pfe- gesatz (ITN)</u>
Lokalanästhesie	1512,90	35,42	123,50	<u>1671,82 (LA)</u>

Tabelle 31: Kosten der lokalen Knochenaugmentation in DM

Verfahren	GOÄ 2,3fach	GOZ 2,3fach	Sachmaterial Kosten	Gesamt in DM
Autograft, ITN	725,24	-	-	<u>725,24 + Pflegesatz</u>
Lokalanästhesie	591,52	32,89	-	<u>(ITN) 624,41 (LA)</u>
Alloplast, Lokalanästhesie	464,09	32,89	308,75	<u>805,73 (LA)</u>
Autograft + Alloplast, ITN	961,22	-	185,25	<u>1146,47 + Pflegesatz</u>
Lokalanästhesie	827,50	32,89	185,25	<u>(ITN) 1045,64 (LA)</u>
GBR + Autograft, Lokalanästhesie	683,29	32,89	140,00	<u>856,18 (LA)</u>
GBR + Autograft + Alloplast, ITN	1052,99	-	325,25	<u>1378,24 + Pflegesatz</u>
Lokalanästhesie	919,27	32,89	325,25	<u>(ITN) 1277,41 (LA)</u>
Distraction, ITN	1647,37	-	1200,00	<u>2847,37 + Pflegesatz</u>
Lokalanästhesie	1577,11	-	1200,00	<u>(ITN) 2777,11 (LA)</u>

Tabelle 32: Kosten der absoluten Alveolarkammaugmentation in DM

Verfahren	GOÄ 2,3fach	GOZ 2,3fach	Sachmaterial Kosten	Gesamt in DM
Autograft ITN Lokalanästhesie	943,66	-	-	<u>943,66 + Pfleagesatz (ITN)</u> 860,54 (LA)
Autograft + Alloplast, ITN Lokalanästhesie	1179,64	-	308,75	<u>1488,39 + Pfleagesatz (ITN)</u> 1405,27 (LA)
Distraktion, ITN Lokalanästhesie	1647,37	-	1200,00	<u>2847,37 + Pfleagesatz (ITN)</u> 2777,11 (LA)

## **C.6 Diskussion**

### **C.6.1 Kosten und Wirksamkeit der Augmentationstherapien**

Eine rationale Empfehlung für oder gegen eine bestimmte parodontologische Behandlung oder prothetische Versorgungsform setzt aus gesundheitsökonomischer Sicht eine explizite Abwägung von Kosten und Nutzen alternativer Therapien voraus. Die nun folgenden Abschnitte demonstrieren diesen Evaluationsansatz für einige ausgewählte Behandlungsalternativen auf Grundlage der in den Kapiteln Ergebnisse der Literatur zur klinischen Effektivität der Augmentationstherapien und Ergebnisse der Feldstudie beschriebenen Informationen.

Dieses Vorgehen folgt den Schritten einer klassischen Technologiebewertung (vgl. beispielsweise Anderson 1998). Es ist zudem als eine logische Konsequenz der momentan ungünstigen Informationssituation in Bereich zahnmedizinischer Studien zu verstehen. Zu Anfang steht ein Vergleich der klinischen Effektivität alternativer Behandlungsoptionen anhand hochwertiger medizinischer Evidenz. Daraufhin wird ein Zusammenhang zwischen diesen Ergebnissen und den Erkenntnissen aus der Feldstudie hergestellt. Dabei werden die Relationen aus abrechenbaren Behandlungskosten und Effektivität in einer Kosten-Effektivitäts-Analyse dargestellt. Die Auswertung der Nennungshäufigkeit der unterschiedlichen Verfahren in den Fragebögen und die subjektive Bewertung der Ärzte für einzelne Verfahren ergibt im Anschluss daran interessante Einblicke in die Wechselwirkungen zwischen klinischer Evidenz, Arztpräferenzen und den Behandlungskosten.

#### **C.6.1.1 Kosten und Wirksamkeit der Knochenaugmentation in der Parodontologie**

Bei der parodontologischen Knochenaugmentation handelt es sich um ein recht junges Verfahren, dessen Behandlungserfolg bis heute wenig prognostizierbar und noch immer nicht vollständig erklärt ist (Caton 1997). Diese Therapie ist ein typisches Beispiel für eine neue medizinische Technologie, die sich ihre Indikationen in der Praxis selbst gesucht hat, ohne dass bisher umfassende Studien zur Evaluation stattfanden. Dabei sind die Regenerationsverfahren sehr aufwändig und technisch anspruchsvoll. Ein weiteres Argument für die Evaluation der Augmentationstherapie in der Parodontologie ist die Überschneidung ihres Indikationsbereiches mit demjenigen der konventionellen chirurgischen Parodontalbehandlungen.

##### ***C.6.1.1.1 Klinische Effektivität***

Auf Grundlage hochwertiger Evidenz (Level I und II) stellt Gernreich et al. (2003) fest,

dass die Augmentation mit dem Allograft DFDBA in den drei Parametern Sondierungstiefe, Attachmentgewinn und Gewinn an Knochensubstanz signifikant bessere Ergebnisse erzielt als das Kontrollverfahren offene Lappenoperation. Alloplastische Kalziumverbindungen (Kalziumphosphat, Kalziumkarbonat, Kalziumsulfat) erreichen nur hinsichtlich des Zugewinns an Knochensubstanz signifikant bessere Ergebnisse als die Kontrolltechnik, das Alloplast Bioglas nur in der Kategorie Verringerung der Sondierungstiefe. Für eine effektivitätsmäßige Überlegenheit von Hydroxylapatit (alloplastische Kalziumverbindung) besteht in keiner Ergebniskategorie Evidenz. Eine additive Verwendung von Membranen kann aufgrund der Evidenz nicht befürwortet werden, denn sie weisen keine erhöhte Effektivität gegenüber den reinen Augmentationstechniken auf.

Unsere Auswertung der Literatur auf höchstem Evidenzlevel (Level I und II) ergibt auch Hinweise auf die Geeignetheit der Materialien für die Behandlung einzelner Defekttypen. Bei der Behandlung vertikaler Knochendefekte erbringt Allograft in der langen Frist sowohl einen signifikant besseren Attachmentgewinn als auch eine verringerte Sondierungstiefe (Flemmig et al. 1998) und eine Mischung aus Allograft und Alloplast einen signifikant stärkeren Knochenaufbau (Kim et al. 1998) als die Lappenoperation. Die Anwendung von Xenograft und Allograft zur Regeneration von Knochentaschen stellt sich bei Richardson et al. (1999) im Hinblick auf erreichbare Sondierungstiefe und klinisches Attachmentniveau gleichwertig dar. Ein Vergleich von Lappenoperation und GTR mit und ohne Knochenaugmentat hinsichtlich erreichbarer Sondierungstiefe und klinischem Attachmentniveau weist auf eine signifikante Überlegenheit der GTR-Verfahren hin, die jedoch stark indikationsabhängig ist (Needleman et al. 2001). GTR, Augmentation mit Alloplast und eine Kombination aus GTR und diesem Alloplast beweisen in einer weiteren Studie hinsichtlich Sondierungstiefe, klinischen Attachmentgewinns, gingivaler Rezessionen und Knochenhöhe signifikant bessere Ergebnisse als die Lappenoperation (Kim et al. 1996). Die Behandlung von Knochentaschen mit einem Kombinationspräparat aus einem Alloplast und einem synthetischen Zellbindungsprotein ergibt bezüglich der Defektauffüllung das beste Ergebnis, gefolgt von einem Allograft und der Lappenoperation (Yukna et al. 1998). Kein Unterschied in denselben Erfolgskategorien zeigt sich beim Einsatz von Enamel-Matrixprotein gegenüber der GTR (Sculean et al. 1999).

Die Studien zu Regenerationstherapien von Furkationsdefekten der Klasse II verdeutlichen, dass die Kombination von GTR und Allograft gegenüber der ausschließlichen GTR einen signifikanten Vorteil in der Reduktion horizontaler Sondierungstiefe aufweist (De Leonardis 1999). Eine andere Untersuchung der relativen Effektivität dieser Verfahren bestätigt dies und zeigt ebenfalls signifikant geringere Sondierungstiefen und mehr Knochenauffüllung bei der Kombinationstherapie (Luepke et al. 1996).

### *C.6.1.1.2 Gegenüberstellung von Kosten und klinischer Effektivität*

Bewertet man den Ressourcenverbrauch der Behandlungsverfahren anhand der Abrechnungskosten zeigt sich, dass der Einsatz von jeglichem Knochen(ersatz)materialien teurer als die Lappenoperation ist. Folglich besteht zur Behandlung der betrachteten parodontalen Defekte ein klassischer Zielkonflikt zwischen Kosten und Effektivität, da die Augmentationsverfahren nicht nur wirksamer, sondern auch teurer als die Lappenoperation sind. Das inkrementelle Verhältnis zwischen Kosten und Effektivität der Behandlungsalternativen muss daher eine Bewertung durch die institutionalisierten Entscheidungsträger im Gesundheitssystem oder die Versicherten erfahren.

Der Einsatz von Membranen steigert den Abrechnungskosten in den möglichen Defektypologien erheblich, so dass diese Behandlungsansätze aufgrund ihrer Kosten-Nutzen-Relation durch die Augmentationsverfahren dominiert werden.

Da zwei Veröffentlichungen auf die Vorteilhaftigkeit der GTR in Verbindung mit Allograft gegenüber der reinen GTR bei der Behandlung von Furkationsdefekten hinweisen, kann hier wiederum ein Zielkonflikt zwischen zusätzlicher Wirksamkeit aber auch Kosten festgestellt werden.

### *C.6.1.1.3. Praxiserfahrungen mit Augmentationen (Häufigkeit, Anwenderpräferenzen)*

Die meisten befragten Parodontologen wenden am häufigsten die Lappenoperation und die GTR in Verbindung mit verschiedenen Knochenmaterialien an. Etwas abgeschlagen in der Häufigkeit der Nennungen zur Behandlung von vertikalen Knochendefekten rangieren die Augmentation mit jeweils Autograft, Alloplast sowie die reine GTR und zur Therapie des Furkationsbefalls die Augmentation mit Alloplast wie auch die reine GTR. Dies ist in Anbetracht der Evidenz aus der Literatur ein interessantes Ergebnis, denn es könnte darauf hinweisen, dass in der Praxis der Entscheid zwischen Augmentationsverfahren und Lappenoperation tendenziell zugunsten der preiswerteren aber weniger effektiven Lappenoperation ausfällt. Ein Blick auf die Kosten der einzelnen Behandlungen macht deutlich, dass die Lappenoperation tatsächlich auch das günstigste Verfahren darstellt. Andererseits könnte auch der Bekanntheitsgrad und die daraus resultierende Anwendungsroutine beim Arzt selbst einen Erklärungsansatz bieten.

Die häufige Nennung der aus ihrer inkrementellen Kosten-Effektivitäts-Position heraus dominierten GTR-Verfahren ist ebenso überraschend. Die Auswertung der geäußerten Präferenzen zeigt zu beiden befragten Defektypen, dass Ärzte, die tatsächlich Alloplast oder Allograft augmentieren und GTR-Verfahren anwenden, diese Behandlungsmethoden der Lappenoperation vorziehen (vgl. Tabelle 14 gegenüber Tabelle 13 oder Tabelle 16 gegenüber Tabelle 15). Dabei sind die GTR-Anwendungen nochmals beliebter als die reine Augmentation. Als Ursachen für die Bedeu-

tung der teuren GTR-Verfahren kommen eine positive Nachfragebeeinflussung durch den Arzt, moralisches Risiko bei Patienten mit umfassender Versicherungsdeckung oder speziell bei der Behandlung von Furkationsdefekten die evidenzbegründeten guten Behandlungsergebnisse in Frage. Eventuell wirkt sich aber auch eine Empfehlung der DGZMK (1999) aus, die sich bei der Behandlung von Furkationsdefekten des Grades II für das GTR-Verfahren ausspricht.

Obwohl die medizinische Evidenz dem Allograftmaterial große Effektivitätsvorteile in der Augmentationsbehandlung nachweist und auch nicht zu den teuren Behandlungsoptionen zählt, scheint sich dieses Material in der Praxis nicht durchzusetzen. Lediglich ein Spezialist gab an, für die Behandlung von vertikalen Knochendefekten Leichenknochen einzusetzen. Er stufte die Eigenschaften dieses Materials für die Praxis auch als vorteilhaft ein. Die seltene Anwendung Allografts resultiert vermutlich aus der geringen Größe des Defekts, die eine Anwendung von Knochenbankmaterial nicht erzwingt, oder auch der natürlichen Abneigung der Patienten gegenüber körperfremdem Knochen.

Obwohl in seiner Wirksamkeit nicht evidenzbasiert wird autogener Knochen von vielen Ärzten zur Behandlung von vertikalen Knochendefekten verwendet.

#### C.6.1.2 Kosten und Wirksamkeit präimplantologischer Knochenaugmentation

Die Implantat-Therapie bedarf im besonderen Maße einer Evaluation, da es eine breite Palette an unterschiedlich aufwändigen Implantatverfahren gibt und am Anfang einer Implantattherapie im Vergleich zu anderen prothetischen Versorgungsformen hohe Kosten stehen (Zarb & Lewis 1992). Van der Wijk et al. (1998) zeigten beispielhaft drei- bis siebenfach höhere Kosten für eine implantatgestützte Prothese im Oberkiefer gegenüber einer konventionellen Versorgung. Diese Aussagen gelten verstärkt bei vorgelagerter Knochenaugmentation.

Eine Bewertungsschwierigkeit stellt allerdings die Wahl der relevanten alternativen Behandlungsoptionen zur Knochenaugmentation vor Implantation dar, da momentan die Wirksamkeit der Distractionsosteogenese und der BMP noch nicht systematisch evidenzbasiert ist. Eine konventionelle Zahnprothese dürfte bei reduzierter Knochenbasis nur bedingt einsetzbar sein.

##### *C.6.1.2.1 Klinische Effektivität*

Aufgrund der Auswertung der derzeit besten zur Verfügung stehenden Evidenz (Level II, III, IV) zeigt Gernreich et al. (2003), dass gemessen an der Implantatüberlebensrate Autograft, Allograft (DFDBA) und Alloplast (Hydroxylapatit, Kalziumverbindungen) eine in etwa gleiche Effektivität aufweisen. Auch die Kombination des Al-

lografts und der alloplastischen Materialien mit jeweils anderen Knochensubstanzen verändert die Erfolgsgröße nicht. Genau so erbringt der additive Einsatz von Membranen nach diesem Bewertungsverfahren keine weiteren Vorteile gegenüber der alleinigen Verwendung von Knochenmaterial. Mit 85-100% entspricht die festgestellte Überlebensrate jener, die bei Implantaten in ausreichend natürlichem Knochenbestand beobachtet werden.

Weiterhin stellt das medizinische HTA zum Verhältnis von Defekttyp und Wirksamkeit der Materialien fest, dass partikuläre Substanzen wie autogene Knochenspäne, DFDBA, Hydroxylapatit und Kalziumverbindungen besser als blockförmige Materialien wie entsprechend strukturiertes Autograft für die Augmentation im Oberkiefer (speziell Sinuslift) geeignet sind. Für die Augmentation im Unterkiefer gilt diese Feststellung genau mit entgegengesetztem Vorzeichen. Eine von Gernreich et al. (2003) zitierte Studie berichtet von der erfolgreichen Behandlung von Dehizenszdefekten mit der GBR in Verbindung mit dem oben genannten Allograft. Für die großvolumige Kammaugmentation im Ober- und Unterkiefer wird insbesondere der Einsatz von Autograft allein oder die GBR in Verbindung mit Allograft hervorgehoben.

Gernreich et al. (2003) ermittelt, dass die ein- und zweiphasige Vorgehensweise bei Augmentation und Implantation im Unterkiefer gleich effektiv ist. Im Oberkiefer hingegen hängt die vorzuziehende Operationsvariante von der Materialstruktur ab, wobei geblocktes, autogenes Material beim einphasigen Sinuslift gemessen an der Überlebensrate des Implantats einen Vorteil aufweist. Im Gegenteil dazu zeigt die Untersuchung von Wannfors et al. (2000) speziell für den Sinuslift mit autogenem Beckenkamm, dass die einphasige gegenüber der zweiphasigen Operationsweise ein fast doppelt so hohes Risiko des Implantverlustes in sich birgt.

#### *C.6.1.2.2. Gegenüberstellung von Kosten und klinischer Effektivität*

Die Auswertung der Studien bezüglich der Kosten-Effektivitätsrelation von Materialien zum Sinuslift deutet auf einen starken Nachteil der Augmentation mit Beckenkammknochen hin, die vergleichsweise hohe Kosten sowohl im Gesundheitssektor als auch beim Patienten selbst auslöst (vgl. auch Kübler et al. 1998, 1999). Dahingegen demonstrieren die ambulant augmentierbaren, partikulären Knochenmaterialien eine relative Überlegenheit. Zur Maximierung des Outcomes bei begrenztem Budget sollte daher bei gleicher Wirksamkeit der einzelnen Knochenmaterialien die nach Marktpreis günstigste Knochensubstanz gewählt werden.

Bis die Vorteilhaftigkeit des ein- oder zweiphasigen Sinuslift nicht eindeutig evidenzbasiert ist, sollte in der Praxis das für den Patienten weniger belastende und vermutlich weniger aufwändige einphasige Operationsvorgehen gewählt werden.

Der Preis eines Verfahrens zur lokalen Knochenaugmentation (dazu zählen die Be-

handlung von Dehiszenzen, Fenestrationen, Knochenmangel nach Zahnextraktion und die lokale Alveolarkammerhöhung.) hängt stark vom grundsätzlichen Vorgehen und den eingesetzten Materialien ab. So ist die reine Augmentation preiswerter als die GBR plus Augmentation und diese wiederum kostengünstiger als die vertikale Distraktionsosteogenese. Die Verwendung autogenen Knochens ist kostengünstiger als alloplastisches Material und die Mischung aus autogenem Knochen und alloplastischem Material relativ teuer. Da die derzeit relevante Evidenz keinem Augmentationsverfahren einen offenbaren Vorteil einräumt bzw. die medizinische Effektivität der Distraktionsosteogenese heute noch nicht abschließend geklärt ist, kann aus der Abwägung von Kosten und Effektivität heraus lediglich die Anwendung von Autograft, Alloplast oder auch Allograft in einer ambulanten Operation empfohlen werden.

In Ermangelung eindeutiger Evidenz können zur absoluten Alveolarkammerhöhung nach Abwägung von Kosten und klinischer Effektivität auch wiederum nur die preiswerteren Verfahren empfohlen werden. Hierzu zählt an erster Stelle die ambulant durchführbare Augmentation von Autograft, Alloplast oder Allograft. Der überaus hohe Preis der Distraktionsosteogenese und die derzeit mangelnde hochwertige Evidenz für die relative Wirksamkeit spricht dabei gegen den bevorzugten Einsatz des Verfahrens in der Praxis.

#### *C.6.1.2.3 Praxiserfahrungen mit Augmentationen (Häufigkeit, Anwenderpräferenzen)*

In der Befragung zu den angewendeten Sinusliftmaterialien gaben die meisten Kieferchirurgen eine Mischung aus Autograft und Alloplast und an zweiter Stelle diese beiden Materialien jeweils ausschließlich an. Die große Beliebtheit des Sinuslift mit der Mischung aus autogenem und alloplastischem Material deutet dabei auf eine positive Nachfragebeeinflussung durch die Ärzte oder aber auf einen patientenseitigen Nachfrageeffekt durch Versicherungsdeckung (moralisches Risiko) hin, da es sich hierbei, nach Höhe der Abrechnungskosten zu urteilen, um das teuerste Verfahren sowohl bei ambulanter als auch stationärer Durchführung handelt. Aber auch die sich abzeichnende Präferenz der Klinikärzte für das Beckenkamm-Autograft erstaunt. Nicht nur die Abrechnungskosten dieser Behandlung sind relativ hoch, Kübler et al. (1998, 1999) weisen daneben auch auf die relativ hohe Zahl von Arbeitsunfähigkeitstagen und Komplikationen sowie Schmerztagen hervorgerufen durch die Beckenkammoperation hin. Auch hier kann wiederum eine Nachfrageinduktion durch die Ärzte nicht ausgeschlossen werden.

Eine Mehrheit der befragten Ärzte führt den Sinuslift einphasig durch. Da die Literatur zur besten Vorgehensweise bei der Sinusliftoperation jedoch widersprüchliche Aussagen macht, ist die Situation in der Realität im Hinblick auf die Patienteninteressen erklärbar. Erstens dürfte das einphasige Vorgehen preiswerter und zweitens weniger physisch belastend sein.

Ursache für die häufige Nennung von autogenem Knochen und der GBR-Techniken zur lokalen Knochenaugmentation, welche die Befragung der Ärzte ergab, kann zumindest bei der ambulanten Autograaftaugmentation im preislichen Vorteil für den Patienten liegen. Die GBR in Verbindung mit verschiedenem Material belegt jedoch auf der Beliebtheitsskala nur einen mittleren Platz und gehört zu den teuren Behandlungsvarianten. Es steht zur Diskussion, inwiefern die Ärzte hier die Nachfrage positiv beeinflussen. Erstaunlich großer Beliebtheit erfreut sich weiterhin die Distraktionsosteogenese; zumindest bei den Ärzten, die sie anwenden (vgl. Tabelle 27 gegenüber Tabelle 26). Zugleich ist sie laut abrechenbaren Kosten die derzeit teuerste Behandlungsalternative und ihre medizinische Wirkung ist nicht evidenzbasiert. Auch hier ist eine Nachfrageinduktion durch den Arzt bzw. die Auswirkung von moralischem Risiko nicht auszuschließen.

Die häufig genannte und von den Klinikärzten positiv bewertete absolute Alveolar-kammaugmentation mit autogenem Knochen ist zugleich auch die preiswerteste der drei in der Feldstudie untersuchten Alternativen. Eventuell aus Mangel an autogenem Knochen wenden die niedergelassenen Implantologen aber auch öfter die Distraktionsosteogenese an und bewerten diese auch besser. Da es sich hierbei um die teuerste Behandlungsvariante handelt, ist eine positive Nachfragebeeinflussung durch den niedergelassenen Arzt oder wiederum moralisches Risiko hervorgerufen durch Versicherungsdeckung zu vermuten.

### **C.6.2 Qualität der Studien**

Entscheidungen für oder gegen eine Behandlungsmethode sollten auf der Basis systematisch zusammengefassten Expertenwissens getroffen werden (Rienhoff & Leiner 2000). Weisen allerdings schon die Primärstudien methodische oder inhaltliche Mängel auf, ist jede darauf aufbauende Urteilsbildung fragwürdig, wenn sie nicht wenigstens auf diese Schwächen hinweist. Der folgende Abschnitt ist daher den qualitativen Mängeln der eingeschlossenen Literatur gewidmet und sollte als Anregung für zukünftig durchzuführende Studien dienen.

Ein systematisches Review hochwertiger wissenschaftlicher Evidenz ist nach der Agency for Health Care Policy and Research (AHCPR) als die höchste Evidenzstufe wissenschaftlicher Veröffentlichungen anzusehen (Richards 2000). Es setzt sich aus der qualitativen und quantitativen Aus- bzw. Bewertung vorhandener Literatur zusammen. In der Metaanalyse erfolgt die statistische Zusammenfassung der Erkenntnisse zur Wirksamkeit einer medizinischen Technologie wie sie aus einzelnen Evidenzstudien gewonnen werden. Prüft man die beiden eingeschlossene HTA (Gernreich et al. 2003, Needleman et al. 2001) stellt man kaum methodische Mängel fest. Sie basieren auf der besten verfügbaren Evidenz, die nach einem logischen Algorithmus aufgefunden und ausgewertet wurde.

Die eingeschlossenen randomisierten kontrollierten klinischen Studien weisen verschiedene Schwachpunkte auf. Zum einen reicht die Spannweite bei der Fallzahl von 12 (de Leonardis et al. 1999) bis 80 Patienten (Kim et al. 1996). Bei starker Heterogenität der Indikationen in Kombination mit den Patienteneigenschaften variieren jedoch die Behandlungserfolge so stark, dass die Höhe der Fallzahlen einen entscheidenden Einfluss besitzt (Reddy & Jeffcoat 2000). Ein methodisch hochwertiges randomisiertes Studiendesign kann bei zu geringer Fallzahl die Aussagekraft nicht sonderlich verbessern. Weiterhin fällt eine starke Variabilität der Frist zur Kontrolle der Behandlungsergebnisse auf. Bei den Studien zur parodontalen Regeneration reicht sie von acht Wochen (Sculean et al. 1999) bis drei Jahren (Flemmig et al. 1998). Wannfors et al. (2000) als einzige randomisierte Studie zu Implantaten in regeneriertem Knochen kontrolliert die Implantatstabilität nach einem Jahr. Dabei dürfte für eine zuverlässige Erfolgseinschätzung der präimplantologischen Knochenregeneration eine Frist von mindestens fünf Jahren wie zur Beurteilung der Implantatstabilität (Albrektsson et al. 1986) als angemessen gelten. Bei der Knochenregeneration in der Parodontologie hängt diese Frist hingegen von der Stabilität der Ergebnisse ab, d.h. drei bis sechs Monate für neues Attachment und bei resorbierbaren Membranen bis zur vollständigen Absorption (Caton 1997). Weiterhin sind derart unscharfe Angaben zur Sondierungstiefe wie  $>3$  mm als Einschlusskriterium nicht sonderlich hilfreich (Richardson et al. 1999, Yukna et al. 1998). Im Grunde erfüllt diese Schwelle fast jeder Patient mit behandlungsbedürftiger Parodontitis, so dass die Heterogenität der behandelten Personen durch dieses Kriterium keineswegs abnimmt. Die Folge einer unkontrollierten Vermischung unterschiedlicher Patienten- und Indikationseigenschaften besteht in einem verzerrten und undifferenzierten Bild der Therapiewirksamkeit (Caton 1997, Machtei & Schallhorn 1995 zur Bedeutung dieser Faktoren in Studien zu parodontalen Regenerationstherapien sowie Wannfors et al. 2000, Mellonig & Nevins 1995 zur präimplantologischen Augmentation).

Eine besondere Kritik trifft die Studien zur parodontalen Regeneration, die durchweg die Verringerung an Sondierungstiefe und Gewinn an klinischem Attachment als Erfolgsgrößen heranziehen. Dabei dürften die Probleme (vgl. Abschnitt C.2.2.2.1, DGZMK 1998) dieser Befundungsmethoden um eine ungenaue Angabe des Behandlungserfolgs bekannt sein. Zudem handelt es sich bei allen Erfolgsparametern wie Attachmentgewinn, Verringerung der Sondierungstiefe und Gewinn an knöcherner Substanz um Surrogaterfolgsgrößen. Das Überleben von Zähnen, das als eigentlicher Endpunkt der Behandlung gesehen werden kann, bleibt unerfasst (vgl. Gernreich et al. 2003).

Die beiden einzigen Studien mit Aussagen zur Kosten-Effektivitätsrelation (Kübler et al. 1999, 1998) sind leider auch diejenigen mit der schlechtesten methodischen Qualität, denn sie weisen weder eine sonderlich hohe Fallzahl auf, sind nicht randomisiert, noch fanden sie über einen längeren Zeitraum oder in verschiedenen Kliniken statt. Eine penible Kontrolle der Qualität des Studiendesigns ist jedoch auch bei gesundheitsökonomischen Primärstudien zwingend notwendig.

### C.6.3 Bewertung des Behandlungserfolges von Augmentationstherapien

#### C.6.3.1 Bedeutung der Patientenpräferenzen

Die betrachteten Augmentationstherapien verändern die Morbidität des Patienten, welche mit Hilfe einer Vielzahl relativ unproblematisch anwendbarer klinischer Parameter beschrieben wird. Schwer zu erfassen sind hingegen die Auswirkungen der Therapien auf das individuelle Wohlbefinden. So gibt es Untersuchungen, die zeigen, dass sich Veränderungen in der Zahngesundheit durchaus stark auf die Lebensqualität eines Menschen auswirken (vgl. John & Micheelis 2000, Karlsson et al. 1995, Reisine et al. 1989). Die Berücksichtigung dieser Erfolgskomponente in der umfassenden Evaluierung einer medizinischen Technologie ist daher logisch und konsequent (Awad et al. 2000, MacEntee & Walton 1998, Locker 1996).

Lebensqualität ist jedoch ein schwer zu beschreibendes mehrdimensionales Konzept. Vermutlich ist dies auch eine Hauptursache dafür, dass die Veränderung der Lebensqualität durch zahnmedizinische Technologien in den entsprechenden Studien schlecht erfasst oder vernachlässigt wird (vgl. Locker 1998, O'Brien et al. 1998). Sie lässt sich am ehesten als einen Vektor charakterisieren, der Einträge aus dem physiologischen und psychologischen Bereich sowie das Sozialleben betreffende Attribute enthält (vgl. Locker et al. 1988). Doch wie bewertet man am besten diesen Teil des Behandlungsergebnisses?

Vier Reviews (Cortellini & Bowers 1995, Machtei & Schallhorn 1995, Mellonig & Nevins 1995 und Levine & Shanaman 1995) zu parodontologischen und implantologischen Augmentationstherapien zeigen Ansätze, neben klinischen und histologischen Erfolgsgrößen auch die Bewertung aus Patientensicht systematisch in die Evaluation alternativer Behandlungsverfahren einzubeziehen. Levine & Shanaman (1995) stellen beispielsweise die Patienteneinschätzung als einen Index aus Erleichterung der Pflege, Gingivarezession, physischer Belastung resultierend aus der Behandlung und einem Indikator für die subjektive Wertschätzung dar. Bei der Therapie von Knochentaschen, Dehiszenzen sowie Furkationen der Klasse II schneidet dabei die GTR mit resorbierbarer Membran am besten ab, gefolgt von der Resektion, dem Scaling plus Wurzelglättung, der lokalen chemischen Behandlung und der Unterlassungsalternative. Die GTR mit nicht resorbierbarer Membran vor einer Implantation ziehen die Patienten dem direkten Implantateinsatz in den resorbierten Knochen vor.

Als Gemeinsamkeit und Nachteil aller vier Veröffentlichungen erweist sich jedoch, dass die Ärzte im Forscherteam sowohl die relevanten Erfolgskategorien festlegten als auch deren Bewertung durchführten. Einem derartigen Vorgehen haftet unweigerlich die Vermutung einer gezielten Ergebnisverzerrung durch die persönlichen Interessen des einzelnen Arztes an. Die Abbildung der wahren Patientenpräferenzen durch das Bewertungsverfahren ist daher ungewiss (Anderson 1998, Johannesson et al. 1996). Einige Untersuchungen weisen zudem auf nicht zu vernachlässigende Wertedifferenzen zwischen Ärzten und ihren Patienten hin, die zu berücksichtigen

sind (vgl. Schmidt et al. 1999 oder Jachuk et al. 1982).

Die Befragung von tatsächlich und potenziell betroffenen Personen aus der Bevölkerung zu ihrer Wertschätzung für bestimmte Veränderungen der Lebensqualität ist aus diesem Grund eine zu betrachtende Bewertungsalternative. Torrance (1986) weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass sich die Einschätzungen zwischen tatsächlich durch einen Gesundheitszustand betroffene Personen und zufällig ausgewählter allgemeiner Bevölkerung nicht nachweisbar voneinander unterscheiden. Für diese Vorgehensweise spricht aber auch die Rolle der Bevölkerung auf dem Markt für Augmentationsleistungen. Letztlich sind sie es selbst, die im Bedarfsfall eine Nachfrage nach der entsprechenden medizinischen Technologie äußern sollten und deren individuelle Erwartungen über die Wahrscheinlichkeit sowie den individuellen Nutzen der Behandlung von Bedeutung ist (vgl. Anderson 1998).

#### C.6.3.2 Evaluation bei mehrdimensionalem Behandlungsergebnis

Die Bewertung von medizinischen Technologien mit mehr als einem Behandlungsergebnis stellt eine besondere Herausforderung an das Bewertungsverfahren dar. Wie Tabelle 10 anzeigt, ist in solchen Fällen die einfache Kosten-Effektivitäts-Analyse keine sinnvolle Entscheidungshilfe mehr.

Für parodontale Regenerationstherapien und präimplantologische Augmentationen liegen Angaben zu mehreren Erfolgskategorien vor (vgl. Locker 1998, Buser & Tonetti 1997, Guckes et al. 1996, Matthews & McCulloch 1993, Lynch 1992), so dass man sich auch hier entweder für eine wesentliche Größe wie den Behandlungserfolg in Form des überlebten Zahns entscheidet oder einen Index bildet, in den alle Behandlungsergebnisse mit definierter Gewichtung eingehen. Die bei der Indexbildung möglicherweise auftretenden Zielkonflikte sind dabei durch ein bestimmtes Bewertungsverfahren zu lösen.

Zum einen wäre hierzu die Durchführung einer Regressionsanalyse zu erwägen, die den Einfluss einzelner Erfolgsparameter auf das gewünschte Behandlungsergebnis feststellt. Eine Analyse der Wertschätzung der Behandlung aus der Sicht von tatsächlich und potenziell Betroffenen könnte zum anderen von Vorteil sein (Yule 1986). Die Bewertung von Veränderungen in der Lebensqualität erfolgte in diesem Fall durch die Ermittlung kardinaler Nutzen oder die monetäre Bewertung dieser Nutzen. Als Beispiel für eine derartige Analyse zu einer zahnmedizinischen Technologie sei hier die Arbeit von Antczak-Boukoms & Weinstein (1987) genannt, die chirurgische und nicht chirurgische Parodontalbehandlungen auf der Basis der Quality Adjusted Tooth Years (QATY) vergleichen. Sie veranschaulichen eine weitere Problemstellung bei der Bewertung alternativer Behandlungsoptionen in der Parodont- und Implantologie (nach Perleth 2000). Sowohl Erfolg als auch Kosten dieser Technologien hängen von den Eigenschaften der Patienten als auch dem Defekttyp ab (vgl.

Caton 1997). Die beiden dreidimensionalen Evidenzräume zeigen die starke Differenziertheit der Behandlungsbedingungen. Streng genommen ist daher eigentlich nur der Therapievergleich in äquivalenten Ergebnisvektoren, d.h. bei gleichen Defekten und Patienteneigenschaften, sinnvoll.

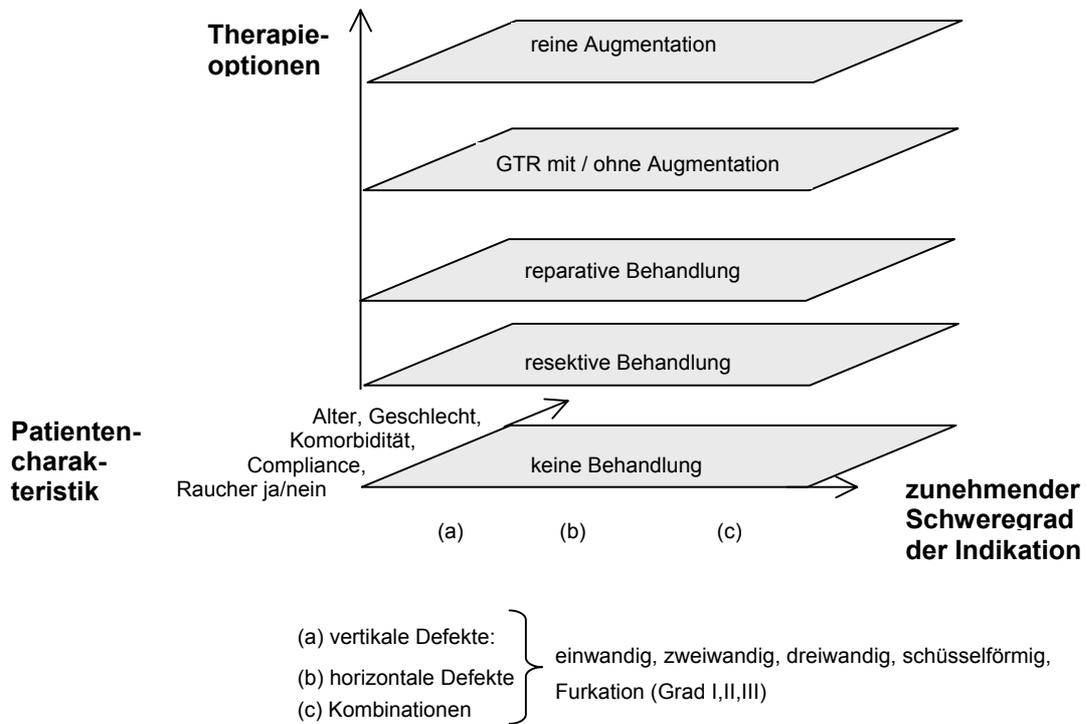


Abbildung 2: Der Evidenzraum bei Therapie parodontaler Defekte.

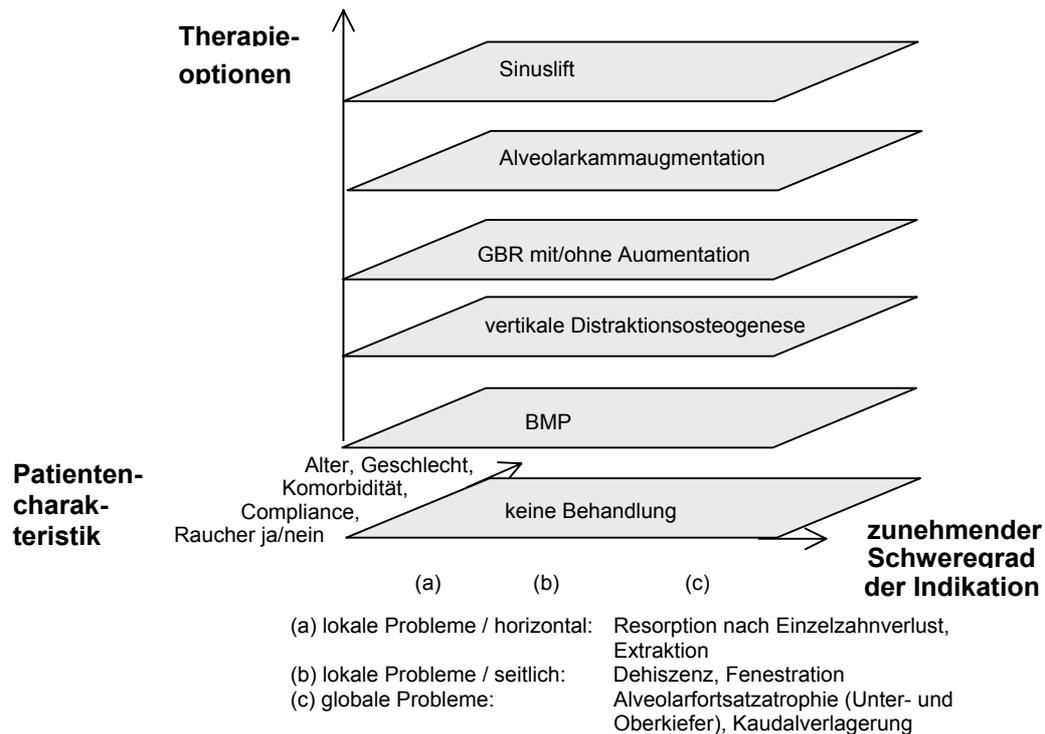


Abbildung 3: Der Evidenzraum bei präimplantologischer Augmentation.

Das vorgestellte Bewertungskonzept zur Feststellung der Behandlungsnutzen kann auch in diesem Fall ein pragmatischer Lösungsansatz sein. Da die Ermittlung der Nutzenwerte auf der Basis einer für Betroffene relevanten Menge von Attributen bzw. Gesundheitszuständen verläuft, besteht hier schon allein von der Grundkonzeption des Verfahrens her die Notwendigkeit einer Abstraktion von feinen Unterschieden in Defekteigenschaften und Therapien.

### C.6.3.3 Fazit

Die Entwicklung eines Verfahrens, mit dessen Hilfe die Bewertungsprobleme bei den Augmentationstechniken und auch der Zahnmedizin im Allgemeinen bewältigt werden können, erscheint im Anbetracht der Informationsbasis zu diesem HTA einmal mehr dringend notwendig. Ein vernünftiger Weg stellt dazu ein kardinaler lebensqualitätsbereinigter Nutzenindex dar, der auf den individuellen Präferenzen relevanter Personengruppen basiert und als Bewertungsbasis nicht nur den einzelnen Zahn betrachtet (vgl. Sintonen & Linnosmaa 2000). Die Herstellung der Verbindung zwischen Mundgesundheit und allgemeinem Gesundheitszustand stellt dabei eine wesentliche Herausforderung dar.

Als Ausgangspunkt können die Arbeiten Sintonen & Linnosmaa (2000), Fyffe et al. (1999) oder Antczak-Boukoms & Weinstein (1987) dienen. Die existierenden umfangreichen ordinalen und kardinalen Konzepte auf der Basis von Fragebögen (John

& Micheelis 2000 zu Beispielen) beschreiben ebenfalls den Status quo eines Teils der Lebensqualitätsforschung in der Zahnmedizin. Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang insbesondere das methodisch anspruchsvolle Konzept Oral Health Impact Profile (OHIP; vgl. Slade 1997, Slade & Spencer 1994).

Die Gründe für die Notwendigkeit der Entwicklung eines eigenen umfassenden kardinalen Nutzenindexkonzepts für die Zahnmedizin sind vielfältig. Erstens sind die Ergebnisse der auf Fragebögen basierenden Lebensqualitätsmessungen schlecht interpretierbar. Wissenschaftler äußern Zweifel, inwiefern diese Maße überhaupt individuelle Präferenzen messen können (vgl. Johannesson et al. 1996). Zweitens steht das kardinale Nutzenkonzept auf einem entscheidungstheoretischen und wohlfahrtsökonomischen Fundament (vgl. Garber 2000, Johannesson et al. 1996). Bestehende kardinale Nutzenansätze wie der Quality of Well-Being-Index (QWB-Index) und QATY sind zum dritten aus unterschiedlichsten Gründen ungeeignet (vgl. Buck 2000, Sintonen & Linnosmaa 2000, Anderson 1998).

#### **C.6.4 Entwicklungstrends der Augmentation in der Parodontologie und Implantologie**

Nimmt man die unter Kapitel C.2.1 vorgeschlagene Aufgliederung der Nachfrageentstehung nach Augmentationsleistungen zur Hand, sind verschiedene Faktoren identifizierbar, die einen potenziellen Einfluss auf die zukünftige Nachfrageentwicklung ausüben. Der bisherigen Logik folgend lassen sich diese Einflussfaktoren den drei Bereichen

1. medizinische Indikation einer Augmentationsbehandlung,
2. durch den Patienten empfundene Notwendigkeit einer Behandlung und
3. tatsächlich am Markt geäußerte Nachfrage.

zuordnen. Mit Hilfe eines komparativ-statischen Ansatzes, bei dem bis auf eine Größe alle anderen erklärenden Variablen auf dem Status quo festgehalten werden, wird die Wirkung der Veränderung einzelner Faktoren auf die Nachfrage in den folgenden Abschnitten betrachtet.

##### **C.6.4.1 Entwicklung der Prävalenz**

An erster Stelle ist hier der Einfluss einer guten Mundhygiene und Regelmäßigkeit des Zahnarztbesuches zu nennen. Studien zeigen, dass diese Parameter in einer negativen Beziehung zum Schweregrad der Parodontitis (IDZ 1991a, 1993, 1999; Papanou & Lindhe 1999) und der Anzahl Zahnverluste (IDZ 1991a, 1999) stehen.

Die durch vernachlässigte Mundhygiene geförderte Entstehung von Karies und Plaque bewirken beispielsweise bis zu 50 % der Zahnverluste und sind Hauptursache des Totalverlustes (IDZ 1991a). Die ebenfalls aus mangelhafter Prophylaxe resultierende Parodontitis verursacht 30 - 35 Prozent der Zahnverluste (Reich & Hiller 1993, Papanou & Lindhe 1999).

Damit ergibt sich für die Zukunft bei fortgesetzter Bemühung um den Bedeutungszugewinn von Präventionsmaßnahmen in der Zahnmedizin (Priehn-Küpper & Kerschbaum 2001, Gesundheitsreform 2000, Fedderwitz 1998) eine abnehmende Prävalenz fortgeschrittener Parodontitis und damit auch ein sinkender normativer Bedarf an Regenerationstherapien. Gleiches gilt für die Knochenauflagerung als präimplantologische Leistung, da mit längerem Erhalt der natürlichen Zähne auch der Bedarf an prothetischer Versorgung sinkt. Gut veranschaulichen lässt sich der Effekt präventiver Zahnheilkunde an der Verbesserung der Zahngesundheit bei Kindern und Jugendlichen, die heute weniger fehlende Zähne bzw. kariöse und gefüllte Zähne als noch vor 14 Jahren aufweisen (Priehn-Küpper & Kerschbaum 2001, IDZ 1991b).

Ein weiterer Rückgang des normativen Bedarfs an Knochenauflagerungsleistungen ist auch aus einem anderen Grund zu erwarten. Eng mit den beiden oben aufgeführten Faktoren ist die soziale Schicht einer Person verknüpft, d.h. je höher das Einkommen, der Bildungsgrad und die berufliche Stellung ist, desto besser ist die Mundhygiene, regelmäßiger der Zahnarztbesuch und um so ausgewogener die Ernährung. All diese Größen beeinflussen maßgeblich den Schweregrad der Parodontalerkrankungen und die Prävalenz von Zahnverlusten (IDZ 1991a, 1993, 1999, Papanou & Lang et al. 1999, Reich 1997, Plagmann 1998), so dass bei zunehmendem Wohlstand einer Gesellschaft langfristig mit einem Rückgang der medizinischen Indikation einer Augmentation gerechnet werden. Internationale Vergleichsstudien stellen beispielsweise im Gleichzug mit der Entwicklung eines zahnärztlichen Betreuungssystems in den verschiedenen Altersgruppen auch einen Anstieg der Zahl natürlicher Zähne fest (IDZ 1991b).

Allerdings zeigt ein Blick auf die Entwicklung der Prävalenz fehlender Zähne und schwerer Parodontitis bei den 34 - 55jährigen Erwachsenen in den letzten knapp 20 Jahren, dass in Deutschland die zuvor beschriebenen Effekte ausgeblieben sein müssen oder erst mit kommenden Erwachsenengenerationen zu wirken beginnen. So ist bei Personen der genannten Altersgruppe die durchschnittliche Anzahl fehlender Zähne und die Häufigkeit schwerer Parodontitis in diesem Zeitraum annähernd konstant geblieben (Priehn-Küpper & Kerschbaum 2001, IDZ 1991ab, 1993, 1999, Plagmann 1997). Bei unveränderter Zahngesundheit der betreffenden Altersgruppen wird sich daher in den nächsten 20 - 30 Jahren weder in der Parodontologie noch Prothetik eine Verringerung der notwendigen zahnmedizinischen Behandlungen ergeben können (vgl. zur Prothetik auch Walter et al. 1999b). Dafür sorgt die demographische Entwicklung, die für die nächsten Jahrzehnte einen absoluten Zuwachs der Menschen jenseits der 60 voraussagt (Matthiessen 1996). Nach einer von Priehn-

Küpper & Kerschbaum (2001) durchgeführten Schätzung unter der Annahme der Nachhaltigkeit heute angewendeter Präventionsstrategien und einer prognostizierten demographischen Entwicklung ist vorläufig mit einem Anstieg der Gesamtzahl behandlungsbedürftiger Zahnverluste zu rechnen.

In der Beurteilung zukünftiger Bedarfsentwicklungen ist auch ein anderer Aspekt nicht zu vernachlässigen: die ständigen Innovationsbemühungen um neue Therapien und zur Erschließung neuer Einsatzbereiche seitens der Industrie. Noch in den 1980er Jahren stellte beispielsweise ein nicht ausreichendes Knochenangebot die häufigste Kontraindikation für das Einsetzen von Implantaten dar. Die Entwicklung von diversen Regenerationstechniken stellte eine der bedeutendsten Fortschritte in der Prothetik dar und führte zu einer starken Ausweitung der Indikation für enossale Implantate (Buser & Tonetti 1997). Es ist zu vermuten, dass mit wachsenden medizinischen Therapiemöglichkeiten auch eine Verstärkung des zukünftigen Bedarfs an Augmentationen einsetzt (vgl. Kratzenberg 1994 zum Einfluss technologischer Entwicklung in der Zahnmedizin).

Als Fazit aus den vorangegangenen Betrachtungen ergibt sich für die kurze bis mittlere Frist in der Tendenz ein Anstieg des Behandlungsbedarfs an Augmentationsleistungen. Auf längere Sicht (ca. 30 - 40 Jahre) dürften allerdings die Präventionskonzepte greifen und den Versorgungsbedarf im Vergleich zu heute senken. Die Bedarfsausweitung durch Therapieinnovationen ist vom heutigen Standpunkt aus betrachtet schwer abschätzbar. So könnte aber schon die erwartete verstärkte Ausbreitung von Zahnimplantaten (Priehn-Küpper & Kerschbaum 2001) zu einem Anschlag in der Nachfrage nach Augmentationen führen.

#### C.6.4.2 Entwicklung des subjektiven Bedarfs

Ohne Zweifel bewirkte die Präventionsarbeit der letzten Jahrzehnte eine Zunahme des Gesundheitsbewusstseins und damit verbunden einen Anstieg des subjektiv empfundenen Bedarfs an bestimmten medizinischen Therapien wie z.B. der Knochenregeneration in der Parodontologie oder dem Einsatz von Zahnimplantaten. Dieser Trend wird sich bei andauernder zahnmedizinischer Gesundheitserziehung fortsetzen und möglicherweise im implantologischen Bereich sogar den subjektiven Bedarf deutlich erhöhen.

Der Einfluss des Alters und damit auch die Auswirkung der demographischen Verschiebung ist ein weiterer Aspekt in der Entwicklung des subjektiven Behandlungsbedarfs. Mundhygiene und Ernährungsgewohnheiten werden zu einem Teil durch die gesellschaftlichen und kulturellen Verhältnisse in der Kinder- und Jugendzeit geprägt (IDZ 1991b). Kriegs- und Nachkriegsgenerationen, die einen Teil der heutigen Erwachsenen- und die gesamte Seniorenpopulation stellen, setzen aus diesen Gründen in der Regel andere Prioritäten in der Zahnpflege und Ernährung als Jugendliche

und junge Erwachsene. Strauss & Hunt (1993) zeigten, dass die Motivation zu einer zahnmedizinischen Therapie bei heutigen Senioren hauptsächlich auf die Aussicht gesteigerter Funktionalität ausgerichtet ist. Hinzu kommt, dass Zahnverluste und bestimmte prothetische Versorgungsformen und auch damit verbundene Unannehmlichkeiten in einer Altersgruppe durchaus als die Norm betrachtet werden können (MacEntee & Walton 1998). Die Studie von Walter et al. (1998) zeigt mit dem Alter ein sehr deutlich abnehmendes Interesse an regelmäßigen, zu Gunsten von beschwerdeorientierten Zahnarztbesuchen. Diese Argumente dürften die beobachtete starke Neigung von heutigen Senioren zum herausnehmbaren Zahnersatz erklären (IDZ 1999), obwohl der teilweise günstigere Preis des herausnehmbaren Zahnersatzes wohl auch eine Rolle spielen müsste.

Jüngere Erwachsene sind heute neben Funktionalitätsaspekten verstärkt an gesellschaftlicher Akzeptanz durch nach außen demonstrierter Gesundheit und Fitness interessiert. Die sich wandelnden Wertvorstellungen spielen bei der Nachfragebildung nach medizinischer Behandlung eine nicht zu unterschätzende Rolle (Meißner 1999, MacEntee & Walton 1998) und können auch einen Anstieg der Behandlungsnachfrage bewirken.

Alle Argumente zusammengenommen kann man bei sonst gleich bleibenden Rahmenbedingungen für die nächsten 10 - 20 Jahren von einem leichten, tendenziell jedoch vermehrt ansteigenden subjektiven Bedarf an Regenerationstherapien ausgehen, der sich positiv auf die Nachfrage auswirken wird. Zieht man zusätzlich die Tatsache heran, dass die Möglichkeiten parodontaler Regenerationsbehandlungen und Zahnimplantation zunehmend an Bekanntheit gewinnen, deuten die Wirkungsrichtung der betrachteten Einflussfaktoren erst recht auf einen Anstieg der individuell notwendig erachteten Augmentationsbehandlungen hin.

#### C.6.4.3 Entwicklung der tatsächlichen Nachfrage

Im Gegensatz zum normativen und subjektiven Bedarf lässt sich die Höhe der tatsächlichen Nachfrage auf dem Markt beobachten. Sie entsteht aus dem Zusammenspiel von normativem Bedarf und den Patientenpräferenzen (subjektiver Bedarf) unter dem Einfluss des Budgets und des Preises für das entsprechende Gut. Da die Notwendigkeit der Inanspruchnahme von Gesundheitsleistungen zu einem gewissen Grad dem Zufall unterliegt und Menschen bestrebt sind, unsichere in sichere Ereignisse zu wandeln, schließen sie Versicherungen ab. Je nach Tarifmodell führen die Zahlungen aus einer solchen Krankenversicherung zu einer mehr oder weniger starken Verringerung des vom Patienten zu zahlenden Preises und beeinflussen die tatsächlich geäußerte Nachfrage nach einer medizinischen Therapie.

Der Katalog der GKV enthält heute, ausgenommen sind schwerwiegende Ausnahmeindikationen, keine Augmentationsleistungen, so dass gesetzlich versicherte Pati-

enten, besitzen sie keine private Zusatzversicherung, den vollen Preis der Behandlung tragen. Da es sich hierbei um relativ aufwändige, sprich teure Therapien handelt, ist die zu beobachtende Nachfrage sicher geringer als die potenziell vorhandene Nachfrage.

Die augenblicklich geführte Diskussion um eine eventuelle Erweiterung des gesetzlichen Leistungskatalogs um Augmentationsleistungen in der Parodontologie könnte wie schon einmal vorübergehend in der Prothetik geschehen auf ein Festzuschussprinzip hinauslaufen, d.h. ein definierter Teil der Behandlungskosten würde von der Krankenkasse übernommen. Diese so genannte Indemnitätsregelung besitzt aus ökonomischer Sicht eine positive Allokationswirkung, auf welche im Folgenden kurz eingegangen wird (Schulenburg & Greiner 2000, Breyer & Zweifel 1999, Knappe et al. 1988). Eine Prognose der tatsächlichen Auswirkung bei Einführung einer solchen Regelung für Augmentationsleistungen soll anschließend versucht werden.

Der Festzuschuss knüpft an die Inanspruchnahme einer ärztlichen Leistung bei Vorliegen einer bestimmten Indikation an und bewirkt, dass der den Zuschuss übersteigende Teil der Behandlungskosten zu 100 Prozent vom Patienten getragen wird. Somit besitzt der Patient den Anreiz, einen möglichst preisgünstigen Anbieter der Leistung zu suchen, da er von einem niedrigen Preis in vollem Umfang profitiert. Den anfallenden Informationskosten steht entsprechend ein Nutzen aus vermiedenen Ausgaben gegenüber.

Aus Sicht des Anbieters verstärkt der Indemnitätstarif den Wettbewerbsdruck, weil die Preiselastizität der Nachfrage höher als bei prozentualer oder vollständiger Beteiligung durch eine Krankenversicherung ist (Frech III 1996). Für die Versicherer ist der Festzuschuss von Vorteil, da er das Phänomen des Moral Hazard beim Patienten reduziert. Durch die 100 Prozent Selbstbeteiligung über den Zuschuss hinaus wird der Versicherte die Leistung nur in Anspruch nehmen, wenn er sie wirklich benötigt. Man vergleiche in diesem Zusammenhang die Reaktion der Nachfrage nach Zahnersatz als im Jahr 1998 auf Grundlage des 2. GKV-NOG (Wechsel von prozentualen Zuschuss zu Festzuschuss) sowie der Ankündigung des GKVSolG (Rückkehr zum prozentualen Zuschuss) lediglich vorübergehend von einer prozentualen Beteiligung zu einem Festzuschuss übergegangen wurde. Die Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung berichtete 1998 von einem Ausgabenrückgang in der Größenordnung von 28,7 Prozent (KZBV 2000).

Bei der Einführung einer Indemnitätsregelung für Augmentationsleistungen ist in Abhängigkeit von der Höhe des Preisdifferentials als der Differenz zwischen Gesamtpreis und Zuschuss grundsätzlich von einem Nachfrageanstieg auszugehen. Ein Problem welches sich dabei zweifellos ergibt, ist allerdings die ungleiche Informationsverteilung zwischen Arzt und Patient. Wie in Kapitel C.6.3 veranschaulicht, stehen bei der Vielfalt der Indikationsstellung in Kombination mit den Eigenschaften des Patienten oftmals mehrere Therapieoptionen zur Auswahl. Unterschiedlichste Materialien für den Knochenaufbau und die Membran sorgen für zusätzliche Unübersicht-

lichkeit und erschweren dem Patienten eine objektive, selbständige Entscheidung in einer Preis-Leistungs-Abwägung. Es besteht daher durchaus die Möglichkeit einer unangemessenen Beeinflussung der Nachfrage durch die Anbieterseite, wie sie auch bei anderen Dienstleistungen auftreten. Die positiven Allokationseigenschaften des Festzuschusses kämen daher nicht vollständig zum Tragen.

Es ist zu schlussfolgern, dass Augmentationstherapien, die sich bei der Abwägung von Kosten und Nutzen als akzeptabel erweisen, tatsächlich Eingang in den Leistungskatalog der GKV finden können. Die Ausgestaltung des Tarifes sollte bis dahin jedoch überdacht werden. Damit der Festzuschuss auch wirklich seine positiven Eigenschaften entfalten kann, muss die Informationslage des Patienten z.B. über ein Zweitgutachten deutlich verbessert werden. Auch eine Abstufung des Zuschusses je nach Schweregrad der Indikation ist denkbar. Hier liegen für die Krankenversicherungen Möglichkeiten, Wettbewerbsstärken aufzubauen. Zusätzlich sollte die seit der Gesundheitsreform 2000 bereits bestehende Zuzahlungsregel für Suprakonstruktionen Berücksichtigung finden (vgl. Kapitel C.2.1.4.4).

Generell weist die tatsächliche Nachfrage nach Zahnimplantaten in den letzten Jahren eine ansteigende Tendenz auf (MacEntee & Walton 1998). Diesen Trend begünstigen zum einen die Zunahme realer Einkommen aufgrund derer Menschen bereit sind, einen größeren Geldbetrag für medizinische Versorgung auszugeben und zum anderen auch die Modifizierung der Finanzierungsregel in der Gesundheitsreform 2000. Bereits 1989 stellte dazu eine Konsensus-Konferenz fest, dass die dentale Implantologie als alternatives Therapiekonzept zunehmend in direkte Konkurrenz zum gesamten Spektrum klassischer prothetischer Restaurationen treten wird (Kratzenberg 1994). Ein Anstieg der Nachfrage nach präimplantologischen Augmentationsleistungen ist somit auch ohne gravierende Änderung des Finanzierungsmodus denkbar und wird sicherlich zu einem Teil durch den Anstieg des subjektiven Bedarfs beeinflusst. Eine ähnliches Resümee zur parodontalen Regeneration lässt sich aus Mangel an verfügbaren Informationen derzeit nicht ziehen.

## C.7 Schlussfolgerungen

Die vorliegende Evaluation der parodontalen und präimplantologischen Regenerationsverfahren lässt aus ökonomischer Sicht kein abschließendes Urteil für oder gegen bestimmte Augmentationsverfahren zu. Eine ganz wesentliche Ursache dafür ist die Diskrepanz zwischen der vielschichtigen Problemlage auf der einen und dem Mangel an zugänglichen bzw. verwertbaren Informationen auf der anderen Seite.

- Die Analyse der Kosten und Wirksamkeit bei der parodontalen Knochenaugmentation zeigt, dass die Knochen(ersatz)materialien Allograft (DFDBA) und Alloplast (Kalziumverbindungen, Bioglas) zwar signifikant bessere Behandlungserfolge als die Vergleichsalternative Lappenoperation aufweisen, aber zugleich auch höhere Behandlungskosten besitzen. Der hieraus resultierende Tradeoff zwischen zu gewinnendem Behandlungserfolg und Kosten ist bei Entscheidungen für oder gegen die Augmentationsbehandlung zu berücksichtigen. Der zusätzliche Einsatz von Membranen zur reinen Augmentation bietet hingegen keinen signifikanten Zugewinn. Diese Behandlungsalternative wird daher und aufgrund ihrer höheren Kosten durch die reine Augmentation dominiert. Die sich speziell bei der Behandlung von Furkationsdefekten vom Grad II abzeichnende Evidenz für die effektivitätsmäßige Vorteilhaftigkeit der GTR plus Augmentation gegenüber der reinen GTR führt wiederum zu einem Zielkonflikt, da auch hier die Kombinationstherapie relativ hohe Kosten verursacht.
- Eine weiterführende Untersuchung der Kosten und Nutzen der Augmentationsbehandlungen in der Parodontologie erscheint dringend angezeigt, da erstens zu diesem Thema bisher kaum Informationen existieren und zweitens die Augmentationstherapien sehr aufwändig und in ihrem Ergebnis nicht klar prognostizierbar sind. Von besonderer Bedeutung wäre dabei die differenzierte Betrachtung nach Indikationslage und den Patienteneigenschaften, da sie sich auf Kosten und Erfolgsgrößen auswirken können. Insbesondere wäre ein geeigneter Konsens über die standardisierte Messung des Behandlungserfolgs sinnvoll.
- Die schriftliche Befragung ergibt erstens, dass eine große Zahl deutscher Parodontologen vertikale Knochendefekte und Furkationen vom Grad II mit der GTR in Verbindung mit unterschiedlichem Augmentationsmaterial behandeln. Zweitens zeigt sich, dass der modifizierten Widman-Lappenoperation in der Praxis eine wichtige Rolle zukommt. Während die praktische Bedeutung der GTR-Verfahren auf induzierte Nachfrage oder patientenseitiges moralisches Risiko zurückzuführen sein könnte, dürfte sowohl die Erfahrung der Parodontologen mit der Lappenoperation als auch ihr geringer Preis für ihre oftmalige Anwendung sprechen.
- Zum Sinuslift weisen die ambulant durchführbaren Augmentationsverfahren mit partikulär strukturiertem Knochen(ersatz)material einen Kosten-Effektivitätsvorteil auf. Je nach aktuellem Marktpreis sollte für die Operation das günstigste Material ausgewählt werden. Da für die lokale Knochenaugmentation und die absolute Al-

veolarkammaugmentation derzeit alle Augmentationsmaterialien gleich effektiv erscheinen, können nach Abwägung der Kosten und Effektivität die ambulanten Operationstechniken mit ausschließlichem Einsatz von Autograft, Alloplast oder Allograft empfohlen werden. Dabei ist lediglich zu beachten, dass im Oberkiefer eher partikuläre, hingegen im Unterkiefer eher blockförmige Knochensubstanzen erfolgreich sind. Die zusätzliche Verwendung von Membranen zur eigentlichen Augmentation erweist sich in den bisherigen Untersuchungen als gleich effektiv zur reinen Augmentation. Sie wird daher und aufgrund ihres erhöhten Aufwands dominiert.

- Der Bedarf an hochwertigen Studien zu Kosten und Nutzen tritt auch im Bereich präimplantologischer Augmentationen deutlich hervor, da die bisherige Informationslage nicht als Entscheidungsgrundlage taugt und es sich generell um teure Therapien handelt. Dabei ist die wohlüberlegte Auswahl der zum Vergleich herangezogenen Behandlungsalternativen und die Berücksichtigung der Indikationslandschaft bedeutsam, denn sie beeinflussen stark die Aussagen über das wahre Leistungspotenzial der untersuchten Therapien. Dringend erscheint im Moment auch die systematische Evaluierung der in der Praxis bereits oft eingesetzten Distraktionsosteogenese, da ihre relative Wirksamkeit gegenüber den Augmentationen noch nicht evidenzbasiert ist. Auch die widersprüchliche Evidenz zur Ein- und Zweiphasigkeit der Operationen im Oberkiefer wäre in entsprechend angelegten Studien aufzulösen.
- Die Befragung von Implantologen in Deutschland zeigt, dass für die präimplantologische Knochenaugmentation in der Praxis oftmals übermäßig teure und dabei in ihrer Effektivität nicht nachgewiesen überlegene Materialien / Verfahren von Bedeutung sind. Beim Sinuslift handelt es sich um die Augmentation mit Autograft aus dem Beckenkamm oder einer Mischung aus Autograft und Alloplast. Bei der lokalen Knochenaugmentation besitzen die GBR-Verfahren und die Distraktionsosteogenese einiges Gewicht. Letzterer Behandlungsansatz wird auch oft für die absolute Alveolarkammerhöhung eingesetzt. Als Ursache für diese Beobachtung kommt eine angebotsinduzierte Nachfrage oder die Auswirkung von Versicherungsdeckung (moralisches Risiko) in Frage. Aber auch die mangelhafte medizinische Evidenz in dem Bereich lässt individuellen Behandlungsentscheidungen freien Lauf.
- Das Studium der vorhandenen Literatur zeigte einige praktische Probleme bei der Untersuchung der Augmentationstherapien auf, die für eine fundierte evidenzbasierte Aussage zu den einzelnen Verfahren möglichst zu überwinden sind. Dazu zählen zum einen klassische Designfragen, wie Anzahl der Probanden oder Dauer der Beobachtungszeit, die in den Studien sehr unterschiedlich gehandhabt werden. Als Einstiegsinformationen seien hierzu Petitti (2000), Drummond et al. (1997) oder <http://www.consort-statement.org/> genannt.
- In zukünftig durchzuführenden Studien sollte die bisher fast völlig vernachlässigte Sicht des Patienten auf den Wert der Augmentationstherapien einbezogen wer-

den. Da sich zahnmedizinische Eingriffe auch auf die Lebensqualität auswirken, erscheint eine eingehendere Untersuchung dieses Aspektes angezeigt. Die Messung des Behandlungserfolgs in natürlichen oder monetär bewerteten Nutzengrößen würde zudem die Bewertungsprobleme resultierend aus der Vielzahl relevanter Erfolgsgrößen und der starken Ausdifferenzierung der Behandlungsbedingungen lösen.

- Für eine Diskussion der Auswirkung einer Veränderung der Finanzierungsmodalitäten ist eine Bestimmung der Höhe potenzieller Behandlungsnachfrage in der Bevölkerung hilfreich. Diese ist aus dem Zusammenwirken der Prävalenz entsprechender medizinischer Indikationen (bei der Augmentation in der Parodontologie z.B. Sondierungstiefe und AV 6 mm) und der individuellen Bereitschaft zur Behandlung abzuleiten. In der Parodontologie dürften weniger als ein Drittel der Erwachsenenkohorte der 35 - 54jährigen und weit weniger als die Hälfte der Senioren (65 - 74 Jahre) zu den potenziellen Nachfragern gehören.
- Ganz eindeutig notwendiger Forschungsbedarf ergab sich bei der Beurteilung der hypothetischen Nachfrage nach präimplantologischen Knochenaugmentationen, da weder gute Statistiken zur Häufigkeit der absoluten und relativen Indikation von Zahnimplantaten noch zum Ausmaß von Knochenresorptionen existieren. Da präimplantologische Augmentationen vor weniger als 30 Prozent der Implantateinsätze durchgeführt werden, ist es aber möglich, über die Schätzung der potenziellen Nachfrage nach Implantaten zu einer entsprechenden Größenvorstellung zu gelangen. Die Anzahl tatsächlich versorgter Zahnlücken ist jedoch derzeit die einzige epidemiologische Angabe, die für die gesamte deutsche Bevölkerung zur Verfügung steht und als grobe Annäherung an die Implantationsnachfrage gelten kann. Bei den 35 - 44- und 45 - 54jährigen Erwachsenen beläuft sich diese Zahl auf jeweils maximal 1,5 - 2,6 und 4,9 - 6,4 Zähne und bei den Senioren (65 - 74 Jahre) auf weit weniger als 15,4. Abstriche in der Nachfrage resultieren dabei aus der Notwendigkeit von nur einigen zu implantierenden Pfeilerzähnen bei mehrere Zähne umfassenden Prothesen oder auch der Vorteilhaftigkeit von herausnehmbaren Prothesen für Senioren.
- Der Entwicklungstrend der potenziellen Nachfrage nach Augmentationsbehandlungen unterliegt verschiedenen Einflüssen. Bereits heute ist ein Nachfrageanstieg für die nächsten 20 - 30 Jahre aufgrund demographischer Trends, erst bei den heutigen Jugendlichen und jungen Erwachsenen voll greifenden Präventionsstrategien und zunehmender Bekanntheit entsprechender Therapiemöglichkeiten zu erwarten. Bei anhaltend positiver Entwicklung des Gesundheitsbewusstseins könnte danach aber die Nachfrage nach Regenerationstherapien sinken.
- Gesetzt den Fall, Augmentationsbehandlungen würden einmal den Weg in den GKV-Leistungskatalog finden, sollte als Finanzierungsmodus ein Festzuschuss in Betracht gezogen werden. Es sind lediglich bestimmte Rahmenbedingungen durch die Krankenversicherer einzurichten, damit die guten Allokationseigenschaf-

ten dieses Tarifes voll zur Geltung gelangen. Bei der Einführung einer teilweisen Kostenübernahme bei Augmentationsleistungen ist in Abhängigkeit von der Höhe der Preisdifferenz zwischen Gesamtpreis und Zuschuss grundsätzlich von einem Nachfrageanstieg auszugehen.

## C.8 Literatur

### C.8.1 Allgemeine Literatur

#### *Journalartikel, Bücher, Monographien*

1. Ainamo J, Tervonen T, Nordblad A, Kallio P. Use of CPITN cross tabulations-A research perspective. *International Dental Journal* 1987; 37: 173-178.
2. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: review and proposed criteria of success. *International Journal of Maxillofacial Implants* 1986; 1: 11-25.
3. Anderson JD. The need for criteria on reporting treatment outcomes. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1998; 79: 49-55.
4. Antczak-Boukoms AA, Weinstein MC. Cost-effectiveness analysis of periodontal disease control. *Journal of Dental Research* 1987; 66 (11): 1630-1635.
5. Awad MA, Locker D, Korner-Bitensky N, Feine JS. Measuring the effect of intraoral implant rehabilitation on health-related quality of life in a randomized controlled trial. *Journal of Dental Research* 2000; 79(9): 1659-1663.
6. Böcker F. *Marketing*. 6. Aufl. Stuttgart: Lucius und Lucius; 1996.
7. Breyer F, Zweifel P. *Gesundheitsökonomie*. 3. Aufl. Berlin (u.a.): Springer Verlag; 1999.
8. Buck D. Economic evaluation and dentistry. *Dental Update* 2000; 27(3): 66-73.
9. Buser DA, Tonetti M. Clinical trials on implants in regenerated bone. *Annals of Periodontology* 1997; 2 (1): 329-342.
10. Caton JG. Overview of clinical trials on periodontal regeneration. *Annals of Periodontology* 1997; 2 (1): 215-222.
11. Cortellini P, Bowers GM. Periodontal regeneration of intrabony defects: An evidence-based treatment report. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 1995; 15 (2): 129-145.
12. De Jacoby F, Mengel R. *Parodontalchirurgie*. In: Heidemann D, Herausgeber. *Praxis der Zahnheilkunde-Parodontologie (PDZ 4)*. 3. Aufl. München (u.a.): Urban & Schwarzenberg; 1997. S. 187-226.
13. Dolan P. The measurement of health-related quality of life for use in resource allocation decisions in health care. In: Culyer AJ, Newhouse JP, editors. *Handbook of Health Economics*. Amsterdam (u.a.): Elsevier; 2000. S. 1723-1760.

14. Drummond MF, O'Brien BJ, Stoddart GL, Torrance GW. *Methods for economic evaluation of health care programmes*. 2nd ed. Oxford (u.a.): Oxford University Press; 1997.
15. Fedderwitz J. Parodontalbehandlung im Konzept von Vertrags- und Wahlleistungen. *Zahnärztliche Mitteilungen* 1998; 22.
16. Frech III HE. *Competition and Monopoly in Medical Care*. Washington D.C.: The AEI Press; 1996.
17. Fyffe HE, Deery C, Nugent Z, Nuttall NM, Pitts NB. The reliability of two methods of utility assessment in dentistry. *Community Dental Health* 1999; 16: 72-79.
18. Garber AM. Advances in cost-effectiveness analysis of health interventions. In: Culyer AJ, Newhouse JP, editors. *Handbook of Health Economics*. Amsterdam (u.a.): Elsevier; 2000. S. 181-221.
19. Gebührenordnung für Zahnärzte (GOZ) mit einem Auszug aus der Gebührenordnung für Ärzte (GOÄ) – Stand 1.1.1996. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag; 1998.
20. Grainger RM. Cost benefit analysis: Application to dental services. *Journal of Canadian Dental Association* 1973; 10: 693-699.
21. Guckes AD, Scurria MS, Shugars DA. A conceptual framework for understanding outcomes of oral implant therapy. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1996; 75:633-639.
22. Haefs E. Absolute und relative Notwendigkeit zahnärztlicher Implantate [Dissertation]. Universität Bonn; 1998.
23. Hidding J, Lazar F, Zöller JE. Erste Ergebnisse bei der vertikalen Distraktionsosteogenese des atrophischen Alveolarkamms. *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie* 1999; 3 (Supplement 1): S79-S83.
24. Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ), Herausgeber. *Mundgesundheitszustand und –verhalten in der Bundesrepublik Deutschland*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag; 1991a.
25. Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ), Herausgeber. *Dringliche Mundgesundheitsprobleme der Bevölkerung im vereinten Deutschland*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag; 1991b.
26. Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ), Herausgeber. *Mundgesundheitszustand und –verhalten in Ostdeutschland*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag; 1993.
27. Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ), Herausgeber. *Mundgesundheitszustand und –verhalten in der Bundesrepublik Deutschland*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag; 1999.

28. Jachuk SJ, Brierley H, Jachuk S, Wilcox PM. The effects of hypertensive drugs on the quality of life. *Journal of the Royal College of the General Practitioners* 1982; 32 (235): 103-105.
29. Johannesson M, Jönsson B, Karlsson G. Outcome measurement in economic evaluation. *Health Economics* 1996; 5: 279-296.
30. John M, Micheelis W. Lebensqualitätsforschung in der Zahnmedizin: Konzepte, Erfahrungen und Perspektiven – Ein Überblick zur Forschungslandschaft. *IDZ-Informationen* 2000; 4.
31. John M. Lebensqualität bei Patienten mit Totalprothesen. Gotha: Symposium der DGZPW; 1998.
32. Jönsson B, Karlsson G. Cost-benefit evaluation of dental implants. *International Journal of Technology Assessment in Health Care* 1990; 6: 545-557.
33. Kalkwarf KL, Kaldahl WB, Patil KD. Patient preference regarding 4 types of periodontal therapy following 3 years of maintenance follow-up. *Journal of Clinical Periodontology* 1992; 19: 788-793.
34. Karlsson G, Teiwik A, Lundström A, Ravald N. Costs of periodontal and prosthodontic treatment and evaluation of oral health in patients after treatment of advanced periodontal disease. *Community Dentistry and Oral Epidemiology* 1995; 23: 159-164.
35. Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung, Herausgeber. *KZBV Jahrbuch 2000*. Köln; 2000.
36. Kielich RB. Take time to know your patients' priorities: it's worth the effort. *Dental Office* 1991; 11 (3): 7-8.
37. Kirschner H. *Atlas der chirurgischen Zahnerhaltung Band 2*. 2. Aufl. München, Wien: Hanser; 1996
38. Knappe E, Leu RE, Schulenburg JM Graf von der. *Der Indemnitätsstarif: Wege zur Sozialverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit beim Zahnersatz*. Berlin (u.a.): Springer-Verlag; 1988.
39. Kratzenberg CM. *Analyse von Implantationen bei privatversicherten Patienten [Dissertation]*. Universität zu Köln; 1994.
40. Lang NP, Becker W, Karring T. Wissenschaftliche Grundlagen der Parodontalbehandlung. In: Lindhe J, Karring T, Lang NP, Herausgeber. *Klinische Parodontologie und Implantologie*. Berlin (u.a.): Quintessenz Verlags GmbH; 1999. S. 906-937.
41. Levine RA, Shanaman RH. Die Übertragung klinischer Ziele auf die Wertvorstellungen des Patienten: Ein evidenzgestütztes Behandlungsverfahren. *Internationales Journal für Parodontologie & Restaurative Zahnheilkunde* 1995; 15 (2): 75-88.

42. Locker D. Patient-based assessment of the outcomes of implant therapy: A review of the literature. *International Journal of Prosthodontics* 1998; 11 (5): 453-461.
43. Locker D. Applications of self-reported assessments of oral health outcomes. *Journal of Dental Education* 1996; 60: 494-500.
44. Locker D. Measuring oral health: A conceptual framework. *Community Dental Health* 1988; 5: 3-18.
45. Luthardt R, Roediger J, Siedentop H, Rychlik R, Walter M. Evaluation der Kosten-Effektivität verschiedener zahnärztlich-prothetischer Therapieverfahren im reduzierten Gebiss. *Gesundheitsökonomie & Qualitätsmanagement* 2001; 6: 1-9.
46. Lynch SE. Methods for evaluation of regenerative procedures. *Journal of Periodontology* 1992; 63 (12): S1085-1092.
47. MacEntee MI, Walton JN. The economics of complete dentures and implant-related services: A framework for analysis of preliminary outcomes. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 1998; 79 (1): 24-30.
48. Machtei EE, Schallhorn RG. Successful regeneration of mandibular class II furcation defects: An evidence based treatment approach. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 1995; 15 (2): 147-167.
49. Matthews DC, McCulloch CAG. Evaluating patient perceptions as short-term outcomes of periodontal treatment: A comparison of surgical and non-surgical therapy. *Journal of Periodontology* 1993; 64: 990-997.
50. Matthiessen PC. Demography-Impact of an expanding elderly population. In: Holm-Pedersen P, editor. *Textbook of geriatric dentistry*. 2nd ed. Copenhagen: Munksgaard; 1996. P. 505-516.
51. Meißner IJ. Parodontalzustand und parodontaler Behandlungsbedarf in der Bundesrepublik Deutschland [Dissertation]. Universität des Saarlandes; 1999.
52. Mellonig JT, Nevins M. Guided bone regeneration of bone defects associated with implants: An evidence-based outcome assessment. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 1995; 15 (2): 169-185.
53. Meyle J. Evidenzbasierte Konzepte in der parodontologischen Praxis. In: Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ), Herausgeber. *Evidence-Based Dentistry*. Köln, München: Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV-Hanser; 2000. S. 187-192.
54. Micheelis W. Einführung in die Compliance-Problematik. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift* 1989. 44: 217-220.
55. Neukam FW, Esser E. Implantologie. *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie* 2000; 4 (Supplement 1): S249-S256.

56. Neukam FW, Buser D. Implantate bei unzureichendem Knochenangebot. In: Koeck B, Wagner W, Herausgeber. Praxis der Zahnheilkunde-Implantologie (PDZ 13). München (u.a.): Urban & Schwarzenberg; 1996. S. 177-218.
57. Papanou PN, Lindhe J. Epidemiologie der Parodontalbehandlungen. In: Lindhe J, Karring T, Lang NP, Herausgeber. Klinische Parodontologie und Implantologie. Berlin (u.a.): Quintessenz Verlags GmbH, 1999. S. 69-101.
58. Perleth M. Evidenz-basierte Medizin - die Suche und Anwendung von gesicherten Entscheidungsgrundlagen. In: Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ), Herausgeber. Evidence-Based Dentistry. Köln, München: Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV-Hanser; 2000. S. 65-74.
59. Petitti DB. Meta-analysis, decision analysis and cost-effectiveness analysis. 2nd ed. New York, Oxford: Oxford University Press; 2000.
60. Plagmann HC. Lehrbuch der Parodontologie. München, Wien: Hanser Verlag; 1998.
61. Plagmann HC. Epidemiologie. In: Heidemann D, Herausgeber. Praxis der Zahnheilkunde-Parodontologie (PDZ 4). 3. Aufl. München (u.a.): Urban & Schwarzenberg; 1997. S.73-92.
62. Priehn-Küpper S, Kerschbaum T. Behandlungsbedarf mit Zahnersatz bis zum Jahre 2020. Zahnärztliche Mitteilungen 2001; 91 (12): 1384-1388.
63. Reddy MS, Jeffcoat MK. Methods of assessing periodontal regeneration. Periodontology 2000 1999; 19: 87-103.
64. Reich E. Befunderhebung und Diagnose. In: Heidemann D, Herausgeber. Praxis der Zahnheilkunde-Parodontologie (PDZ 4). 3. Aufl. München (u.a.): Urban & Schwarzenberg; 1997. S. 93-128.
65. Reich E, Hiller KA. Reasons for tooth extractions in the western states of Germany. Community Dentistry and Oral Epidemiology 1993; 21: 379-383.
66. Reisine ST, Fertig J, Weber J, Leder S. Impact of dental conditions on patient's quality of life. Community Dentistry and Oral Epidemiology 1989; 17: 7-10.
67. Richards D. Entscheidungsfindung auf Grundlage der besten externen wissenschaftlichen Evidenz: Eine Herausforderung für den Wissenschaftler und Praktiker. In: Institut der Deutschen Zahnärzte (IDZ), Herausgeber. Evidence-Based Dentistry. Köln, München: Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV-Hanser; 2000. S. 41-51.
68. Rienhoff O, Leiner F. Daten sammeln und auswerten. In: Schwartz FW, Badura B, Leidl R, Raspe H, Siegrist J, Herausgeber. Das Public Health Buch. München, Jena: Urban & Fischer; 2000. S. 270-283.

69. Sailer H F, Weber F E. Knochenersatzmaterialien. Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie 2000; 4 (Supplement 1): S384-S391.
70. Sandler NA, Braun TW. Economic analysis and its application to oral and maxillofacial surgery. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery 1996; 54: 622-626.
71. Saint S, Veenstra DL, Sullivan SD. The use of meta-analysis in cost-effectiveness analysis: Issues and recommendations. In: Mallarkey G. Economic evaluation in healthcare, Auckland (u.a.): Adis International; 1999. p. 25-32.
72. Saxer UP. Konventionelle chirurgische Furkationstherapie. Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift 1991; 46: 333-341.
73. Schulenburg JM Graf von der, Greiner W. Gesundheitsökonomik. Tübingen: Mohr Siebeck; 2000.
74. Schmidt C, Reibe F, Güntert B, Kuchler T, Henne-Bruns D. Lebensqualität als Parameter der Ergebnisqualität in der Medizin. Gesundheitsökonomie und Qualitätsmanagement 1999; 4: 85-91.
75. Sintonen H, Linnosmaa I. Economics of dental services. In: Culyer AJ, Newhouse JP, editors. Handbook of Health Economics. Amsterdam (u.a.): Elsevier; 2000. S. 1251-1296.
76. Slade G, editor. Measuring Oral Health and the Quality of Life. University of North Carolina: Chapel Hill; 1997.
77. Slade G, Spencer A. Development and evaluation of the oral health impact profile. Community Dental Health 1994; 11: 3-11.
78. Strauss RP, Hunt RJ. Understanding the value of teeth to older adults. Influences on the quality of life. Journal of the American Dental Association 1993; 124: 105-110.
79. Torrance GW. Measurement of health state utilities for economic appraisal. Journal of Health Economics 1986; 5: 1-30.
80. Traupe C. Verkaufszahlen werden steigen - Implantat-Marktstudie. Zahnärztliche Mitteilungen 1999; 89: 106.
81. van der Wijk P, Bouma J, van der Waas MAJ, van Oort RP, Rutten FFH. The cost of dental implants as compared to that of conventional strategies. International Journal of Maxillofacial Implants 1998; 13 (4): 546-553.
82. Walter M, Böning K, Schütte U, von Majewski J, Kordaß B, Müller N et al. Bestimmung des zahnärztlich-prothetischen Behandlungsbedarfs Teil 1. ZWR: Das Deutsche Zahnärzteblatt 1999a; 108 (7 / 8): 449-454.

83. Walter M, Schütte U, Rieger C, Böning K. Bestimmung des zahnärztlich-prothetischen Behandlungsbedarfs Teil 2. ZWR: Das Deutsche Zahnärzteblatt 1999b; 108 (9): 522-526.
84. Walter M, Rieger C, Wolf B, Böning K. Bevölkerungsrepräsentative Studie zum zahnärztlichen-prothetischen Versorgungsgrad und Behandlungsbedarf. Regensburg: S. Roderer Verlag; 1998.
85. Wirtz N. Analyse von Implantationen bei privatversicherten Patienten 1997 / 98 [Dissertation]. Universität zu Köln; 1999.
86. Wirz J, Tschäppät P. Mundhygiene, Zahngesundheit und prothetische Versorgung von Altersheimpatienten und Geriatriepatienten. Schweizerische Monatszeitschrift für Zahnmedizin 1989; 10: 10.
87. Yule BF, van Amerongen BM, van Schaik MCM. The economics and evaluation of dental care and treatment. Social Science & Medicine 1986; 22(11): 1131-1139.
88. Zarb GA, Lewis DW. Dental implants and decision making. Journal of Dental Education 1992; 56 (12): 863-872.

### **Sonstige Artikel**

89. Implantate halten immer länger [Nachrichten]. Zahnärztliche Mitteilungen 1999; 88 (20): 2516.

### **Elektronisches Material**

90. Corvin P. Ausnahmeindikationen für implantologische Leistungen - BSG bestätigt Beschlüsse des Bundesausschusses. Zahnärztliche Mitteilungen 2001; 15: 22. [http://www.zm-online.de:80/zm/15\\_01/pages2/bpol2.htm](http://www.zm-online.de:80/zm/15_01/pages2/bpol2.htm) [Stand 31.08.2001].
91. Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK), Deutsche Gesellschaft für Parodontologie (DGP), Herausgeber. Regenerative Therapien (GTR). Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift 1999; 11. Verfügbar: <http://www.dgzmk.de/stellung/9907.htm> [Stand 11.12.2000].
92. Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK), Deutsche Gesellschaft für Parodontologie (DGP), Herausgeber. Knochen und Knochenersatzmaterialien zur parodontalen Regeneration. Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift 1998; Juni. <http://www.dgzmk.de/stellung/9808.htm> [Stand 11.12.2000].
93. Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK), Herausgeber. Epidemiologische Studien. Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift 1996. Verfügbar: <http://www.dgzmk.de/stellung/9606.htm> [Stand 18.01.2001 ].

94. Gesundheitsreform 2000. Verfügbar: <http://www.bmggesundheits.de/themen/gkv/zahn/aus.htm> [Stand 05.04.2001].
95. Sozialgesetzbuch V. Verfügbar: <http://www.rententips.de/gesetze/sgbv/> [Stand 28.06.2001].
96. Sozialgesetzbuch VII. Verfügbar: <http://www.rententips.de/gesetze/sgbvii/> [Stand 28.06.2001].

### C.8.2 Eingeschlossene Literatur

1. De Leonardis D, Garg AK, Pedrazzoli V, Pecora GE. Clinical evaluation of the treatment of class II furcation involvements with bioabsorbable barriers alone or associated with demineralized freeze-dried bone allografts. *Journal of Periodontology* 1999; 70 (1): 8-12.
2. Flemmig TF, Ehmke B, Bolz K, Kübler NR, Karch H, Reuther JF et al. Long-term maintenance of alveolar bone gain after implantation of autolyzed, antigen-extracted, allogenic bone in periodontal intraosseous defects. *Journal of Periodontology* 1998; 69: 47-53.
3. Gernreich NC, Gerhardus A, Velasco-Garrido M. Knochen- und Knochenerersatzmaterialien zur parodontalen Regeneration bzw. zum Knochenaufbau für Implantate – Vergleich der medizinischen Wirksamkeit. [HTA-Report] 2003.
4. Kim CK, Chai JK, Cho KS, Moon IS, Choi SH, Sottosanti JS et al. Periodontal repair in intrabony defects treated with a calcium sulfate implant and calcium sulfate barrier. *Journal of Periodontology* 1998; 69: 1317-1324.
5. Kim CK, Choi EJ, Cho KS, Chai JK, Wikesjö UME. Periodontal repair in intrabony defects treated with a calcium carbonate implant and guided tissue regeneration. *Journal of Periodontology* 1996; 67: 1301-1306.
6. Kübler NR, Will C, Depprich R, Betz T, Reinhardt E, Bill JS et al. Vergleichende Untersuchungen zur Sinusbodenelevation mit autogenem oder allogenem Knochengewebe. *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie* 1999; 3 (Supplement 1): S53-60.
7. Kübler NR, Betz T, Kübler M, Reuther JF. Autogener Beckenkamm versus AAA-Knochen bei der Sinuslift-Operation. *Zeitschrift für Zahnärztliche Implantologie* 1998; 14: 136-142.
8. Luepke PG, Mellonig JT, Brunsvold MA. A clinical evaluation of a bioresorbable barrier with and without decalcified freeze-dried bone allograft in the treatment of molar furcations. *Journal of Clinical Periodontology* 1997; 24: 440-446.

9. Needleman IG, Giedrys-Leeper, Tucker RJ, Worthington HV. Guided tissue regeneration for periodontal infra-bony defects. The Cochrane Library 2001; 2.
10. Richardson CR, Mellonig JT, Brunsvold MA, McDonnell HT, Cochran DL. Clinical evaluation of Bio-Oss: a bovine-derived xenograft for the treatment of periodontal osseous defects in humans. *Journal of Clinical Periodontology* 1999; 26: 421-428.
11. Sculean A, Donos N, Blaes A, Lauermann M, Reich E, Brex M. Comparison of enamel matrix proteins and bioabsorbable membranes in the treatment of intrabony periodontal defects. A split-mouth study. *Journal of Periodontology* 1999; 70 (3): 255-262.
12. Wannfors K, Johansson B, Hallman M, Strandkvist T. A prospective randomized study of 1- and 2-stage sinus inlay bone grafts: 1 year follow-up. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 2000; 15 (5): 625-632.
13. Yukna RA, Callan DP, Krauser JT, Evans GH, Aichelmann-Reidy ME, Moore K et al. Multi-center clinical evaluation of combination anorganic bovine-derived hydroxyapatite matrix (ABM) / cell binding peptide (P-15) as a bone replacement graft material in human periodontal osseous defects. 6-month results. *Journal of Periodontology* 1998; 69: 655-663.

## D. Anhang

### D.1 International Classification of Procedures in Medicine (ICPM)

Tabelle 33: ICPM-Codes von Augmentationsbehandlungen

Code	Behandlung
5-774	Plastische Rekonstruktion der Maxilla
.0	Auflagerungsplastik, partiell
.1	Auflagerungsplastik, total
5-775	Plastische Rekonstruktion der Mandibula
.0	Auflagerungsplastik, partiell
.1	Auflagerungsplastik, total
5-783	Entnahme eines Knochentransplantates
.0	Spongiosa
.2	kortikospongiöser Span
.4	Knochentransplantat, nicht gefäßgestielt
.5	Knochentransplantat, mikrovaskulär
5-784	Knochentransplantation, -transposition
5-785	Implantation von alloplastischem Knochenersatz

### D.2 Dokumentation der Literaturrecherche

In Tabelle 34 bis Tabelle 39 sind die Suchstrategien zu den DIMDI-Datenbanken aufgezeichnet. Die entsprechenden Angaben zur Recherche in der CDSR und DARE enthalten Tabelle 40 und Tabelle 41.

Tabelle 34: Datenbanken und Recherchezeitraum

Datenbanken	Jahrgang
AIDSLINE AMED, BIOETHICSL, Biosis Prev (BA70, BA93), Biotechnology, CAB HEALTH, CANCERLIT, Derwent Bio., Derwent Dru. (DD83, DH64), Elsevier, EMBASE ALERT, EMBASE, Euroethics, HECLINET, IPA, ISTEP / ISSHP, ISTEP / ISSHP+, Medline, RUSSM.-ARTIC, Scisearch, SOMED, ZEBET	Januar 1990- Dezember 2000

Tabelle 35: Freitextsuche

Nr.	Suchstrategie	Trefferzahl
2	periodont?	780
3	sinus and lift	160
4	dent? and implant?	22.109
5	bone and (augmentation or regeneration or transplant? or graft or substitute)	254.189
6	(meta and analysis) or trial or study or review or assessment or HTA or evaluation or efficiency or efficacy or cost	16.738.466
32	2 and 5 and 6	12
33	3 and 6	86
34	4 and 5 and 6	1645

Tabelle 36: Control term Suche (MESH)

7	alveolar bone loss or bone resorption or maxillary sinus or periodontal attachment loss or periodontal index periodontal pocket	42.459
8	periodontal prosthesis or periodontitis or surgery, oral	7.181
9	7 or 8	49.497
10	alveolar ridge augmentation or bone regeneration or bone substitutes or bone transplantation	23.967
11	dental implantation or dental implantation, endosseous	9.074
12	dental implants or dental implants, single tooth or dental prosthesis, implant-supported	5.918
13	dental implantation, endosseous, endodontic	940
14	11 or 12 or 13	12.179
15	clinical trial or controlled clinical trial or comparative study	2.314.364
16	cost and cost analysis or cost-benefit analysis or direct service costs	86.043
17	economics, dental or efficiency or evaluation studies or health care costs or hospital costs	186.153
18	meta-analysis or outcome and process assessment or outcome assessment	16.002
19	process assessment (health care)	15.579
21	randomized controlled trial or retrospective studies or review	867.891
22	technology assessment or treatment outcome	213.709
23	15 or 16 or 17 or 18 or 19 or 21 or 22	3.396.056
35	9 and 10 and 23	903
36	14 and 10 and 23	329

Tabelle 37: Control term Suche (EMTREE)

24	clinical trial or controlled clinical trial or comparative study	2.511.994
25	cost and cost analysis or cost-benefit analysis or direct service costs	78.309
26	Economics, dental or efficiency or evaluation studies or health care costs or hospital costs	15.998
27	meta-analysis or outcome and process assessment or outcome assessment	15.998
29	randomized controlled trial or retrospective studies or review	867.891
30	technology assessment or treatment outcome	234.600
31	24 to 30	3.818.347
37	alveolar ridge augmentation or bone regeneration or bone substitutes or bone transplantation	37.613
38	dental implantation or dental implantation, endosseous	9.516
39	dental implants or dental implants, single-tooth or dental prosthesis, implant-supported	6.800
40	dental implantation, endosseous, endodontic	940
41	alveolar bone loss or bone resorption or maxillary sinus or periodontal attachment loss or periodontal index or periodontal pocket	46.401
42	periodontal prosthesis or periodontitis or surgery, oral	12.114
43	(41 or 42) and 37 and 31	2.183
44	(38 or 39 or 40) and 37 and 31	710

Tabelle 38: Zeitliche Begrenzung aller Literaturtreffer auf 1990-2000

45	32 and py = 1990 to 2000	6
46	33 and py = 1990 to 2000	80
47	34 and py = 1990 to 2000	1.443
48	35 and py = 1990 to 2000	727
49	36 and py = 1990 to 2000	309
50	43 and py = 1990 to 2000	1.868
51	44 and py = 1990 to 2000	681

Tabelle 39: Aggregation aller Ergebnisse und Elimination mehrfach gefundener Literaturstellen

52	45 or 46	86
54	Unique in s = 52	59
55	47	1.443
57	unique in s = 55	1.010
58	48 or 50	1.877
60	unique in s = 58	1.839
61	49 or 51	684
63	unique in s = 61	630
64	54 or 60	1.876
66	unique in s = 64	1.872
67	57 or 63	1.368
69	unique in s = 67	1.351
70	66 or 69	2.894
72	unique in s = 70	2.862

Tabelle 40: Recherche in der CD-Rom Datenbank der Cochrane Collaboration

Datenbank	Jahrgang	Nr.	Suchstrategie	Trefferzahl
CDSR	-4 / 2000			
		1	periodont*	2.049
		2	#1 and (((((bone and regeneration) or (bone and augmentation)) or (bone and transplant*)) or (bone and graft))) or (bone and substitute))))	<u>188</u>
		3	sinus and lift	1
		4	sinus and elevation	11
		5	sinus and augmentation	9
		6	dent* and implant*	262
		7	#6 and (((((bone and regeneration) or (bone and augmentation)) or (bone and transplant*)) or (bone and graft))) or (bone and substitute))))	<u>62</u>

Tabelle 41: Recherche in der DARE

DARE	-Dezember 2000	periodont\$	6
		bone AND augmentation	1
		dent\$ AND implant\$	4
		bone AND graft	5
		bone AND substitute	3
		sinus AND lift	1
		maxillofacial AND surgery	2

### D.3 Kosten der Verfahren zur parodontalen Regeneration und zum Knochen- aufbau für Implantate

Die Gesamtkosten der Behandlungsalternativen zu den Fallbeispielen setzen sich aus den abrechenbaren GOÄ- und GOZ-Positionen (gemäß mündlicher Auskunft mehrerer Experten) und den Sachkosten zusammen (siehe Tabelle 42 bis Tabelle 46). Der Multiplikator 2,3 für die Gewichtung der Abrechnungsbeträge gilt dabei als üblicher Faktor bei der privaten Liquidierung zahnärztlicher Behandlungen. Mit Hilfe der Angaben zu angewendeten Materialien und Mengen in den Fragebögen (Tabelle 47) erfolgte die Berechnung mittlerer Kosten für Sachmittel. Dabei wurden für die alloplastischen Materialien und die Membranen die Preise der jeweils nächst größeren Standardabpackung zuzüglich MwSt. angesetzt. Bei stationärer Behandlung eines Privatpatienten rechnet das Krankenhaus neben der eigentlichen Behandlung auch seinen tagesgleichen Pflegesatz ab. Tabelle 48 enthält eine detaillierte Beschreibung der relevanten Gebührenpositionen.

Tabelle 42: Kosten der Behandlung des Furkationsdefekts in DM

Verfahren	GOÄ	2,3fach	GOZ	2,3fach	Sachmaterial	Kosten	Gesamt in DM
Lappen, Lokalanästhesie			410 009 010	69,57 15,18 17,71			102,46
Autograft, Lokalanästhesie	2253	169,64	410 411 009 010	69,57 45,54 15,18 17,71			317,64
Alloplast Lokalanästhesie			410 411 009 010	69,57 45,54 15,18 17,71	Material	87,27	235,27
Autograft + Al- loplast Lokalanästhesie	2253	169,64	410 411 009 010	69,57 45,54 15,18 17,71	Material	75,88	393,52

GTR			410	69,57			
			411	45,54			
			413	113,85			
Lokalanästhesie			009	15,18			
			010	17,71			
					Membran	140,00	<u>401,85</u>
GTR + Autograft	2253	169,64					
			410	69,57			
			411	45,54			
Lokalanästhesie			413	113,85			
			009	15,18			
			010	17,71			
					Membran	140,00	<u>571,49</u>
GTR + Alloplast			410	69,57			
			411	45,54			
			413	113,85			
Lokalanästhesie			009	15,18			
			010	17,71			
					Material Membran	87,27 140,00	<u>501,87</u>
GTR + Protein			410	69,57			
			411	45,54			
Lokalanästhesie			413	113,85			
			009	15,18			
			010	17,71			
					Protein Membran	428,79 140,00	<u>830,64</u>
GTR + Autograft + Alloplast	2253	169,64					
			410	69,57			
			411	45,54			
Lokalanästhesie			413	113,85			
			009	15,18			
			010	17,71			
					Material Membran	61,75 140,00	<u>633,23</u>

Tabelle 43: Kosten der Behandlung des vertikalen Knochendefekts in DM

Verfahren	GOÄ	2,3fach	GOZ	2,3fach	Sachmaterial	Kosten	Gesamt in DM
Lappen, Lokalanästhesie			410	69,57			
			009	15,18			
			010	17,71			<u>102,46</u>
Autograft	2253	169,64					
			410	69,57			
			411	45,54			
Lokalanästhesie			009	15,18			
			010	17,71			<u>317,64</u>
Alloplast			410	69,57			
			411	45,54			
Lokalanästhesie			009	15,18			
			010	17,71			
					Material	87,27	<u>235,27</u>

Allograft			410	69,57			
			411	45,54			
Lokalanästhesie			009	15,18			
			010	17,71			
					Material	Knoche nbank	<u>148,00 + Material</u>
Autograft + Al- loplast	2253	169,64	410	69,57			
			411	45,54			
Lokalanästhesie			009	15,18			
			010	17,71			
					Material	75,88	<u>393,52</u>
GTR			410	69,57			
			411	45,54			
			413	113,85			
Lokalanästhesie			009	15,18			
			010	17,71			
					Membran	140,00	<u>401,85</u>
GTR + Autograft	2253	169,64	410	69,57			
			411	45,54			
Lokalanästhesie			413	113,85			
			009	15,18			
			010	17,71			
					Membran	140,00	<u>571,49</u>
GTR + Alloplast			410	69,57			
			411	45,54			
Lokalanästhesie			413	113,85			
			009	15,18			
			010	17,71			
					Material Membran	87,27 140,00	<u>489,12</u>
GTR + Protein			410	69,57			
			411	45,54			
			413	113,85			
Lokalanästhesie			009	15,18			
			010	17,71			
					Protein Membran	428,79 140,00	<u>830,64</u>
GTR + Autograft + Alloplast	2253	169,64	410	69,57			
			411	45,54			
Lokalanästhesie			413	113,85			
			009	15,18			
			010	17,71			
					Material Membran	61,75 140,00	<u>633,25</u>

Tabelle 44: Kosten des Sinuslifts in DM

Verfahren	GOÄ	2,3fach	GOZ	2,3fach	Sachmaterial	Kosten	Gesamt in DM
Sinuslift mit	2250	121,40					
Autograft	2386	180,39					
	2730	131,10					
	2383	262,20					
	2254	193,77					
	2255	388,06					
ITN	462	133,72					
Lokalanäs- thesie			2*010	2*17,71			<u>1410,64 + Pflugesatz (ITN) 1312,34 (LA)</u>
Sinuslift mit	2250	121,40					
Alloplast	2386	180,39					
	2730	131,10					
	2383	262,20					
	2442	235,98					
Lokalanäs- thesie			2*010	2*17,71	Material	370,50	<u>1336,99 (LA)</u>
Sinuslift mit	2250	121,40					
Allograft	2386	180,39					
	2730	131,10					
	2383	262,20					
	2254	193,77					
Lokalanäs- thesie			2*010	2*17,71	Material	Knochen bank	<u>924,28 + Ma- terial (LA)</u>
Sinuslift mit	2250	121,40					
Autograft + Al- loplast	2386	180,39					
	2730	131,10					
	2383	262,20					
	2254	193,77					
	2255	388,06					
	2442	235,98					
ITN	462	133,72					
Lokalanästhesie			2*010	2*17,71	Material	123,50	<u>1770,12 + Pflugesatz (ITN) 1671,82 (LA)</u>

Tabelle 45: Kosten der lokalen Knochenaugmentation in DM

Verfahren	GOÄ	2,3fach	GOZ	2,3fach	Sachmaterial	Kosten	Gesamt in DM
Autograft	2730	131,10					
	2381	97,01					
	2253	169,64					
	2254	193,77					
ITN	462	133,72					
Lokalanästhesie			009	15,18			
			010	17,71			
							<u>725,24 + Pfl- gesatz (ITN) 624,41 (LA)</u>

Alloplast	2730	131,10					
	2381	97,01					
	2442	235,98					
Lokalanästhesie			009	15,18			
			010	17,71			
					Material	308,75	<u>805,73 (LA)</u>
Autograft + Alloplast	2730	131,10					
	2381	97,01					
	2253	169,64					
	2254	193,77					
	2442	235,98					
ITN	462	133,72					
Lokalanästhesie			009	15,18			
			010	17,71	Material	185,25	<u>1146,47 + Pflegesatz (ITN)</u>
							<u>1045,64 (LA)</u>
GBR + Autograft	2730	131,10					
	2381	97,01					
	2697	91,77					
	2253	169,64					
	2254	193,77					
Lokalanästhesie			009	15,18			
			010	17,71	Membran	140,00	<u>856,18 (LA)</u>
GBR + Autograft + Alloplast	2730	131,10					
	2381	97,01					
	2253	169,64					
	2254	193,77					
	2442	235,98					
	2697	91,77					
ITN	462	133,72	009				
Lokalanästhesie			010	15,18			
				17,71	Membran	140,00	
					Material	185,25	<u>1378,24 + Pflegesatz (ITN)</u>
							<u>1277,41 (LA)</u>
Distraktion	2625	327,75					
	2675	222,87					
	2710	288,42					
	2730	131,1					
	2687	346,86					
	2688	196,65					
ITN	462	133,72					
Lokalanästhesie	2*494	2*31,73					
					Distraktor (Martin)	1200,00	<u>2847,37 + Pflegesatz (ITN)</u>
							<u>2777,11 (LA)</u>

Tabelle 46: Kosten der absoluten Alveolarkammaugmentation in DM

Verfahren	GOÄ	2,3fach	GOZ	2,3fach	Sachmaterial	Kosten	Gesamt in DM
Autograft	2730	131,10					
	2254	193,77					
	2255	388,06					
	2381	97,01					
ITN	462	133,72					
Lokalanästhesie			009	15,18			
			2*010	2*17,71			
							<u>943,66 +</u>
							<u>Pflegesatz</u>
							<u>(ITN)</u>
							<u>860,54 (LA)</u>
Autograft +	2730	131,10					
Alloplast	2254	193,77					
	2255	388,06					
	2381	97,01					
	2442	235,98					
ITN	462	133,72					
Lokalanästhesie			009	15,18			
			2*010	2*17,71			
					Material	308,75	
							<u>1488,39 +</u>
							<u>Pflegesatz</u>
							<u>(ITN)</u>
							<u>1405,27 (LA)</u>
Distraktion	2625	327,75					
	2675	222,87					
	2710	288,42					
	2730	131,1					
	2687	346,86					
	2688	196,65					
ITN	462	133,72					
Lokalanästhesie	2*494	2*31,73					
					Distraktor (Mar-	1200,00	
					tin)		
							<u>2847,37 +</u>
							<u>Pflegesatz</u>
							<u>(ITN)</u>
							<u>2777,11 (LA)</u>

Tabelle 47: Materialmengen

Verfahren	Materialgruppe	Produktbezeichnung	Menge*		
<b>Vertikaler Knochendefekt</b>	Alloplast	Beta TCP oder Bioglas	0,2 g (n=1)		
		Bio Oss	0,5 g (n=1)		
		Bioglas	0,2 ml (n=1)		
	Autograft+Alloplast	Beta TCP	0,2 g (n=1)		
		Bioglas	0,2 ml (n=1)		
	GTR+Alloplast	Beta TCP	0,2 g (n=1)		
		Bio Oss	0,5 g (n=1)		
		Bioglas	0,2 ml (n=1)		
	GTR+Protein	Emdogain	0,3 ml (n=1)		
<b>Furkationsdefekt</b>	Alloplast	Beta TCP oder Bioglas	0,2 g (n=1)		
		Bio-Oss	0,5 g (n=1)		
		Bioglas	0,2 ml (n=1)		
	Autograft+Alloplast	Beta TCP	0,2 g (n=1)		
		Bioglas	0,2 ml (n=1)		
	GTR+Alloplast	Bio Oss	0,5 g (n=1)		
		Bioglas	0,2 ml (n=1)		
	GTR+Protein	Emdogain	0,3 ml (n=1)		
	<b>Sinuslift</b>	Alloplast	Beta TCP	2,9 g (n=5)	2,75 ml (n=2)
Autograft+Alloplast		Beta TCP	1,16 g (n=6)	2,67 ml (n=3)	2 cm <sup>3</sup> (n=1)
<b>Lokale Knochenaugmentation</b>	Alloplast	Beta TCP	3 g (n=1)		
			2,5 cm <sup>3</sup> (n=1)		
	Autograft+Alloplast	Beta TCP	1,17 g (n=3)	3 ml (n=2)	
			1,5 g (n=1)		
GBR+Autograft+Alloplast	Beta TCP	1,5 g (n=1)			
		2,5 cm <sup>3</sup> (n=1)			
<b>Absolute Alveolar-kamm-augmentation</b>	Autograft+Alloplast	Beta TCP	2,5 g (n=1)		

\* Die Anzahl der Nennungen ist in Klammern (n= ) aufgeführt.

Tabelle 48: Gebührenpositionen der Ärzte und Zahnärzte (GOÄ, GOZ)

Gebühren- positionen	Definition
<b>GOZ</b>	
009	Intraorale Infiltrationsanästhesie
010	Intraorale Leitungsanästhesie
410	Lappenoperation, offene Küretage, einschließlich Osteoplastik an einem Seitenzahn, je Parodontium
411	Auffüllen parodontaler Knochendefekte mit autologem oder alloplastischem Material, je Zahn
413	Chirurgische Maßnahmen zur Verbreiterung der unverschieblichen Gingiva und/oder zur Vertiefung des Mundvorhofes, je Kieferhälfte oder Frontzahn- bereich
<b>GOÄ</b>	
462	Kombinationsnarkose mit endotrachealer Intubation, bis zu einer Stunde
494	Leitungsanästhesie, endoneural auch Pudendusnästhesie
2250	Keilförmige oder lineare Osteotomie eines kleinen Knochens (Finger-, Zehen-, Mittelhand-, Mittelfußknochen) oder Probeausmeißelung aus einem Knochen
2253	Knochenspanentnahme
2254	Implantation von Knochen
2255	Freie Verpflanzung eines Knochens oder von Knochenteilen (Knochenspäne)
2381	Einfache Hautlappenplastik
2383	Vollhauttransplantation auch einschließlich plastischer Versorgung der Entnahmestelle
2386	Schleimhauttransplantation einschließlich operativer Unterminierung der Entnahmestelle und plastischer Deckung
2442	Implantation alloplastischen Materials zur Weichteilunterfütterung, als selbständige Leistung
2625	Verschluss des weichen oder harten Gaumens oder Verschluss von perforierenden Defekten im Bereich von Gaumen oder Vestibulum
2675	Partielle Vestibulum- oder Mundbodenplastik oder große Tuberplastik, je Kieferhälfte oder Frontzahnbereich
2687	Allmähliche Reposition des gebrochenen Ober- oder Unterkiefers oder eines schwer einstellbaren oder verkeilten Bruchstücks des Alveolarfortsatzes
2688	Fixation bei nicht dislozierter Kieferfraktur durch Osteosynthese oder Aufhängung
2697	Anlegen von Drahtligaturen, Drahthäkchen oder dergleichen, je Kieferhälfte oder Frontzahnbereich, als selbständige Leistung
2710	Partielle Resektion des Ober- oder Unterkiefers auch Segmentosteotomie, als selbständige Leistung
2730	Operative Maßnahmen zur Lagerbildung beim Aufbau des Alveolarfortsatzes, je Kieferhälfte oder Frontzahnbereich

## D.4 Fragebögen

### Parodontologie – Vertikaler Knochendefekt

**Fallbeispiel:** 45 Jahre alter männlicher Patient, Nichtraucher, guter Allgemeinzustand/Ernährungszustand, gute Mundhygiene, keine Medikamenteneinnahme. Nach abgeschlossener Initialtherapie besteht weiterhin ein zweiwandiger vertikaler Knochendefekt an 11 mit  $\geq 6$  mm Taschentiefe.

**Geben Sie bitte an:** (1.) Die Eigenschaften des Materials (Bezeichnung, Menge, Mischungsverhältnis, Entnahmestelle), welches Sie bei den einzelnen Behandlungsoptionen verwenden würden und (2.) eine Rangordnung der Wünschbarkeit der Optionen aus Ihrer Sicht.

#### Behandlungsoptionen:

Lappenoperation (modifizierte Widman-Operation)

Augmentation mit autogenem Knochen in Verbindung mit alloplastischem Material

Entnahmestelle (Autograft):  
Materialbezeichnung (Alloplast):  
Menge (Alloplast):  
Mischungsverhältnis:

Augmentation mit autogenem Knochen  
Entnahmestelle:

GTR

Augmentation mit allogenem Knochen  
Materialbezeichnung:  
Menge:

GTR in Verbindung mit Knochen/Material  
Membranbezeichnung:  
Materialbezeichnung:  
Menge:

Augmentation mit alloplastischem Material  
Materialbezeichnung:  
Menge:

## Parodontologie – Furkationsdefekt

**Fallbeispiel:** 45 Jahre alter männlicher Patient, Nichtraucher, guter Allgemeinzustand/Ernährungszustand, gute Mundhygiene, keine Medikamenteneinnahme. Nach abgeschlossener Initialtherapie besteht weiterhin ein Furkationsbefall 2. Grades an 36.

**Geben Sie bitte an:** (1.) Die Eigenschaften des Materials (Bezeichnung, Menge, Mischungsverhältnis, Entnahmeort), welches Sie bei den einzelnen Behandlungsoptionen verwenden würden und  
(2.) eine Rangordnung der Wünschbarkeit der Optionen aus Ihrer Sicht.

### Behandlungsoptionen:

■ Lappenoperation (modifizierte Widman-Operation)

■ Augmentation mit autogenem Knochen in Verbindung mit alloplastischem Material

■ Augmentation mit autogenem Knochen

Entnahmestelle:

Entnahmestelle (Autograft):

Materialbezeichnung (Alloplast):

Menge (Alloplast):

Mischungsverhältnis:

■ GTR

■ Augmentation mit allogenem Knochen

Materialbezeichnung:

Menge:

Membranbezeichnung:

GTR in Verbindung mit..... Knochen/Material

Membranbezeichnung:

Materialbezeichnung:

Menge:

■ Augmentation mit alloplastischem Material

Materialbezeichnung:

Menge:

## Implantologie – Sinuslift

**Fallbeispiel:** 45 Jahre alter männlicher Patient, Nichtraucher, guter Allgemeinzustand/Ernährungszustand, gute Mundhygiene, keine Medikamenteneinnahme. Im Oberkieferseitenzahnbereich ist eine Versorgung mit Implantaten in regio 15-16 vorgesehen. Die Restknochenhöhe stellt sich sich röntgenologisch mit rund 5 mm.

**Geben Sie bitte an:** (1.) Die Eigenschaften des Materials (Bezeichnung, Menge, Mischungsverhältnis, Entnahmeort), welches Sie bei den einzelnen Behandlungsoptionen verwenden würden,  
(2.) Informationen zur Operation (Anzahl Behandlungsschritte, Form der Anästhesie) und  
(3.) eine Rangordnung der Wünschbarkeit der Optionen aus Ihrer Sicht.

### Behandlungsoptionen:

■ Unilateraler Sinuslift mit autogenem Knochen  
einphasig/zweiphasig:  
Entnahmestelle:  
Lokalanästhesie/Intubationsnarkose:

■ Unilateraler Sinuslift mit allogenen Knochen  
einphasig/zweiphasig:  
Materialbezeichnung:  
Menge:  
Lokalanästhesie/Intubationsnarkose:

■ Unilateraler Sinuslift mit alloplastischem Material  
einphasig/zweiphasig:  
Materialbezeichnung:  
Menge:  
Lokalanästhesie/Intubationsnarkose:

■ Unilateraler Sinuslift mit autogenem Knochen in Verbindung mit alloplastischem Material  
einphasig/zweiphasig:  
Entnahmestelle (Autograft):  
Materialbezeichnung (Alloplast):  
Menge (Alloplast):  
Mischungsverhältnis:  
Lokalanästhesie/Intubationsnarkose:

## Implantologie – Lokale Knochenaugmentation

**Fallbeispiel:** 50 Jahre alte weibliche Patientin, Nichtraucherin, guter Allgemeinzustand/Ernährungszustand, gute Mundhygiene, keine Medikamenteneinnahme. Nach Verlust von 12, 22 und 23 trat eine vertikale und horizontale Alveolar-kammatrophie ein. Die Patientin wünscht eine Versorgung mit Implantaten. Aufgrund des mangelnden Restknochenangebots ist eine Vorbehandlung erforderlich.

**Geben Sie bitte an:** (1.) Die Eigenschaften des Materials (Bezeichnung, Menge, Mischungsverhältnis, Entnahmeort), welches Sie bei den einzelnen Behandlungsoptionen verwenden würden,  
(2.) Informationen zur Operation (Anzahl Behandlungsschritte, Form der Anästhesie, System für Distractionsosteogenese) und  
(3.) eine Rangordnung der Wünschbarkeit der Optionen aus Ihrer Sicht.

### Behandlungsoptionen:

Augmentation mit autogenem Knochen  
einphasig/zweiphasig:  
Entnahmestelle:  
Lokalanästhesie/Intubationsnarkose:

Augmentation mit allogenem Knochen  
einphasig/zweiphasig:  
Materialbezeichnung:  
Menge:

Augmentation mit alloplastischem Material  
einphasig/zweiphasig:  
Materialbezeichnung:  
Menge:

Augmentation mit autogenem Knochen in Verbindung mit alloplastischem Material

einphasig/zweiphasig:  
Entnahmestelle (Autograft):  
Materialbezeichnung (Alloplast):  
Menge (Alloplast):  
Mischungsverhältnis:  
Lokalanästhesie/Intubationsnarkose:  
GBR in Verbindung mit.....Knochen/Material  
Membranbezeichnung:  
Materialbezeichnung:  
Menge:  
Lokalanästhesie/Intubationsnarkose:  
vertikale Distractionsosteogenese  
verwendetes System:  
Lokalanästhesie/Intubationsnarkose:

## Implantologie – Absolute Alveolarkammerhöhung

**Fallbeispiel:** 60 Jahre alte weibliche Patienten, Nichtraucherin, guter Allgemeinzustand/Ernährungszustand, gute Mundhygiene, keine Medikamenteneinnahme. Vorgesehen ist im Unterkiefer eine Versorgung mit vier interforaminalen Implantaten zur späteren Verankerung einer Stegprothese. Die Restknochenhöhe ist unzureichend für eine primäre Implantation (z.B.  $\leq 8$  mm).

**Geben Sie bitte an:** (1.) Die Eigenschaften des Materials (Bezeichnung, Menge, Mischungsverhältnis, Entnahmeort), welches Sie bei den einzelnen Behandlungsoptionen verwenden würden,  
(2.) Informationen zur Operation (Anzahl Behandlungsschritte, Form der Anästhesie, System für Distractionsosteogenese) und  
(3.) eine Rangordnung der Wünschbarkeit der Optionen aus Ihrer Sicht.

Ab welcher vertikalen Restknochenhöhe sehen Sie eine Behandlungsnotwendigkeit?

Ab ..... mm.

### Behandlungsoptionen:

Augmentation mit autogenem Knochen

einphasig/zweiphasig:

Entnahmestelle:

Lokalanästhesie/Intubationsnarkose:

Augmentation mit autogenem Knochen in Verbindung mit alloplastischem Material

einphasig/zweiphasig:

Entnahmestelle (Autograft):

Materialbezeichnung (Alloplast):

Menge (Alloplast):

Lokalanästhesie/Intubationsnarkose:

vertikale Distractionsosteogenese

verwendetes System:

Lokalanästhesie/Intubationsnarkose: