

Aus der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Plastische  
Gesichtschirurgie der Universität Würzburg

Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. A. Kübler

**Retrospektive Nachuntersuchung zum Vergleich  
verschiedener knöcherner  
Unterkieferrekonstruktionen nach ablativer  
Kieferchirurgie**

Eine Untersuchung der Jahre 1998 - 2008

**Inaugural - Dissertation**

**zur Erlangung der Doktorwürde der**

**Medizinischen Fakultät**

**der**

**Julius-Maximilians-Universität Würzburg**

**vorgelegt von**

Dr. med. Susanne Jung

aus Münster

Würzburg, Februar 2010



Referent: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. A. Kübler

Koreferent: Priv.-Doz. Dr. rer. nat. U. Gbureck

Dekan: Prof. Dr. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung:

Die Promovendin ist Ärztin und Zahnärztin.



## Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b><i>Einleitung</i></b> .....	<b>1</b>
1.1	<b>Historischer Rückblick</b> .....	<b>1</b>
1.2	<b>Indikationen für die Kontinuitsresektion der Mandibula</b> .....	<b>4</b>
1.3	<b>Einteilung der Resektionsdefekte</b> .....	<b>9</b>
1.4	<b>Rekonstruktive Transplantate</b> .....	<b>10</b>
1.4.1	Das Fibulatransplantat.....	<b>10</b>
1.4.2	Das Skapulatransplantat .....	<b>12</b>
1.4.3	Das Beckenkammtransplantat .....	<b>13</b>
1.5	<b>Fragestellung</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b><i>Material und Methoden</i></b> .....	<b>16</b>
2.1	<b>Patienten und Tumoren</b> .....	<b>16</b>
2.2	<b>Einteilung nach der Klassifikation der Welt-Gesundheitsorganisation(WHO)</b> <b>18</b>	
2.3	<b>Allgemeine Operationstechnik</b> .....	<b>21</b>
2.3.1	Tumorresektion .....	<b>21</b>
2.3.2	Neck dissection .....	<b>22</b>
2.3.3	Anastomose .....	<b>23</b>
2.3.4	Fibula .....	<b>24</b>
2.3.5	Skapula.....	<b>26</b>
2.3.6	Beckenkamm .....	<b>28</b>
<b>3</b>	<b><i>Ergebnisse</i></b> .....	<b>33</b>
3.1	<b>Klinische Resultate</b> .....	<b>33</b>
3.1.1	Alters- und Geschlechtsverteilung.....	<b>33</b>
3.1.2	Primärdiagnose und -lokalisierung .....	<b>34</b>

## Inhaltsverzeichnis

---

3.1.3	TNM Stadium und Grading .....	38
3.1.4	Defektgröße und Operationsdauer.....	41
3.1.5	Neoadjuvante Radiatio.....	44
<b>3.2</b>	<b>Komplikationen.....</b>	<b>45</b>
3.2.1	Wundinfektionen und Dehiszenzen .....	45
3.2.2	Pseudarthrose.....	47
3.2.3	Anastomosenrevision.....	48
3.2.4	Totalverlust.....	50
3.2.5	Komplikationen in Relation zur neoadjuvanten Radiatio .....	51
<b>3.3</b>	<b>Knocheninfiltration .....</b>	<b>54</b>
<b>3.4</b>	<b>Orale Rehabilitation am Fallbeispiel .....</b>	<b>56</b>
<b>4</b>	<b><i>Diskussion</i>.....</b>	<b>61</b>
<b>5</b>	<b><i>Zusammenfassung</i>.....</b>	<b>75</b>
<b>6</b>	<b><i>Abkürzungsverzeichnis</i>.....</b>	<b>76</b>
<b>7</b>	<b><i>Literaturverzeichnis</i>.....</b>	<b>78</b>

---

## 1 Einleitung

### 1.1 Historischer Rückblick

Seit Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts werden zur Wiederherstellung von Unterkieferkontinuitätsdefekten autologe Transplantate aus verschiedenen Spenderregionen eingesetzt. Bis dahin wurden Knochenläsionen, die häufig infolge eines Traumas, einer Schussverletzung oder eines destruierenden Tumors entstanden waren durch Epithesen versorgt oder der Selbstheilung überlassen. Die Patienten trugen alle Einschränkungen beim Essen und Sprechen, sowie die Stigmatisierung und soziale Isolation.

Die ersten funktionstüchtigen Apparaturen zur Überbrückung waren Schienenverbände aus Metall, die im Knochen, auf den Zähnen oder kombiniert verankert waren (Hauptmeyer, 1917). Es fand die Drahtschiene nach Fritsche Verwendung, die mit Metallflügeln an den Unterkieferstümpfen befestigt wurde. Die Hartgummiapparatur nach Schröder verzichtete auf die knöcherne Verankerung und wurde mit Drahtligaturen an den verbliebenen Zähnen befestigt. Mit deren Hilfe konnten die Patienten zwar schlucken und sprechen, in ästhetischer Hinsicht waren diese Prothesen jedoch ungenügend (Heller, 1905).

Als einer der Pioniere der Unterkieferrekonstruktion gilt Bernhard Bardenheuer (1839-1913), ein deutscher Chirurg, der in Würzburg und Berlin Medizin studiert hat und in verschiedenen chirurgischen Disziplinen innovative Therapiekonzepte entwickelte und etablierte (Krabbel, 1913).

So ersetzte 1891 Bardenheuer erstmals kontinuiertsresezierte Unterkiefer mit kombinierten Knochen-Weichteiltransplantaten. Entwickelt aus einem Hautperiostlappen der Stirnregion verwendete einen gestielten kombinierten Lappen

der sich aus Mukosa, Knochen und anhängendem Periost zusammensetzte und den er der unversehrten Außenfläche der Mandibula entnahm (Bardenheuer, 1892).

Basierend auf Bardenheuers Ergebnissen entwickelte der russische Chirurg Sykoff in Moskau ein Verfahren zur ersten freien Knochentransplantation. Er verwendete zur Rekonstruktion eines durch eine Nomainfektion zerstörten Unterkiefers einen Knochenspan, ebenfalls von der gesunden Seite der Mandibula (Sykoff, 1900). Der deutsche Chirurg Erich Lexer (1867-1937) verfolgte diese Strategie weiter und überbrückte 1908 einen Unterkieferdefekt mit einem freien Knochentransplantat aus der Tibia (Lexer, 1908).

Aufgrund der Untersuchungen des Chirurgen Leopold Ollier aus Lyon war man sich der Bedeutung des Periosts für die Vitalität und osteogene Potenz des transplantierten Knochens bewusst, so wurden die freien ossären Transplantate mitsamt ihrer Knochenhaut verpflanzt (Ollier, 1891).

Durch die vielen Gesichtsversehrten des ersten Weltkrieges gewann die Etablierung guter Rekonstruktionsmethoden in den folgenden Jahren einen neuen Stellenwert: verschiedene Spenderregionen des Körpers wurden auf ihre rekonstruktive Tauglichkeit erprobt. Es wurden freie periostgedeckte Rippen oder Beckenkämme verwendet; letztere setzten sich schließlich durch.

Die Fixierung des Transplantates erfolgte durch Einlegen des Knochenspans in Periosttaschen, durch Verkeilung im Defekt oder mit Hilfe von Catgutfäden (Ganzer, 1917).

Unabhängig von der Donorstelle war all diesen Knochentransplantaten gemeinsam, dass sie aufgrund der mikrobiellen Besiedlung der Mundhöhle über einen extraoralen Zugang, meist von submandibulär, eingebracht wurden. Man versuchte so, das Risiko einer postoperativen Infektion mit Transplantatverlust zu minimieren.

Eine Revolution auf diesem Gebiet stellte die Einführung der antibiotischen Prophylaxe während des zweiten Weltkrieges dar; von nun an waren auch intraorale Zugangswege möglich, die die kosmetischen Ergebnisse wesentlich verbesserten (Phillips et al., 1967).



Die wegweisenden Innovationen, auf denen die moderne Mikrochirurgie fußt, stammen aus der Arbeit von Jacobson und Suarez aus den Jahren 1960 bis 1962.

Die Weiterentwicklung der Osteosynthese und der Mikrogefäßchirurgie und die damit verbundene Etablierung von speziellem Instrumentarium in Kombination mit einem Operationsmikroskop ermöglichte während der vergangenen dreißig Jahre die Anastomose kleinstkalibriger Gefäße und ebnete den Weg für den mikrochirurgisch anastomosierten Knochentransfer (Jacobson, Suarez et al., 1960, Kasdan, Kleinert et al., 1966).

Da sich die Crista iliaca zu diesem Zeitpunkt bereits als verlässliches Transplantat bewährt hatte, unternahmen Taylor et al. die ersten vielversprechenden Gehversuche mit mikrovaskulär anastomosierten Beckenkammtransplantaten in Kombination mit Hautinsel oder Muskelmanschette in 16 Fällen zur Überbrückung von mandibulären Knochen- Weichteildefekten (Taylor et al., 1979).

In den folgenden Jahren arbeitete die gleiche Arbeitsgruppe auch mit vaskularisierten Transplantaten vom Wadenbein und berichtete in einer retrospektiven Studie über einen Zeitraum von neun Jahren an 41 Fällen von einer Erfolgsrate von über neunzig Prozent (Taylor et al., 1983). Es waren in puncto mikrochirurgischer Unterkieferrekonstruktion die ersten Standards etabliert.

Parallel machte auch die Weichgewebschirurgie rasante Fortschritte: 1976 beschrieben Reuther und Hausamen erstmals die erfolgreich durchgeführte mikrogefäßchirurgische Replantation von Ober- und Unterlippe und Kinnregion (Reuther, Hausamen et al., 1978)

Die Entwicklung dieser Technik und des erforderlichen Instrumentariums macht die komplexen Rekonstruktionen, die heute an Tumorpatienten, an Patienten, die an Fehlbildungen leiden oder an Polytraumapatienten erfolgreich durchgeführt werden erst möglich. Die entsprechenden Indikationen und die Operationstechnik der einzelnen Transplantate sollen im Folgenden detailliert beschrieben werden.

---

**1.2 Indikationen für die Kontinuitätsresektion der Mandibula**

Deformitäten oder Kontinuitätsdefekte des Unterkiefers können von Traumata, Infektionen oder malignen wie benignen Neoplasien verursacht sein.

Eine Indikation für die Kontinuitätsresektion der Mandibula bzw. die mikrochirurgische Rekonstruktion des Knochens können ausgedehnte traumatische Läsionen z.B. nach Akzelerationstrauma oder große Defekte nach Schussverletzungen sein.

Die Anzahl der Patienten in Deutschland, die durch Unfälle im Straßenverkehr schwerwiegende Gesichtsverletzungen davontragen, ist nach Angaben des Statistischen Bundesamtes Deutschland durch die Einführung der Gurtpflicht im Januar 1976 und die Entwicklung des Airbags drastisch zurückgegangen, dennoch sind polytraumatisierte Patienten keine Seltenheit. Diese Patienten leiden jedoch oft an multiplen Frakturen; Defektverletzungen sind - was den Knochen betrifft - die Ausnahme.

Auch Schussverletzungen des Gesichtes sind in unseren Breitengraden sicher nicht an der Tagesordnung, finden sich jedoch bei Patienten, die sich in suizidaler Absicht in den Kopf schießen.

Im untersuchten Patientengut findet sich kein Patient, dessen Unterkiefer wegen eines Akzelerationstraumas rekonstruiert werden musste, aber ein Patient, der nach einer Schussverletzung große Teile seines Unterkiefers verloren hatte.

Therapieresistente chronische Infektionen des Unterkiefers, Osteomyelitiden können ebenfalls in der Kontinuitätsresektion des Knochens münden. Wegen des wenig verzweigten Gefäßverlaufs im Kieferknochen, ist eine suffiziente intravenöse antibiotische Therapie der infizierten Areale häufig nicht gut möglich; das erkrankte Gewebe muss abgetragen werden (Schimming et al., 2003).

Im kieferchirurgischen Patientengut entstehen diese Knochenentzündungen als fortgeleitete Infektionen von pulpentoten Zähnen, durch Infektionen des Zahnhalteapparates oder durch infizierte radikuläre oder follikuläre Zysten. Bei verschlepptem antibiotischen Therapiebeginn können Infektionen nach offenen

Frakturen durch die Verbindung von Knochen und Mundhöhle über den Parodontalspalt auftreten (Schilli, 1988).

In den letzten Jahren sind zwei spezielle Formen der Entzündung in den Fokus des Interesses gerückt: die Osteoradionekrose, bei Patienten, die eine Bestrahlung im Kopf-Hals Bereich erhalten haben und die bisphosphonatinduzierte Osteonekrose; sie betrifft Patienten die sich aufgrund einer Osteoporose oder wegen osteoklastischer Metastasierung eines Neoplasmas einer Therapie mit Bisphosphonaten unterziehen mussten. Diese Medikamente werden oral oder intravenös verabreicht und hemmen in erster Linie die knochenabbauenden Osteoklasten. Dies hat eine erhöhte Knochendichte und eine Verschlechterung der Perfusion zur Folge (Rogers, Gordon et al., 2000, Lee, 2009). Auch unkomplizierte dentoalveoläre Eingriffe wie einfache Zahnextraktionen ohne antibiotische Abschirmung führen oft zu nicht beherrschbaren Infektionen (Thumbigere-Math, Sabino et al., 2009).



Abb 1 Ausgedehnter Befund einer bisphosphonatinduzierten Osteomyelitis mit freiliegendem Knochen am anterioren Alveolarkamm bei einer 64 jährigen Patientin mit fortgeschrittener Osteoporose und oraler Medikation mit Fosamax nach Zahnextraktion ohne antibiotische Abschirmung

Die kurative Therapie erfolgt nahezu ausschließlich operativ, da auch eine systemisch applizierte Antibiose aufgrund der Vaskularisierung des Unterkiefers nicht suffizient erreicht. Das nekrotische und infizierte Gewebe muss radikal entfernt werden; im Falle des Unterkiefers hat dies häufig eine Kontinuitätsresektion zur Folge.

Begleitend wird stets eine intravenöse antibiotische Therapie durchgeführt, Medikament der Wahl ist hier Clindamycin. Die Antibiose muss jedoch nach mikrobiologischer Untersuchung adaptiert werden (Buttaro, Pusso et al., 2005).

Grundsätzlich gilt es bei der Beschreibung von Neubildungen zwischen benignen und malignen Prozessen zu differenzieren. Während benigne Tumore langsam, verdrängend wachsen und keine Filialisierung zeigen, ist das Wachstum maligner Geschwulste meist rasch, es geht mit der Zerstörung der Nachbarstrukturen einher und der Primarius streut in andere Körperebenen.

Die Neubildungen in der Mundhöhle können in Abhängigkeit ihrer Genese zusätzlich in odontogene und nicht-odontogene Tumore eingeteilt werden.

Auch die Therapie benigner Tumoren kann eine ausgedehnte Knochenresektion bis hin zur Unterkieferresektion erfordern.

In diesem Patientengut vereinzelt diagnostizierte gutartige Neubildungen sind keratozystische odontogene Tumore, Riesenzellgranulome und Ameloblastome.

Repräsentativ für andere benigne, odontogene Raumforderungen soll im Folgenden die Klinik des Ameloblastoms näher beschrieben werden, das aufgrund seiner ausgeprägten Rezidivneigung grundsätzlich einer radikalen Resektion bedarf.

Das Ameloblastom, früher Adamantinom, ist ein lokal invasiv wachsender Tumor, der sich von den zahnschmelzbildenden Zellen, den Ameloblasten, ableitet.

Es findet sich vornehmlich im Unterkiefer: Kieferwinkel und aufsteigender Unterkieferast sind die häufigsten Lokalisationen. Es imponiert eine honigwabenartige, mehrkammerige Auftreibung des Knochens. Die Osteolysezonen sind scharf begrenzt.

Im fortgeschrittenen Stadium kann es zu Zahnlockerungen, Nervenläsion mit Sensibilitätsstörungen und pathologischen Frakturen kommen.

Die folgende Abbildung einer Computertomographie zeigt eindrucksvoll den radiologischen Befund eines Ameloblastoms. Die Spongiosa ist blasig aufgetrieben, die Kompakta bis auf einen dünnen Saum gelöst.

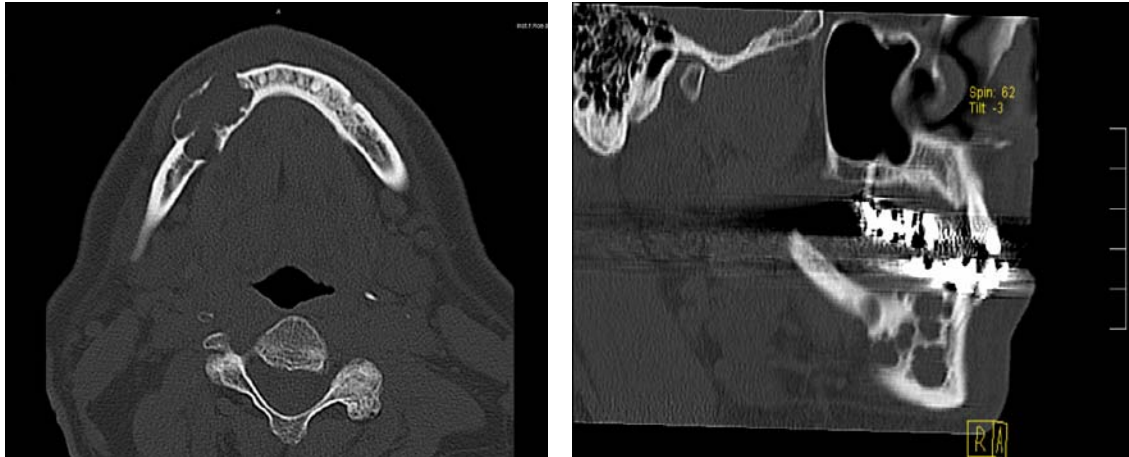


Abb 2 Ausgedehntes Ameloblastom im rechten Corpus mandibulae

Die Erkrankung verläuft meist benigne, d.h. es findet keine Metastasierung statt. Das Ameloblastom zeigt jedoch eine ausgeprägte Rezidivneigung, weshalb es radikal entfernt werden muss.

Die Therapie der Wahl besteht in der Resektion mit einem Sicherheitsabstand von 5 mm und – wenn nötig - der anschließenden primären Knochenrekonstruktion. Betrachtet man den Befund auf Abbildung, wird klar, dass die radikale Entfernung des Tumors häufig in einer Kontinuitätsresektion mündet.

Wegen der hohen Rezidivneigung sind postoperativ engmaschige Kontrollen über einen Zeitraum von mindestens 5 bis 10 Jahren anzuraten (Schwenzer, Ehrenfeld, 2000).

Im untersuchten Patientengut war die häufigste Indikation für die Kontinuitätsresektion des Unterkiefers das Plattenepithelkarzinom der Mundhöhle.

Karzinome der Mundhöhle, des Alveolarkammes, des Vestibulums, des sublingualen Sulcus, sowie der Retromolarregion können als histologische Entität betrachtet werden; in über 80% der Fälle handelt es sich um Plattenepithelkarzinome, eine kleine Fraktion

wird von Karzinomen der kleinen Speicheldrüsen gebildet. Ihr Anteil unter allen malignen Tumoren beträgt 4-5%.

In Deutschland beträgt der Anteil der Plattenepithelkarzinome der Mundhöhle und des Oropharynx von allen Tumorerkrankungen bei Männern etwa 4%, bei Frauen etwa 1% (Fröhlich, Bernstein et al., 1992). Mit über 90% ist das Plattenepithelkarzinom der häufigste bösartige Tumor im Mund- Kieferbereich (Kübler, Ziegler et al., 1998).

Die 5-Jahres Überlebensrate beträgt etwa 50%, 25% der Patienten sterben an Zweitkarzinomen. Das durchschnittliche Alter der Patienten bei Erstdiagnose liegt bei 60 Jahren (Kademani, Bell et al., 2008).

Diese Plattenepithelkarzinome zeigen in 12-56% der Fälle eine direkte Invasion der Mandibula (Rao, Das et al., 2004). Die Spannweite dieser Zahlen zeigt, dass die tatsächliche Infiltration des Knochens präoperativ klinisch und radiologisch nicht immer zuverlässig zu beurteilen ist. Das unterstreicht auch eine Arbeit von Bahadur aus dem Jahr 1990, der an 44 Patienten, die wegen eines Plattenepithelkarzinoms der Mundhöhle einer Kontinuitätsresektion der Mandibula unterzogen wurden, zeigte, dass nur 25% der Knochenresektate eine Invasion durch das Karzinom zeigten (Bahadur, 1990, Pandey, Rao et al., 2007). Auch dieser Aspekt ist in der vorliegenden Arbeit beleuchtet worden und wird näher ausgeführt.

Seltenere maligne Tumoren sind im vorliegenden Patientenkollektiv mesenchymale Tumore wie das Osteosarkome der Mandibula und das Neurofibrosarkom oder ossäre Filiae von anderen bösartigen Neoplasien.

Das therapeutische Konzept setzt sich aus operativer Entfernung des Tumors und, in Abhängigkeit von der Tumorausdehnung und vorhandenen Absiedlungen, einer prä- oder postoperativen Radio- Chemotherapie.

Grundlage der kurativen Tumorchirurgie ist die radikale Resektion mit einem dreidimensionalen Sicherheitsabstand von 10 bis 15mm (Hausamen, 2000). Je nach Lokalisation des Tumors und den Ergebnissen der Staginguntersuchungen, kann das im Bereich des Unterkiefers die Kontinuitätsresektion zur Folge haben.

Bei Karzinomen des Mundbodens oder des Unterkieferalveolarkammes ist das Ausmaß der Knochenresektion und damit die Rekonstruktion der Mandibula der ausschlaggebende Faktor im Hinblick auf die postoperative Lebensqualität der Patienten und deren orale Rehabilitation.

Die Rekonstruktion des entstandenen Defektes mit einem mikrochirurgischen oder freien Knochentransplantat schafft die Basis für eine funktionell und ästhetisch befriedigende Wiederherstellung von Weichteilen und - mit Hilfe von Implantaten - gute Okklusionsverhältnisse.

In den folgenden Abschnitten werden die in der Klinik und Poliklinik für Mund-Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universität Würzburg am häufigsten verwendeten rekonstruktiven Transplantate ausführlich beschrieben.

### **1.3 Einteilung der Resektionsdefekte**

Das Ausmaß der Knochenresektion wird durch die Ausdehnung der zu entfernenden pathologischen Veränderung definiert. Bösartige Tumore werden im Sinne einer radikalen Entfernung mit einem standardisierten Sicherheitsabstand operiert, bei chronischen Knochenentzündungen gilt der gut durchblutete, vitale Knochen als Grenze für die Resektion. Letztendlich bestimmt die geforderte Radikalität die Absetzungsgrenzen.

Bei dem in der vorliegenden Untersuchung betrachteten Patientenkollektiv wurden die Resektionsgrenzen klinisch intraoperativ festgelegt.

Es besteht jedoch die Möglichkeit die Defekte einer besseren Objektivierbarkeit entsprechend einzuteilen.

Eine gängige Einteilung die Mandibula betreffend ist die HCL Klassifikation. H steht in diesem Zusammenhang für das resezierte seitliche Unterkiefersegment ab dem ersten Prämolaren inklusive des Kondylus, L beschreibt das gleiche Segment ohne Beteiligung des Gelenkfortsatzes und C steht für den anterioren Unterkieferabschnitt, der von den

beiden Eckzähnen begrenzt wird. Bei ausgedehnten Unterkieferresektionen können die beschriebenen Abschnitte kombiniert werden (Takushima, Harii et al., 2001).

Eine andere Einteilung versucht, die Beteiligung der Weichteile mit zu berücksichtigen. So sprechen Schrag, Chang et al. von isolierten Defekten („isolated“), wenn nur Knochen betroffen ist. Es handelt sich um gemischte Defekte („compound“), wenn Knochen mit intraoraler Schleimhaut oder Haut des Gesichts entfernt wird; sind sowohl Mukosa, als auch Epidermis im Resektionspräparat enthalten, entsteht ein zusammengesetzter Defekt („composite“). Ein ausgedehnter zusammengesetzter Defekt („extensive composite“) entsteht durch die zusätzliche Entfernung von Zungen- oder Pharynxanteilen (Schrag, Chang et al., 2006).

In der vorliegenden Arbeit orientiert sich die Ausdehnung der Resektion allein an klinischen Gegebenheiten und ist damit interindividuell verschieden.

## **1.4 Rekonstruktive Transplantate**

### **1.4.1 Das Fibulatransplantat**

Die Rekonstruktion der Mandibula mit einem freien, mikrovaskulär anastomosierten Fibulatransplantat geht zurück auf die Untersuchungen von Ueba, Fujikawa et al. im Jahre 1973. Die Autoren berichten über den Langzeitverlauf eines Patienten der sich aufgrund einer Neurofibromatose eines Röhrenknochens unterziehen musste und mit einer mikrovaskulär anastomosierten Fibula rekonstruiert wurde (Ueba et al., 1983).

Hidalgo et al. führen dieses Rekonstruktionskonzept weiter; sie berichten im Jahr 1989 über die Wiederherstellung des Unterkiefers mit einem osteokutanen Transplantat vom Wadenbein in 12 Fällen (Hidalgo et al., 1989).



Es dient nicht nur der Wiederherstellung der Unterkieferkontinuität nach Tumorresektion, sondern findet auch Verwendung bei Patienten die an Osteoradionekrose erkrankt sind oder an einer Mandibuladysplasie leiden.

Der große Vorteil der Fibula ist das ausreichende Knochenangebot, die gute Konturierbarkeit des Transplantates sowie die geringe Entnahmemorbidity.

Es können Transplantate bis zu einer Länge von 27 cm gehoben werden; der Absetzungsrand sollte etwa 8 cm von Knie und Sprunggelenk entfernt sein, um die Entnahmemorbidity zu minimieren.

Aufgrund der segmentalen und intraossären Blutversorgung kann der Knochen mehrfach osteotomiert werden, ohne die Durchblutung zu kompromittieren (Disa, Cordeiro et al., 2000).

Entsprechend der Bedürfnisse des jeweiligen Patienten kann eine zusätzliche Hautinsel gehoben werden. Handelt es sich um ausgedehnte Defekte, die zusätzliches Volumen benötigen, kann ebenfalls der *Musculus hallucis longus* mitverwendet werden.

Gefäßerkrankungen und chronischer Alkohol- und Nikotinkonsum stellen relative Kontraindikationen für den Einsatz dieses Transplantates dar und sind häufig mit Verlusten verbunden.

Die vertikale Ausdehnung der Fibula ist häufig nicht ausreichend für eine Implantatinsertion, sodass eine Distraction des Knochens notwendig werden kann.

Die Blutversorgung erfolgt über die *Arteria peronea*, von der periostale und medulläre Äste an die Knochen und an die Haut abzweigen. Sie und die entsprechenden Begleitvenen verlaufen im posterioren cruralen Septum. Die Länge des Lappenstiels ist ein weiterer großer Vorteil des Fibulatransplantates (Hidalgo et al., 1995, Shpitzer, Neligan et al., 1999).

---

#### 1.4.2 Das Skapulatransplantat

Die erste anatomische Untersuchung der Skapularegion auf ihre Eignung als Spenderareal für mikrochirurgische Transplantate basiert auf Farbstoffinjektionen der A. circumflexa scapulae an Leichenpräparaten (Saijo et al., 1978).

1985 haben Silverberg et al. erstmals von der vielversprechenden Unterkieferrekonstruktion mit einem Skapulatransplantat berichtet (Silverberg et al., 1985).

Margo lateralis und Angulus inferior bieten zusammen ausreichend Knochen um etwa die halbe Mandibula zu ersetzen. Es können maximal 14 cm Länge ersetzt werden.

Die vertikale Ausdehnung ist analog zum Fibulatransplantat begrenzt. Aufgrund der eher zierlichen Knochenstruktur bietet sich dieses Transplantat auch zur Rekonstruktion der Maxilla an.

Als zusätzlich einzusetzende Hautinseln stehen zwei Areale zur Verfügung: der Skapula- und der Paraskapularlappen. Der Skapulalappen ist transversal zur Margo lateralis orientiert, der Paraskapularlappen axial. Aufgrund der sehr guten Mobilisierbarkeit des Gewebes der Spenderregion besteht auch bei ausgedehnten Defekten meist die Möglichkeit des primären Haut- und Weichgewebsverschlusses (Frick, Baumeister et al., 1987).

Bei großlumigen Defekten können ergänzend Anteile der Musculi latissimus dorsi oder serratus anterior gehoben werden. Deren Durchblutung erfolgt über denselben Gefäßstiel.

Die Blutversorgung erfolgt über die Arteria und Vena circumflexa scapulae. Der Lappenstiel kann in Abhängigkeit von der Lokalisation der Anastomose ausreichend lang präpariert werden.

Die spezifische Vaskularisierung des Transplantates erlaubt jedoch keine Osteotomie zur Konturierung (Disa, Cordeiro et al., 2000, Urken, Weinberg et al., 1994).

Nachteilig ist weiterhin die intraoperativ notwendige Umlagerung und erneute Abwaschung und Abdeckung des Patienten, die viel Zeit kostet. Ein two-team-approach ist nicht möglich (Coleman, Wooden et al., 1990, Swartz, Banis et al., 1986).

---

### 1.4.3 Das Beckenkammtransplantat

Die Rekonstruktion des Unterkiefers mit Beckenkamm war die Methode der Wahl in den Achtzigern und ist es in vielen Kieferchirurgischen Zentren bis heute.

Der Knochen der Crista iliaca kann sowohl als vaskularisiertes Transplantat als auch als freier Knochen in Verbindung mit Rekonstruktionsplatten oder alloplastischen Materialien wie Palacos eingesetzt werden.

Der an der Arteria iliaca circumflexa profunda gestielte Lappen war seit seiner Erstbeschreibung im Jahr 1979 durch Taylor et al. der am häufigsten verwendete Lappen zur Rekonstruktion der Mandibula. Dieses Transplantat verfügt über eine ausreichend lange Knochenstrecke, die in ihrer Kontur dem Unterkiefer ähnelt; der Gefäßstiel kann lang präpariert werden, die Arterie und abführenden Venen sind in der Regel großlumig. Die intraoperative Umlagerung des Patienten ist nicht nötig, sodass ein two-team-approach möglich ist (Taylor, Townsend et al., 1979, Cohen, Schultz et al., 1985, Bergeron, Tang et al., 2007, David, Tan et al., 1988).

Zudem besteht die Option einen Hautlappen zu heben, um Weichteildefekte zu versorgen (Safak, Klebuc et al., 1997).

Bei weniger ausgedehnten Defekten oder in Situationen in denen eine primäre Rekonstruktion des Knochens nicht indiziert ist kann die Kontinuitätsunterbrechung des Unterkiefers mit einem nicht vaskularisiertem kortikospongiösem Span aus dem Beckenkamm unterstützt von einer Rekonstruktionsplatte erfolgen (Deschler, Hayden et al. 2000, Shpitzer, Neligan et al., 1999, Taylor, Daniel et al., 1981).

Der implantierte Knochen wirkt mit seiner reich durchbluteten Spongiosa und den an dieser Stelle osteoinduktiv, d.h. er dient in erster Stelle als Wachstumsanreiz für lokale Osteoblasten.

Autologer Beckenkammknochen wird in verschiedenen Formen aus der Spenderregion entnommen.

Eine Möglichkeit ist die Entnahme von massiven Kortikalisspänen in Kombination mit entnommener Spongiosa. Diese sind besonders geeignet zur Überbrückung größerer

Defekte des Unterkiefers. Die hohe Vitalität und Regenerationsfähigkeit des Knochenmaterials besteht aufgrund des großen Anteils an Knochenmark (Bier, Braun et al., 1954).

Alternativ kann auch nur Spongiosa entnommen und der Kompaktadeckel reponiert werden. In der Literatur wird in diesem Zusammenhang häufig von „bone chips“ gesprochen. Sie sind besonders widerstandsfähig gegen Infektionen und regen die Kallusbildung an. Sie werden oft zum Ausfüllen von Defekten benutzt (Bell et al., 1992).

Bei einer freien Transplantation ist es wichtig, bestimmte Regeln zu befolgen.

Die Grundvoraussetzung ist selbstverständlich das aseptische Vorgehen.

Das Transplantatlager sollte reichlich durchblutet, sowie optimalerweise narben- und entzündungsfrei sein. Dies sind Anforderungen die in der chirurgischen Realität in den seltensten Fällen gegeben sind. Aufgrund der fehlenden eigenen Blutversorgung sollte der Umgang mit dem Transplantat besonders schonend sein.

Eine möglichst großflächige Spongiosaanlagerung zwischen Transplantat und Zielgebiet ist ausschlaggebend für die spätere Kallus- und Knochenbildung. Diese wird insbesondere gefördert, wenn mit Hilfe von Osteosynthesematerial genügend Druck zwischen Empfängerareal und Spendergewebe aufgebaut werden kann.

Dieser Druck dient weiterhin der Vermeidung von Hämatomen und Hohlräumen im Bereich des Transplantats; so kann einer Infektion vorgebeugt werden (Schwenzer, Ehrenfeld, 2000).

---

**1.5 Fragestellung**

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit folgender Fragestellung:

Zur Rekonstruktion der Mandibula nach Kontinuitätsresektion bei Karzinomen im Mund- Kiefer Gesichtsbereich stehen mehrere Transplantate zur Verfügung.

Welches mikrochirurgisch anastomosierte Transplantat stellt für welchen Defekt die bestmögliche Behandlung dar?

Welchen Stellenwert nehmen nicht vaskularisierte Transplantate ein?

Was sind die spezifischen Vor- und Nachteile?

Welche operativen Besonderheiten ergeben sich?

Wie stellt sich die histologische Knocheninfiltration durch bösartige Tumoren dar?

Ergeben sich daraus Konsequenzen für die Notwendigkeit der Kontinuitätsresektion oder die Resektionstechnik?

Wie häufig sind die wesentlichen Komplikationen, und:

Wie wirkt sich die neoadjuvante Radiatio auf das Operationsergebnis aus?

Wie kann sich im Einzelfall die optimale ästhetische wie funktionelle Rehabilitation darstellen?

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Patienten und Tumoren

Von 124 Patienten, die zwischen 01. Januar 1998 und 31. Dezember 2008 mit autologen ossären Transplantaten versorgt wurden, waren 86 Männer und 38 Frauen.

Bei 67 Patienten fand eine mikrochirurgische Rekonstruktion statt; neun Patienten wurden mit einer Fibula rekonstruiert, 54 Patienten erhielten ein Skapulatransplantat, bei 4 Patienten wurde der defekte Unterkiefer mit mikrovaskulär anastomosiertem Beckenkamm rekonstruiert

In 57 der durchgeführten Operationen wurde kein mikrovaskulär anastomosiertes Transplantat eingepflanzt, sondern autologe kortikospongiöse Späne vom Becken in Kombination mit Rekonstruktionsplatten. Die Weichgewebsdefekte dieser Patienten wurden je nach Ausdehnung mit lokalen Verschiebelappen, mit Dünndarm-, Radialis-, Pectoralis major- oder Acromiopectoralappen gedeckt; auf die Weichgewebsrekonstruktion wird im Weiteren nicht eingegangen.

Die epidemiologischen Daten des Patientenkollektivs werden in folgender Tabelle kurz zusammengefasst.

Gesamt	Fibula	Skapula	Beckenkamm	Becken
124	9	54	4	57
86 ♂, 38 ♀	6 ♂, 3 ♀	36 ♂, 18 ♀	3 ♂, 1 ♀	41 ♂, 16 ♀
12-84 Jahre	39-62 Jahre	14-80 Jahre	44-57 Jahre	12-84 Jahre

Tab 1 zeigt die Alters- und Geschlechtsverteilung des Patientenkollektivs im Überblick

Die anatomischen und klinisch relevanten Charakteristika der untersuchten vaskularisierten osteo(myo)kutanen Transplantate präsentiert folgende Tabelle auf einen Blick

	Fibula	Skapula	Becken
Gefäßversorgung	A. und V. peronea	A. und V. circumflexa scapulae	A. und V. circumflexa iliaca profunda
Knochenangebot	bis zu 25 cm	6-15 cm	6-15 cm
Hautinsel	10x20 cm	14x20 cm	10x20 cm
Gewebskompatibilität	mässig	sehr gut	gut
Lappenstiell	4-8 cm	4-10 cm	5-7 cm
Two-team-approach	ja	nein	ja
Risiken der Spenderstelle	Sprunggelenksprobleme	Beeinträchtigung der Schulter-, Armmobilität, Krafteinbuße, Narbenbildung	Gehstörung, Schmerzen, Hernienbildung

Tab 2 Eckdaten der verwendeten Lappen

Smith, Blackwell et al., 2009

Es erfolgte eine retrospektive Untersuchung anhand der vorliegenden Dokumentation in Hinblick auf Geschlechtsverteilung, Alter, Diagnose, TNM Klassifikation, Ausdehnung des knöchernen Defektes, Vorbestrahlung, Wundheilungsstörungen, Transplantatverlust sowie Revisionseingriffe.

Weiterhin wird versucht, eine Korrelation zwischen Komplikationsrate und neoadjuvanter Radiatio herzustellen. Abschließend wird die tatsächliche histopathologisch diagnostizierte Knocheninvasion durch den malignen Tumor untersucht.

## 2.2 Tumoreinteilung nach der Klassifikation der Welt-Gesundheitsorganisation (WHO)

Um maligne Tumoren bei der Diagnosestellung während der ersten Behandlung und im weiteren Verlauf zu erfassen, wurde von Pierre Denoix in den Jahren 1943-1952 das TNM System entwickelt und seit 1950 von der Union internationale contre le cancer (UICC) weitergeführt.

Die Klassifikation hat sich in vielen Ländern durchgesetzt und wird unter anderem von Krebsregistern herangezogen. Sie basiert auf statistischen Untersuchungen, die Aussagen über das voraussichtliche Verhalten von Tumorerkrankung ermöglichen. Die Einstufung einer Tumorerkrankung in die einzelnen Kategorien des TNM-Systems erlaubt daher prognostische Aussagen und bestimmt häufig auch die weitere Therapie (Fritz, Percy et al., 2000).

Die TNM Klassifikation dient dem präoperativen Tumorstaging und stellt sich bezüglich des Plattenepithelkarzinoms der Mundhöhle wie folgt dar:

Primärtumor

T0 - kein Primärtumor nachweisbar

T1 - Primärtumor max. 2 cm im größten Durchmesser

T2 - Primärtumor > 2 cm und < 4 cm im größten Durchmesser

T3 - Primärtumor > 4 cm im größten Durchmesser

T4 - Primärtumor infiltriert umliegendes Gewebe

T4a - Tumor infiltriert durch kortikalen Knochen in äußere

Muskulatur der Zunge (M. genioglossus, M. hyoglossus, M. palatoglossus und M. styloglossus), Kieferhöhle oder Gesichtshaut

T4b - Tumor infiltriert Spatium masticatorium, Processus

pterygoideus oder Schädelbasis oder umschließt die A. carotis



---

interna

Tx - Primärtumor nicht beurteilbar

Lymphknotenmetastasen

N0 - keine regionalen Lymphknotenmetastasen nachweisbar

N1 - solitäre ipsilaterale Lymphknotenmetastase < 3 cm im größten Durchmesser

N2a - solitäre ipsilaterale Lymphknotenmetastase > 3 cm und < 6 cm im größten Durchmesser

N2b - multiple ipsilaterale Lymphknotenmetastasen < 6 cm im größten Durchmesser

N2c - Lymphknotenmetastasen, ipsi- oder kontralateral, < 6 cm im größten Durchmesser

N3 - eine oder mehrere Lymphknotenmetastasen > 6 cm im größten Durchmesser

Nx - regionale Lymphknoten nicht beurteilbar

Fernmetastasen

M0 - keine Fernmetastasierung nachweisbar

M1 - Fernmetastasierung vorhanden

Mx - Fernmetastasierung nicht beurteilbar

Wird das Staging durch klinische Untersuchungen und kleinere Eingriffe ermittelt, spricht man von einem klinischem TNM ( cTNM ). Da dieses TNM in der Regel auch vor der Therapie bestimmt wird, wird es auch als prätherapeutisch bezeichnet.

Ein Staging, bei dem die aus einem chirurgischen Eingriff und aus histopathologischen Untersuchungen gewonnenen Erkenntnisse einfließen, wird als pTNM (pathologische bzw. postoperative histopathologische Klassifikation) bezeichnet.

Wurde der Patient neoadjuvant mit einer Chemo- und/oder Strahlentherapie vorbehandelt wird dem TNM Stadium ein „y“ vorangestellt, z.B. yT2N1M0.

### Grading

Ein weiteres wesentliches Kriterium zur Beschreibung eines bösartigen Tumors ist dessen Differenzierungsgrad G. Er gibt an, wie stark das entartete Gewebe von seiner ursprünglichen physiologischen Architektur abweicht.

G1 - gut differenziert, histologischer Ursprung gut erkennbar

G2 - mäßig differenziert, histologischer Ursprung erkennbar

G3 - schlecht differenziert

G4 - nicht differenziert, d.h. anaplastisch, histologische Herkunft nicht mehr nachvollziehbar

Gx - Differenzierungsgrad ist nicht zu beurteilen

Die histologische Differenzierung gilt als guter prognostischer Prädiktor was das biologische (Fehl-)verhalten des Gewebes belangt. Undifferenzierte Tumoren zeigen meist deutlich aggressiveres Wachstum und tendieren schneller und ausgedehnter zur Metastasierung (Jainkittivong, Swadison et al., 2009, Honings, Gaissert et al., 2009, Weijers, Snow et al., 2009).

### Resektionsstatus

Die operative Entfernung von Gewebe wird in drei Klassen graduiert, um die Vollständigkeit der Resektion zu beschreiben und damit das weitere therapeutische Procedere festlegen zu können.

R0 - der Tumor wurde im Gesunden entfernt, die Resektatränder sind nicht von Tumorgewebe durchbrochen

R1 - der Tumor ist makroskopisch entfernt, mikroskopisch sind jedoch Tumoranteile im Resektatrand nachzuweisen

R2 - es ist makroskopisch zu erkennen, dass Tumoranteile nicht entfernt werden konnten

Der postoperativ histopathologisch ermittelte Resektionsstatus definiert in Zusammenschau mit der Tumorentität das postoperative Behandlungskonzept; es kann festgelegt werden, ob eine Nachresektion oder eine adjuvante Radiatio erforderlich sind.

### **2.3 Allgemeine Operationstechnik**

#### 2.3.1 Tumorresektion

Die Resektion des malignen Tumors erfolgt radikal in no touch technique. Ohne den Primärtumor zu eröffnen oder unnötig zu palpieren wird er in toto mit einem Sicherheitsabstand von mindestens einem Zentimeter entfernt. Auf anatomische Grenzen oder Strukturen wie Nerven, Zähne oder eben Knochen kann im Sinne der Radikalität einer angestrebten R0 Resektion keine Rücksicht genommen werden.

Das Prinzip der „ausreichend weiten Resektion des Primärtumors im Gesunden und die radikale Ausräumung der regionären Halslymphknoten im Block“ geht auf die Arbeit von Crile im Jahre 1906 zurück und findet heute immer noch Gültigkeit (Crile, 1906, Bièn et al., 2006, Rinaldo, Ferlito et al., 2008).

Im Anschluss an die Entfernung des Tumors werden häufig zirkulär Randschnitte genommen und der histologischen Schnellschnittuntersuchung zugeführt und das Resektionsergebnis weitgehend abzusichern.

---

### 2.3.2 Neck dissection

Die Neck dissection wird seit Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts durchgeführt und gilt seit den sechziger Jahren weltweit als Standardverfahren zur Behandlung von zervikalen Absiedlungen. In Bezug auf die kurative Therapie von Krebserkrankungen im Kopf- Hals Bereich wird sie erstmals von Crile 1906 beschrieben (Crile, 1906).

Es handelt sich um die Entfernung der zervikalen Weichgewebe mit besonderem Augenmerk auf Lymphknoten und -bahnen als erste Filterstationen und damit erste potentielle Streuherde von Kopf- Hals Tumoren.

Im Rahmen der prophylaktische Neck werden die betreffenden Lymphknoten ohne nachgewiesene Metastasierung entfernt; sie dient in erster Linie dem Staging und der Elimination von Mikrometastasen.

Sind bereits befallene Lymphknoten bekannt, wird die therapeutische Neck dissection durchgeführt (Bier, Howaldt et al., 1992).

Generell gilt, dass im Rahmen der sogenannten konservativen Neck neben Fett und Lymphknoten der Level I –V die V. jugularis externa und die Gl. Submandibularis entfernt werden (Bier, Schlums et al., 1993, Ferlito, Robbins et al., 2009, Robbins, Medina et al., 1991).

Bei der sog. radikalen Neck dissection werden zusätzlich die V. jugularis interna, N. accessorius, Mm. Sternocleidomastoideus und omohyoideus und das Platysma reseziert. Das letztliche Ausmaß der Lymphknotenresektion wird im Rahmen der präoperativen Staginguntersuchungen festgelegt und richtet sich in erster Linie nach dem Auftreten suspekter Lymphknoten.

In der Studie „Radikale Neck dissection versus konservative Neck dissection“ kamen Bier, Schlums et al. zum Ergebnis, dass kein statistisch signifikanter Unterschied in Bezug auf Überlebenszeiten zu verzeichnen war (Bier, Schlums et al., 1993, Schlums, Zlowodzki et al., 1992).

Es zeigte sich, dass durch die konservative Neck dissection als eine organ- und funktionserhaltende chirurgische Therapie vergleichbare klinische Resultate erzielt werden können. Sind jedoch große Halslymphknotenmetastasen mit einem

Kapseldurchbruch und Adhärenzen mit dem umliegenden Gewebe klinisch und durch bildgebende Verfahren nachgewiesen worden, so ist eine radikale Neck dissection weiterhin Therapie der Wahl (Hausamen, Eckardt et al., 1994).

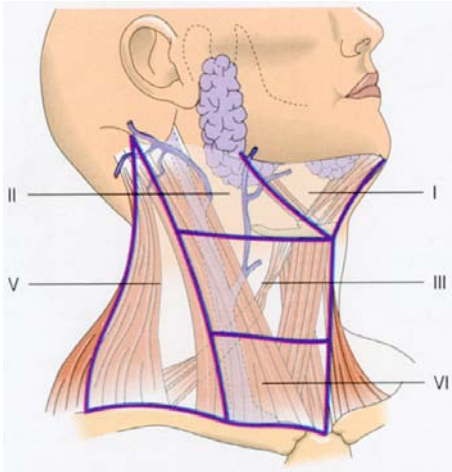


Abb 3 Lymphknotenstationen cervical

Schwenzer, Ehrenfeld, 2000

### 2.3.3 Anastomose

Nach Abschluss der Präparation der Empfängerregion beginnt die Darstellung geeigneter Anschlussgefäße für die mikrovaskuläre Anastomose.

Als geeignete Anschlussgefäße imponieren interindividuell sehr unterschiedlich und abhängig von etwaigen Voroperationen oder -erkrankungen die Arteriae facialis, lingualis, thyroidea superior, transversa colli oder suprascapularis. Auch vertebrale oder occipitale Gefäße können sich für die End-zu-End Anastomosierung anbieten.

Bei vorbestrahlten Patienten oder nach radikaler neck dissection kann die Anastomose auch End-zu-Seit auf die Arteria carotis genäht werden.

Entsprechendes gilt für die abführenden Venen. Für die End zu-End Anstomose stehen die Venae facialis, lingualis, thyroidea superior oder media, thoracoacromialis oder jugularis externa zur Verfügung. Die Anastomose aus die Vena jugularis interna wird End-zu-Seit genäht (Yamamoto, Nohira et al., 1999). Besondere Berücksichtigung

müssen eventuell auftretenden Venenklappen finden; der venöse Abfluss aus dem Transplantat muss sicher gewährleistet sein.

Es wird mikrochirurgisches Instrumentarium und Nahtmaterial sowie das Operationsmikroskop verwendet.

Nun erfolgt die Längenmessung des zu rekonstruierenden knöchernen Defekts. Die Ausdehnung des Haut- bzw. Schleimhautdefekts wird mit Filzschablonen festgelegt, die entsprechend dem Defekt zurechtgeschnitten und im Hinblick auf die Position und den Gefäßanschluss markiert werden.

#### 2.3.4 Fibula

Nach entsprechender Lagerung und Abdeckung des Patienten erfolgt zunächst die Einzeichnung des Fibulaköpfchens sowie des unteren Sprunggelenkes. Nach dem Austasten der Muskellücke zwischen M. peroneus und M. soleus erfolgt die exakte Einzeichnung der Schnitfführung über dem M. peroneus. Die Schnitfführung beginnt ca. 10 cm unter dem Fibulaköpfchen und reicht bis etwa 10 cm über den Malleolus.

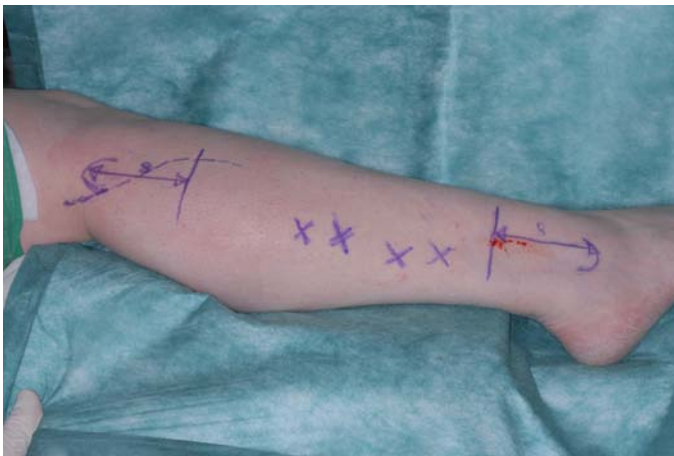


Abb 4 veranschaulicht die unmittelbar präoperativ eingezeichneten anatomischen Referenzen am rechten Bein

Die oberflächliche Muskellogenfaszie wird scharf durchtrennt, so dass der M. peroneus zur Darstellung kommt. Nach der Präparation bis zum dorsalen Rand des M. peroneus und zum Muskelseptum wird von hier bis zur lateralen Fibulakante unter Schonung der Perforansgefäße vorpräpariert. In der tiefen Flexorenloge findet dann die Identifizierung der A. und V. peronea statt. Nun wird die kaudale knöcherne Absetzungsgrenze definiert; diese kommt ca. 8 cm über dem Sprunggelenk zu liegen, um dessen Stabilität nicht zu beeinträchtigen. Im Anschluss erfolgt die zirkuläre subperiostale Präparation und Skelettierung der Fibula über eine Breite von 1 cm. Hier wird die Fibula nun kaudal abgesetzt. Nach der Definition der kranialen Resektionsgrenze kann der Knochen auch hier mit der Stichsäge abgesetzt werden, wobei auch hier die A. und V. peronea mit dem Raspatorium geschützt werden. Nach Osteotomie der Fibula kann nun diese vorsichtig nach lateral luxiert werden. Nach der sicheren Identifizierung der A. und V. peronea kaudal und deren Unterbindung mit Vicryl, werden die Extensoren direkt über der Fibula nach Incision des Septum musculare anterius abgesetzt. Nun erfolgt die weitere laterale Luxation und dabei Resektion des M. tibialis posterior und des M. flexor hallucis longus mit einem Sicherheitsabstand von etwa 1 cm zur medialen Fibulakante, so dass die Peronealgefäße sicher geschont werden können. Die Resektion erfolgt schrittweise unter Sichtkontrolle der Blutgefäße bis zur kranialen Resektionsgrenze. Der kraniale Absetzungsrand ergibt sich aus der Länge des Knochentransplantates.

Die Darstellung der Peronealgefäße setzt sich nach kranial bis zur Bifurkation fort; am Eintritt in die A. und V. tibialis posterior werden die sicher identifizierten Arterie und ihre beiden Begleitvenen unterbunden.

Nach Entnahme des Transplantates und Lösen der Blutsperre wird eine Redondrainage eingenäht und der Defekt mehrschichtig verschlossen (Moro, Cannas et al., 2009, Alam, Nuara et al., 2009).



Abb 5 zeigt das knöcherne Fibulatransplantat mit Gefäßstiel und Hautinsel

### 2.3.5 Skapula

Nach der Tumorresektion, der Ausräumung der Halslymphknoten und der Darstellung der Anschlussgefäße muss der Patient in Seitenlage mit rechtwinklig abduziertem Oberarm umgelagert werden. Dann wird zunächst sonographisch die A. circumflexa scapulae in ihrem Durchtrittsbereich durch die mediale Achsellücke aufgesucht und an der Hautoberfläche markiert. Anschließend werden der R. horizontalis, der R. vertikalis und gegebenenfalls der R. intermedius der A. cutanea scapulae verfolgt und der Gefäßverlauf auf die Haut aufgezeichnet.





Abb 6 zeigt die unmittelbar präoperativ eingezeichneten relevanten anatomischen Strukturen

Die Präparation des Skapula- und Paraskapula-Fasziokutanlappens erfolgt von medial nach lateral auf den Gefäßstamm zu. Bei alleiniger Präparation faszikulärer Lappen wird die A. cutanea scapulae zur Tiefe hin präpariert und in der Fossa axillaris abgesetzt. Ist ein knöchernes Transplantat erforderlich, wird etwa 2 cm medial der Margo lateralis scapulae der M. infraspinatus scharf durchtrennt und ein schmaler Knochensaum in kranio-kaudaler Richtung entsprechend der Länge des zu entnehmenden Knochensegments freipräpariert. Etwa 1 cm lateral der Margo lateralis scapulae werden die Mm. teretes minor und major scharf durchtrennt; dann erfolgt die Osteotomie des Knochensegments in der benötigten Länge. Nach der Osteotomie stellt sich der M. subscapularis dar, der ebenfalls durchtrennt wird. Die periostalen Perforansgefäße am Knochensegment in den Ursprungsbereichen der Mm. teretes major, minor, infraspinatus und subscapularis gewährleisten eine ausreichende Gefäßversorgung des Knochens.

In der Tiefe der Axilla stellt sich der Verlauf der A. circumflexa scapulae mit den meist paarweise ausgeprägten Begleitvenen dar. Nach zentraler Unterbindung der Gefäße ist ein Absetzen des gesamten kombinierten Transplantats möglich.

Bei alleiniger Präparation eines vaskularisierten Knochenspans erfolgen Hautschnittführung entlang der Margo lateralis scapulae, Osteotomie und Präparation

der A. circumflexa scapulae. Über den Stamm der A. subscapularis ist auch eine Kombination mit dem Latissimus-dorsi- Myokutanlappen mit seiner Gefäßversorgung über die A. thoracodorsalis möglich, (Valentini, Gennaro et al., 2009).

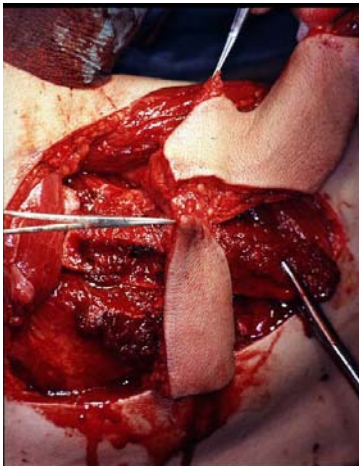


Abb 7 Intraoperativer Situs nach Präparation von Knochen, sowie Skapula- und Paraskapularlappen (4 in 1 Lappen) und vor Absetzen der Gefäße  
Otte et al., 2002

### 2.3.6 Beckenkamm

Der knöcherner Beckenkamm kann als freier, nicht vaskularisierter Knochen oder als mikrovasculär anastomosiertes Transplantat zur Rekonstruktion der Mandibula herangezogen werden.

Der gefäßgestielte Lappen kann im Rahmen eines two-team-approachs gehoben werden. Initial erfolgt die Einzeichnung der Schnittführung nach Markieren der Spina iliaca anterior superior und des Tuberculum pubicum. Die Schnittführung verläuft parallel

zum Ligamentum inguinale bis zur Spina iliaca anterior superior und folgt dann der Crista des Beckens.



Abb 8 zeigt die eingezeichnete Schnittführung an rechten Becken (rot) sowie den Verlauf des Ligamentum Inguinale (schwarz)

Nach der Instillation von Lokalanästhetikum werden Haut sowie Unterhaut scharf durchtrennt. Wenn der M. obliquus externus bis zur Spina iliaca anterior superior durchtrennt ist, kann der M. obliquus internus präpariert und ebenfalls abgesetzt werden. Nun erfolgt die Darstellung des M. transversus, dessen Fasern ebenso vorsichtig präpariert werden. Hier kann die A. circumflexa iliaca profunda mit zwei Begleitvenen dargestellt und präpariert werden. Diese wird nach proximal bis zur A. und V. iliaca verfolgt; die Gefäße werden bis zur Spina iliaca anterior superior dargestellt. Hier wird der R. ascendens zum M. obliquus internus dargestellt und ligiert. Der N. cutaneus femoris lateralis kreuzt die A. circumflexa iliaca profunda und wird abgesetzt. Nun scharfes Inzidieren im Bereich der eingezeichneten Schnittführung auf der Crista des Beckens nach distal, Darstellung des M. obliquus externus, internus und transversus und scharfes Durchtrennen auf der Crista mit Belassen einer Muskelmanschette von ca. 1 cm. Nun wird die benötigte Knochenlänge ausgemessen. Der M. gluteus maximus wird auf der Außenseite des Beckens mit dem Skalpell und mit dem Rasparatorium scharf abgelöst. Dies geschieht bis zur Spina iliaca anterior

superior; hier werden die oberen Anteile des M. sartorius abgesetzt. Nun wird der M. iliacus auf der Innenseite des Beckens kaudal der A. circumflexa ilium profunda scharf durchtrennt und das Periost abgeschoben. Nun erfolgt die Osteotomie mit der Stichsäge unter digitaler Kontrolle von der Außenseite des Beckens. Der gehobene mikrovaskuläre Beckenkamm bleibt zunächst gefäßgestielt und wird ausgelagert, um die Ischämiezeit zu verkürzen.

Vor endgültigem Wundverschluss erfolgt das Absetzen der A. circumflexa ilium profunda mit einer Seidenligatur der Arterie und Vene. Nach der Einlage von Redonsaugdrainagen kann der Hebedefekt mehrschichtig verschlossen werden, die Hautwunde wird in der Regel geklammert.

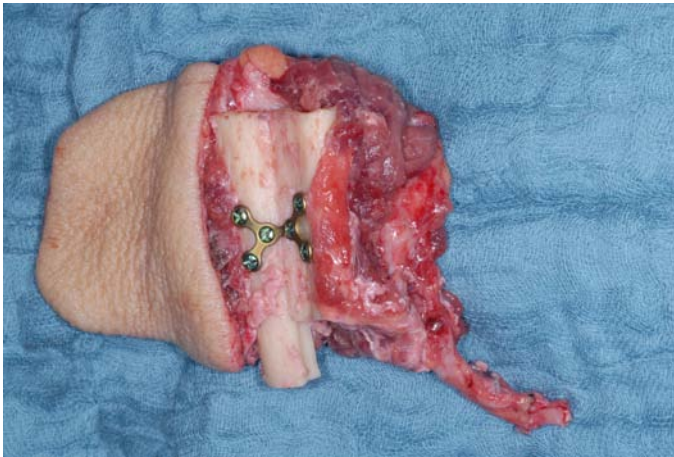


Abb 9 zeigt das entnommene Beckenkammtransplantat mit Hautinsel und Gefäßstiel

Bleibt die Kontinuität des Unterkiefers erhalten, ist der entstandene Kontinuitätsdefekt klein, d.h. kürzer als 3,5 cm, oder besteht keine Indikation zur einzeitigen mikrovaskulären Rekonstruktion, können im Bereich der Crista iliaca kortikospongiöse Späne entnommen werden und zusammen mit Rekonstruktionsplatten eingepflanzt werden, um Volumen zu schaffen und so die Weichteile zu unterstützen und gleichzeitig die körpereigene Osteogenese durch das osteoblastische Potential der eingebrachten Spongiosa zu stimulieren.

Die Entnahme beginnt mit einer terminale Infiltrationsanästhesie im Bereich der Crista. Nach der Hautinzision erfolgt die stumpfe Vorpräparation zur Innenseite der Beckenschaufel.

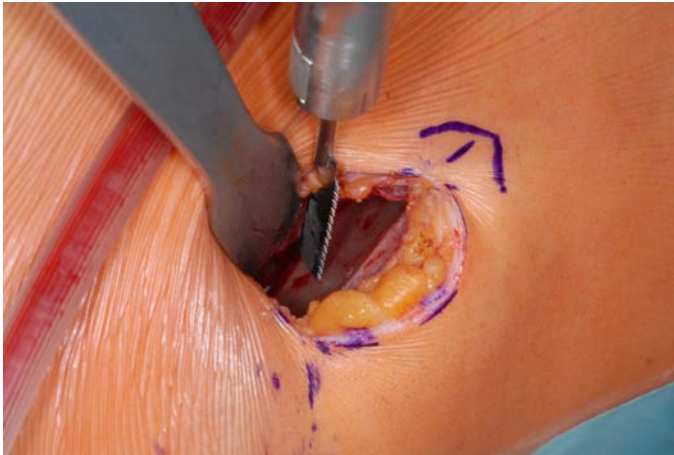


Abb 10 gibt einen Überblick über den Situs und die Entnahme des kortikospongiösen Spanes mit der Säge

Hier können nach Bedarf große monokortikale Beckenstreifen gehoben werden; alternativ besteht die Möglichkeit umfangreich Beckenspongiosa im Bereich der Crista und nach anterior, posterior und kaudal zu entfernen. Die Blutstillung geschieht mit bipolarer Elektrokoagulation und Knochenwachs. Nach der Einlage einer Redonsaugdrainage und nach Muskelreadaptation erfolgt der mehrschichtige plastische Wundverschluss.

Die eigentliche Stabilisierung des Knochens geschieht mit Rekonstruktionsplatte aus Titan, die individuell, je nach Ausmaß des Defekts zugeschnitten und angebogen werden.

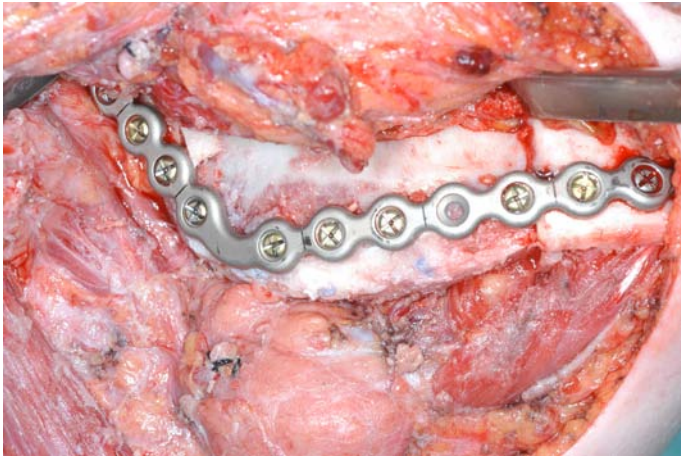


Abb 11 zeigt den kortikospongiösen Span in situ im rechten Kieferwinkel mit Rekonstruktionsplatte



Abb 12 zeigt die postoperative radiologische Kontrolle

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Klinische Resultate

##### 3.1.1 Alters- und Geschlechtsverteilung

###### Fibula

Von den im Zeitraum untersuchten Patienten, die mit einer mikrovaskulär anastomosierten Fibula versorgt wurden, sind 6 Männer und 3 Frauen.

Das Durchschnittsalter der Patienten beträgt zum Zeitpunkt der Operation 49,4 Jahre, die Alterspanne reicht von 39 bis 62 Jahre.

###### Skapula

Von den im Zeitraum untersuchten Patienten, die mit einer mikrovaskulär anastomosierten Skapula versorgt wurden, sind 36 Männer und 18 Frauen.

Das Durchschnittsalter der Patienten beträgt zum Zeitpunkt der Operation 57,5 Jahre, die Alterspanne reicht von 14 bis 80 Jahre.

###### Beckenkamm

Von den im Zeitraum untersuchten Patienten, die mit einem mikrovaskulär anastomosierten Beckenkamm versorgt wurden, sind 3 Männer und 1 Frau.

Das Durchschnittsalter der Patienten beträgt zum Zeitpunkt der Operation 52 Jahre, die Alterspanne reicht von 44 bis 57 Jahre.

###### Becken

Von den im Zeitraum untersuchten Patienten, die mit freiem Beckenkamm versorgt wurden, sind 41 Männer und 6 Frauen.

Das Durchschnittsalter der Patienten beträgt zum Zeitpunkt der Operation 56,2 Jahre, die Alterspanne reicht von 12 bis 84 Jahre.

Tabelle 3 gibt eine Übersicht über die epidemiologischen Eckdaten des untersuchten Patientengutes.

Transplantat	Geschlecht	Alter	Durchschnitt
Fibula	6 ♂, 3 ♀	39-62 Jahre	49,4 Jahre
Skapula	36 ♂, 18 ♀	14-80 Jahre	57,5 Jahre
Beckenkamm	3 ♂, 1 ♀	44-57 Jahre	52 Jahre
Becken	41 ♂, 16 ♀	12-84 Jahre	51,5 Jahre

Tab 3 Alters- und Geschlechtsverteilung der unterschiedlichen Rekonstruktionen

### 3.1.2 Primärdiagnose, und –lokalisierung

Insgesamt leiden 103 von den untersuchten 124 Patienten an Plattenepithelkarzinomen der Mundhöhle. Diese treten an unterschiedlichen Lokalisationen in der Mundhöhle auf. Je nach Lage und Ausdehnung ist bei der Tumoresektion in Sinne einer radikalen Tumorentfernung die Resektion der Mandibula notwendig.

Lokalisation	Häufigkeit	prozentual
Mundboden	42	40,8
Alveolarkamm UK	38	36,9
Wange	8	7,8
Zunge	9	8,7
Oropharynx	6	5,8

Tab 4 Häufigkeit und Lokalisation der intraoralen Tumore



## Fibula

7 der Patienten leiden an einem Plattenepithelkarzinom der Mundhöhle, ein Patient hat eine Osteomyelitis und einer der Patienten musste sich aus sonstigen Gründen (→ benigner Tumor, Trauma) einer Kontinuitätsresektion der Mandibula unterziehen.

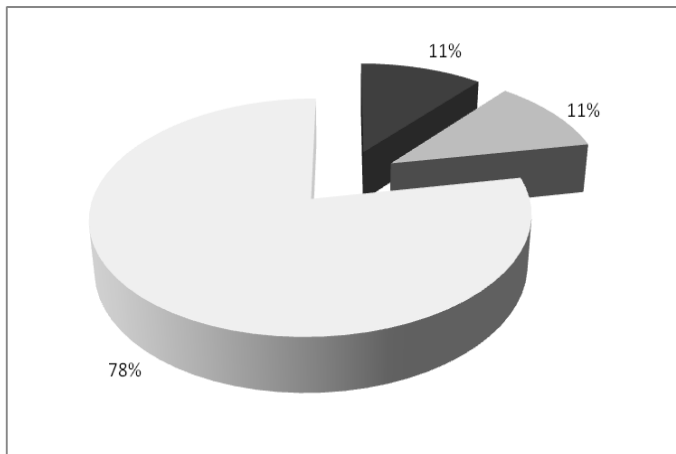


Abb 13 Häufigkeitsverteilung der Diagnosen von Patienten, die mit Fibula rekonstruiert worden sind, Plattenepithelkarzinom (weiß), Osteomyelitis (schwarz), Sonstige (grau)

## Skapula

46 der Patienten leiden an einem Plattenepithelkarzinom der Mundhöhle, 3 Patienten haben eine Osteomyelitis und 5 der Patienten mussten sich aus sonstigen Gründen (→ benigner Tumor, Trauma) einer Kontinuitätsresektion der Mandibula unterziehen.

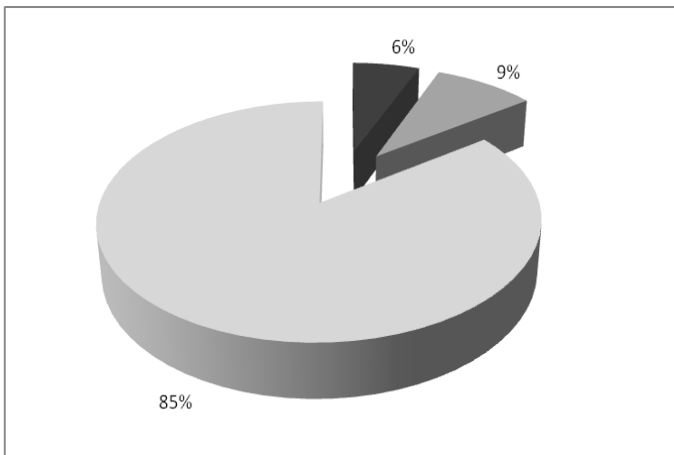


Abb 14 Häufigkeitsverteilung der Diagnosen von Patienten, die mit Skapula rekonstruiert worden sind, Plattenepithelkarzinom (weiß), Osteomyelitis (schwarz), Sonstige (grau)

#### Beckenkamm

2 der Patienten leiden an einem Plattenepithelkarzinom der Mundhöhle, 1 Patient hat eine Osteomyelitis und einer der Patienten mussten sich aus sonstigen Gründen (→ benigner Tumor, Trauma) einer Kontinuitätsresektion der Mandibula unterziehen.

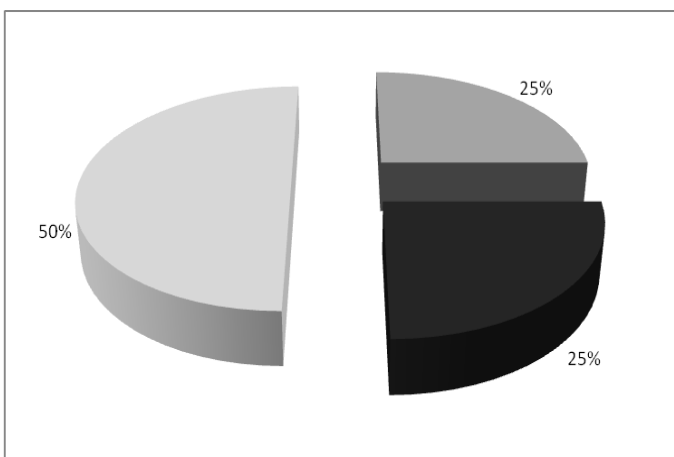


Abb 15 Häufigkeitsverteilung der Diagnosen von Patienten, die mit Beckenkamm rekonstruiert worden sind, Plattenepithelkarzinom (weiß), Osteomyelitis (schwarz), Sonstige (grau)

#### Becken

48 der Patienten leiden an einem Plattenepithelkarzinom der Mundhöhle, 3 Patienten haben eine Osteomyelitis und 6 der Patienten mussten sich aus sonstigen Gründen (→ benigner Tumor, Trauma) einer Kontinuitätsresektion der Mandibula unterziehen.

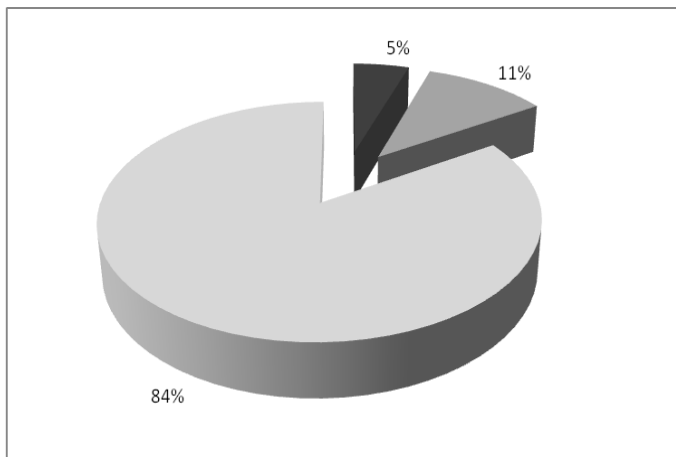


Abb 16 Häufigkeitsverteilung der Diagnosen von Patienten, die mit freiem Becken rekonstruiert worden sind, Plattenepithelkarzinom (weiß), Osteomyelitis (schwarz), Sonstige (grau)

In der Übersicht ergibt sich für die Verteilung der unterschiedlichen Diagnosen in Abhängigkeit von der gewählten Rekonstruktion folgendes Bild:

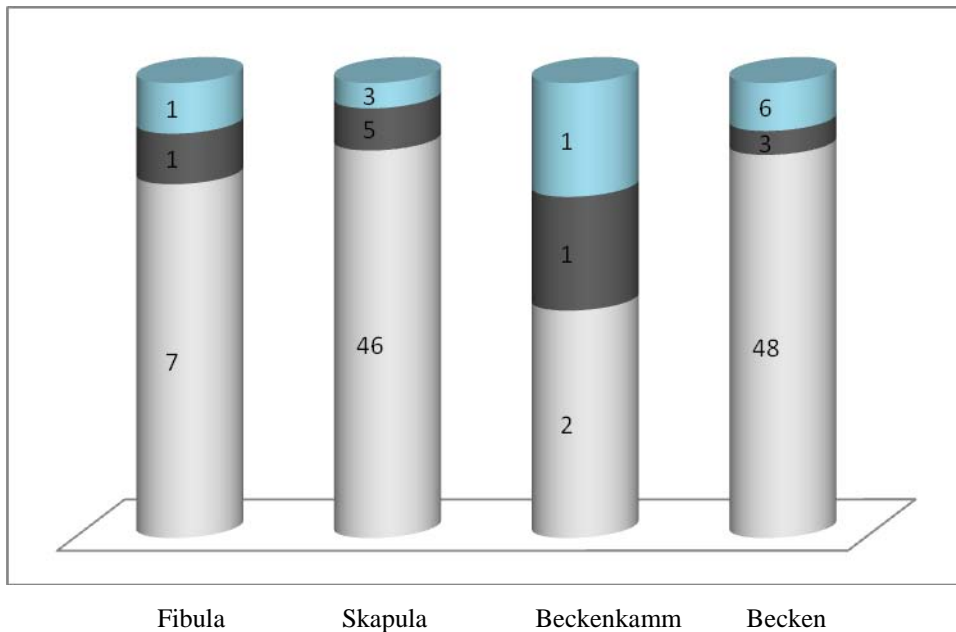


Abb 17 Verteilung der häufigsten Diagnosen in Abhängigkeit von der durchgeführten Rekonstruktion, Plattenepithelkarzinom (weiß), Osteomyelitis (schwarz), Sonstige (grau)

### 3.1.3 TNM Stadium und Grading

In der vorliegenden Untersuchung wurden ausschließlich pathohistologische TNM Stadien untersucht und bewertet.

#### Fibula

Die postoperative pathologische Gewebeaufarbeitung ergab bei 2 Fällen einen T4-, bei 3 einen T3- und in 2 Fällen einen T2 Tumor.

Im Grading zwei Tumoren eine hochgradige Differenzierung (G1), 3 sind mittelgradig (G2) und 2 wenig differenziert (G3).

### Skapula

Die postoperative pathologische Gewebeaufarbeitung ergab bei 10 Fällen einen T4-, bei 4 einen T3-, in 4 Fällen einen T2-, und in 28 Fällen einen T1 Tumor.

Im Grading zeigen 9 Tumoren eine hochgradige Differenzierung (G1), 33 sind mittelgradig (G2) und 5 wenig differenziert (G3).

### Beckenkamm

Die postoperative pathologische Gewebeaufarbeitung ergab in einem Fall einen T4 und im zweiten Fall einen T2 Tumor.

Im Grading zeigte jeweils ein Tumor eine mittelgradige (G2) und eine geringe Differenzierung (G3).

### Becken

Die postoperative pathologische Gewebeaufarbeitung ergab bei 7 Fällen einen T4-, bei 6 einen T3-, in 8 Fällen einen T2- und in 27 Fällen einen T1 Tumor.

Im Grading zeigten 35 Tumoren eine mittelgradige Differenzierung (G2) und 11 sind wenig differenziert (G3)

	T4	T3	T2	T1	G1	G2	G3
Fibula	2	3	2	0	2	3	2
Skapula	17	4	3	22	9	33	5
Beckenkamm	1	0	1	0	0	1	1
Becken	7	6	8	27	0	35	11

In Tab 5 sind die Staging- und Gradingergebnisse im Überblick zusammengefasst.

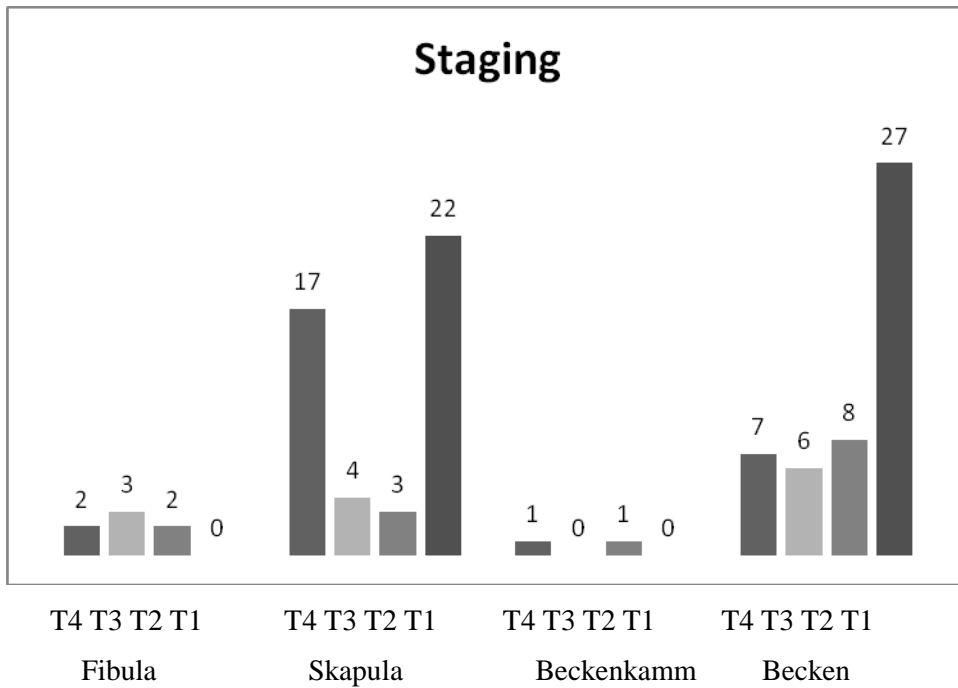


Abb 18 veranschaulicht die Stagingergebnisse der unterschiedlichen Rekonstruktionen

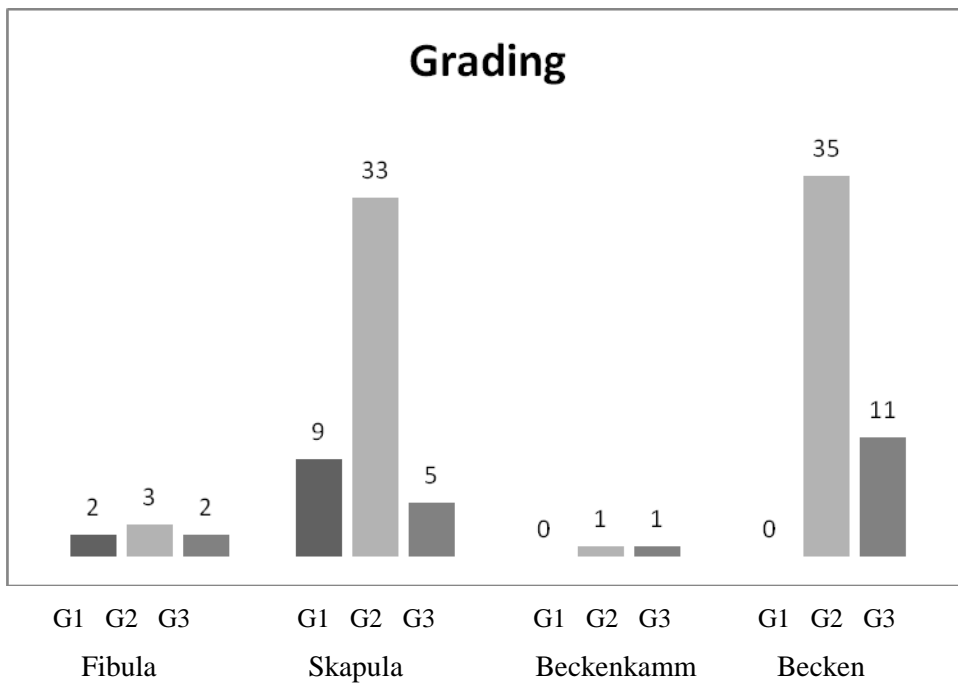


Abb 19 zeigt die Gradingergebnisse der unterschiedlichen Rekonstruktionen

## 3.1.4 Defektgröße und Operationsdauer

## Fibula

Die Defektgröße beträgt durchschnittlich 11,8 cm, die Spanne reicht von 8 – 15 cm.

## Skapula

Die Defektgröße beträgt durchschnittlich 10,4 cm, die Spanne reicht von 4 – 12 cm.

## Beckenkamm

Die Defektgröße beträgt durchschnittlich 6,75 cm, die Spanne reicht von 5 – 8,5 cm.

## Becken

Die Defektgröße beträgt durchschnittlich 6,3 cm, die Spanne reicht von 3,5 – 8,5 cm.

Länge in cm

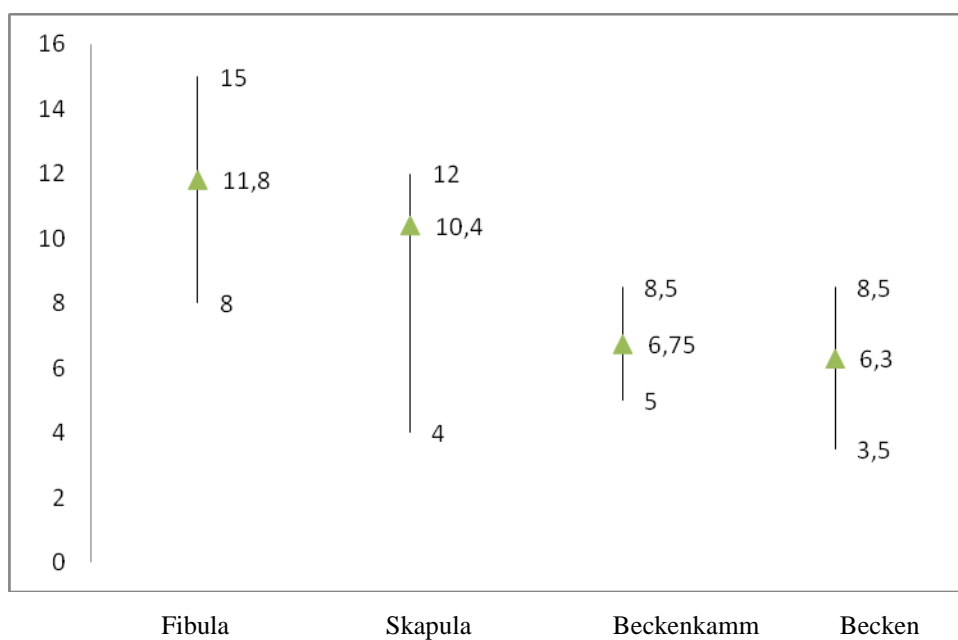


Abb 20 Größenverteilung der Knochendefekte

In dieser Übersicht zeigt sich deutlich, dass – ohne die Notwendigkeit der Weichteilrekonstruktion zu berücksichtigen – die längsten knöchernen Defekte

bevorzugt mit Fibulatransplantaten versorgt werden, während kurzstreckige Kontinuitätsunterbrechungen mit Knochen vom Beckenkamm überbrückt werden. Hier spielt nicht nur das Knochenangebot der Entnahmestelle eine Rolle, sondern auch die gute Konturierbarkeit des Wadenbeins.

Das Skapulatransplantat findet in erster Linie bei ausgedehnten oder mehrteiligen kombinierten Knochen- und Weichteildefekten Verwendung.

#### Fibula

Die Operationsdauer beträgt bei Primärrekonstruktionen zwischen 8 und 15,5 Stunden, bei Sekundäreingriffen zwischen 6 und 10,5 Stunden. Die durchschnittliche Operationsdauer beträgt 10 Stunden 3 Minuten.

In 4 Operationen findet eine Primärrekonstruktion statt, 5 Operationen sind ausschließlich Rekonstruktionen.

#### Skapula

Die Operationsdauer beträgt bei Primärrekonstruktionen zwischen 10 und 23,75 Stunden, bei Sekundäreingriffen zwischen 8 und 13,5 Stunden. Die durchschnittliche Operationsdauer beträgt 14 Stunden 36 Minuten.

In 35 Operationen findet eine Primärrekonstruktion statt, 11 der Operationen sind ausschließlich Rekonstruktionen

#### Beckenkamm

Die Operationsdauer beträgt bei Primärrekonstruktionen zwischen 4,75 und 7,75 Stunden, bei Sekundäreingriffen zwischen 6,5 und 7 Stunden. Die durchschnittliche Operationsdauer beträgt 6 Stunden 56 Minuten.

In 2 Operationen findet eine Primärrekonstruktion statt, 2 der Operationen sind ausschließlich Rekonstruktionen.



## Becken

Die Operationsdauer beträgt bei Primärrekonstruktionen zwischen 5 und 14,5 Stunden, bei Sekundäreingriffen zwischen 2 und 5,25 Stunden.

In 19 Operationen findet eine Primärrekonstruktion statt, 38 der Operationen sind ausschließlich Rekonstruktionen.

Hier wird die Operationsdauer wesentlich durch die verwendete Weichgewebsrekonstruktion mit lokaler Lappenplastik, Pectoralis Major-, Latissimus Dorsi-, oder Radialislappen beeinflusst.

Die durchschnittliche Operationsdauer beträgt 7 Stunden 57 Minuten.

OP Dauer in h

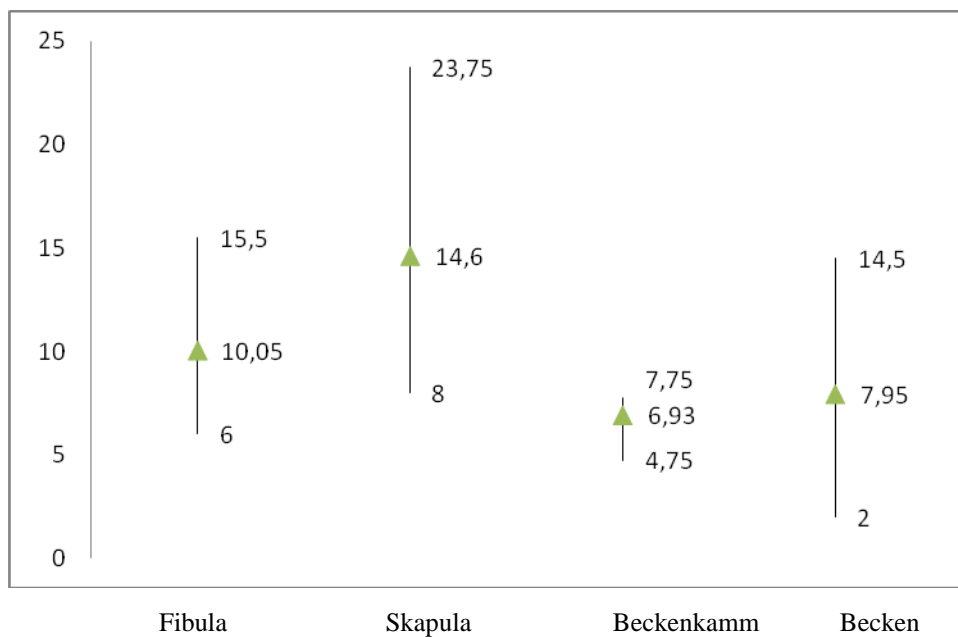


Abb 21 Operationsdauer

Aus der Abbildung geht deutlich hervor, dass die Rekonstruktion mit einem Skapulatransplantat langwieriger ist, als die Transplantation von Gewebe von anderen

Spenderstellen. Diese Tatsache ist in erster Linie der intraoperativen Umlagerung und erneuten Abwaschung und Abdeckung des Patienten geschuldet: der Skapulalappen kann also nicht im two team approach operiert werden. Weiterhin gilt es zu berücksichtigen, dass im Zusammenhang mit dem knöchernen Transplantat ein oder zwei Hautlappen gehoben und zur komplexen Weichteilrekonstruktion herangezogen werden können. So wird die Operationszeit zusätzlich verlängert.

### 3.1.5 Neoadjuvante Radiatio

Vor allem im Zeitraum von 1998 bis 2005 wurden die Tumorpatienten standardmäßig präoperativ bestrahlt. Die neoadjuvante Radiatio beginnt nach Abschluss der Staginguntersuchungen; der intraorale makroskopisch sichtbare Tumor wird vorher in Vollnarkose mit einem Sicherheitsabstand von 1 cm mit Tusche markiert. Während der Bestrahlung wird der Tumor im Sinne eines Downstaging kleiner, die Resektionsgrenzen sollen sich jedoch auf die Ausdehnung des Primärtumors beziehen. Um sich die Option einer postoperativen Radiatio mit mindestens 20 Gray vorzubehalten, werden die Patienten neoadjuvant mit 40 Gray bestrahlt.

Im Rahmen der neoadjuvanten Behandlung wird häufig ergänzend eine Chemotherapie mit Cisplatin und Doxetacel verabreicht.

#### Fibula

Von den 7 Tumorpatienten wurden 2 neoadjuvant bestrahlt.

#### Skapula

Von den 46 Tumorpatienten wurden 35 neoadjuvant bestrahlt.

#### Beckenkamm

Keiner der Tumorpatienten wurde neoadjuvant bestrahlt.

#### Becken

Von 48 Tumorpatienten wurden 20 neoadjuvant bestrahlt.

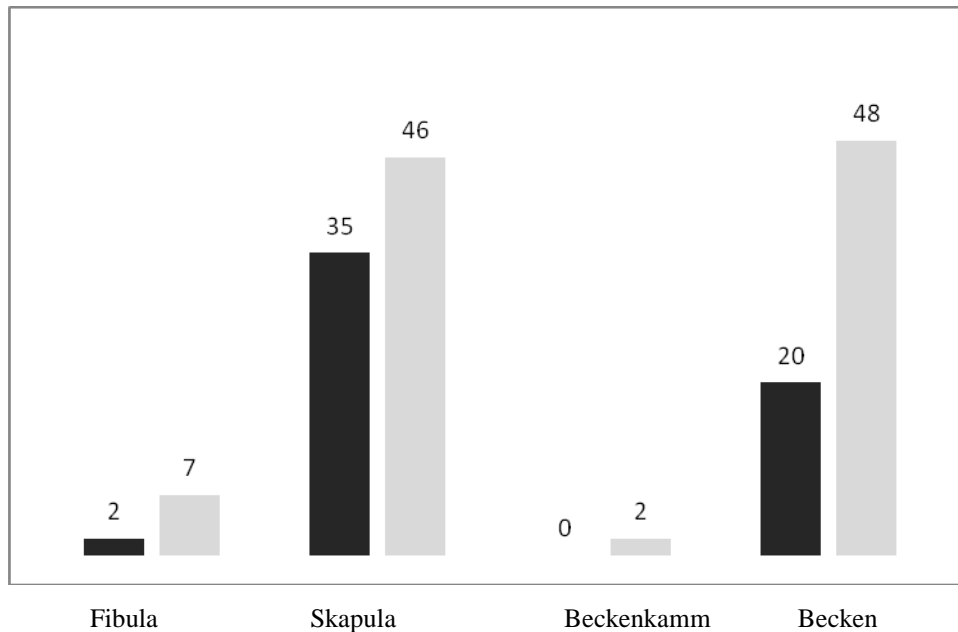


Abb 22 veranschaulicht den Anteil der neoadjuvant bestrahlten Patienten, bestrahlt (schwarz), gesamt (weiß)

## 3.2 Komplikationen

### 3.2.1 Wundinfektion und -Dehiszenz

Die postoperative Infektion ist neben der Hämatombildung eine der häufigsten Komplikationen der Mund- Kiefer- und Plastischen Gesichtschirurgie in der unmittelbaren Wundheilungsphase. Bei ausgedehnten operativen Eingriffen mit großen Wundflächen ist daher stets eine postoperative intravenöse antibiotische Behandlung indiziert. Trotzdem und trotz exzellenter Wundpflege mit mehrmals Täglich durchgeführter Wundreinigung und Verbandswechsel treten Wundinfektionen und Nahtdehiszenzen auf; sie werden zusätzlich lokal mit Spülung und antibiotischer Salbe versorgt, eine chirurgische Revision ist in diesen Fällen nicht indiziert.

## Fibula

In 6 von 9 Fällen sind lokale Infektionen und/oder nicht revisionsbedürftige Nahtdehiszenzen dokumentiert.

## Skapula

In 42 von 54 Fällen sind lokale Infektionen und/oder nicht revisionsbedürftige Nahtdehiszenzen dokumentiert.

## Beckenkamm

In 2 von 4 Fällen lokale Infektionen und/oder nicht revisionsbedürftige Nahtdehiszenzen dokumentiert.

## Becken

In 36 von 57 Fällen lokale Infektionen und/oder nicht revisionsbedürftige Nahtdehiszenzen dokumentiert.

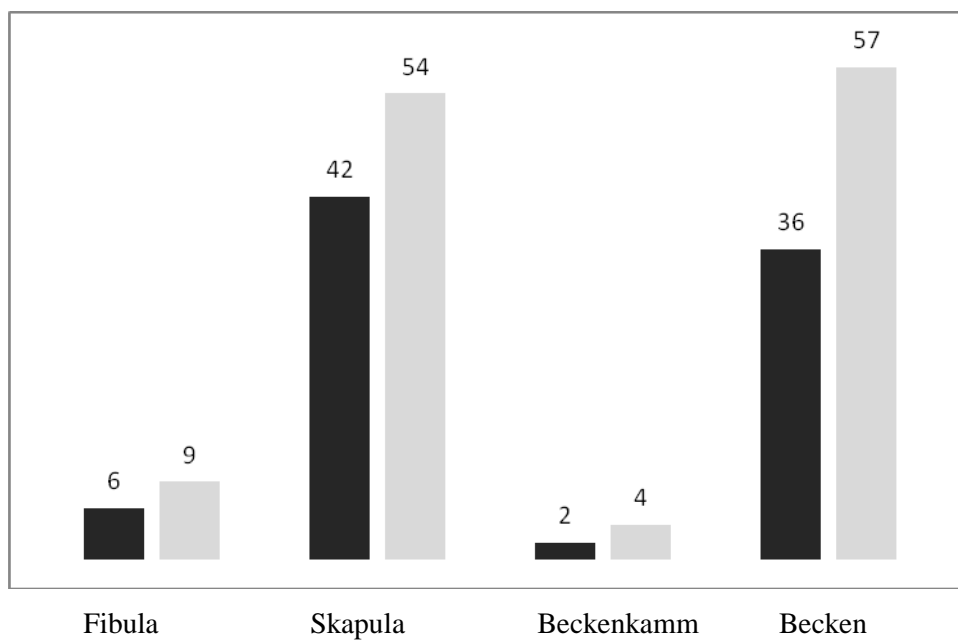


Abb 23 veranschaulicht den Anteil der Patienten, die lokale Infektionen zeigten, Infektion (schwarz), gesamt (weiß)

Der Anteil von Lokalinfektionen am Gesamtkollektiv beträgt 69 Prozent.

### 3.2.2 Pseudarthrose

Die Pseudarthrose beschreibt die ungenügende knöcherne Konsolidierung des Transplantates. Der eingebrachte Knochen muss in diesem Fall nicht entfernt werden, sondern in den meisten Fällen genügen die Anfrischung des Gewebes und eine Reosteosynthese.

#### Fibula

In einem Fall zeigte sich eine ungenügende knöcherne Konsolidierung, die chirurgisch revidiert werden musste.

#### Skapula

In acht Fällen zeigte sich eine ungenügende knöcherne Konsolidierung, die chirurgisch revidiert werden musste.

#### Beckenkamm

In keinem Fall zeigte sich eine ungenügende knöcherne Konsolidierung, die chirurgisch revidiert werden musste.

#### Becken

In 22 Fällen zeigte sich eine ungenügende knöcherne Konsolidierung, die chirurgisch revidiert werden musste.

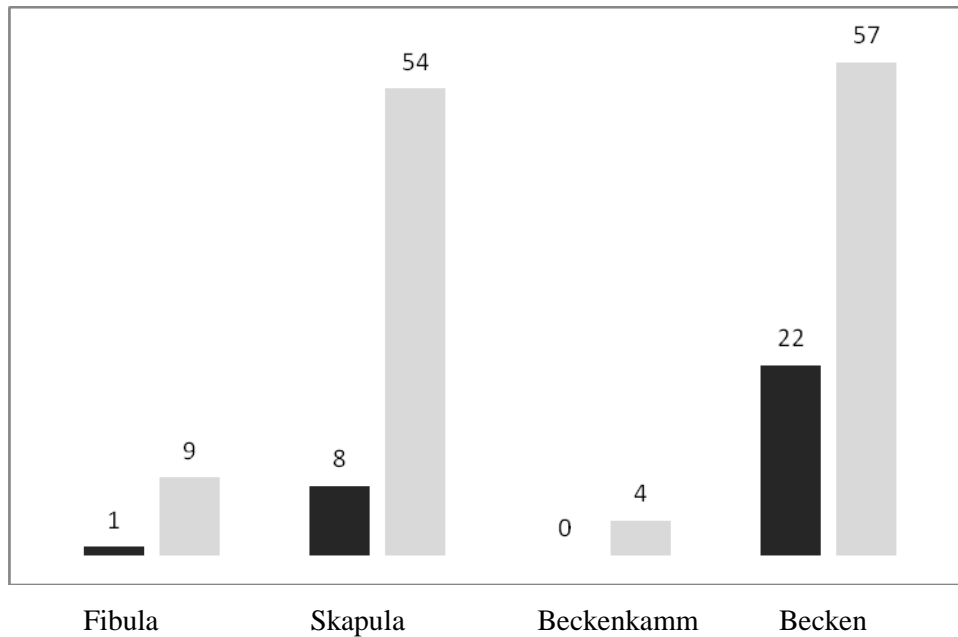


Abb 24 zeigt den Anteil der postoperativen Pseudarthrosen, die revidiert werden mussten,

Pseudarthrose (schwarz), gesamt (weiß)

Insgesamt mussten 25 Prozent der Transplantate aufgrund einer Pseudarthrosenbildung chirurgische revidiert werden.

### 3.2.3 Anastomosenrevision

In seltenen Fällen zeigt sich in den ersten 48 Stunden postoperativ eine ungenügende Durchblutung des Transplantates. Bei rein knöchernen Rekonstruktionen entfällt diese Kontrolle, da deren Blutversorgung visuell nicht überprüfbar ist.

Bei osteokutanen Lappen dient die Hautinsel als hervorragender Indikator für den Zustand des Gesamttransplantates. Imponiert die Haut zu blass und kann keine Blutung provoziert werden oder aber erscheint sie livide gestaut, kann in der unmittelbar postoperativen Phase eine Revision des schuldigen Gefäßes versucht werden.

Folgende Abbildung gibt eine Übersicht über die Anzahl der Fälle in denen das geschilderte Prozedere erfolgreich durchgeführt wurde und keine Explantation nach sich zog.

#### Fibula

Ein Transplantat zeigte unmittelbar postoperativ eine revisionsbedürftige Anastomose.

#### Skapula

Vier Transplantate zeigten unmittelbar postoperativ eine revisionsbedürftige Anastomose.

#### Beckenkamm

Ein Transplantat zeigte unmittelbar postoperativ eine revisionsbedürftige Anastomose.

#### Becken

Kein Transplantat zeigte unmittelbar postoperativ eine revisionsbedürftige Anastomose.

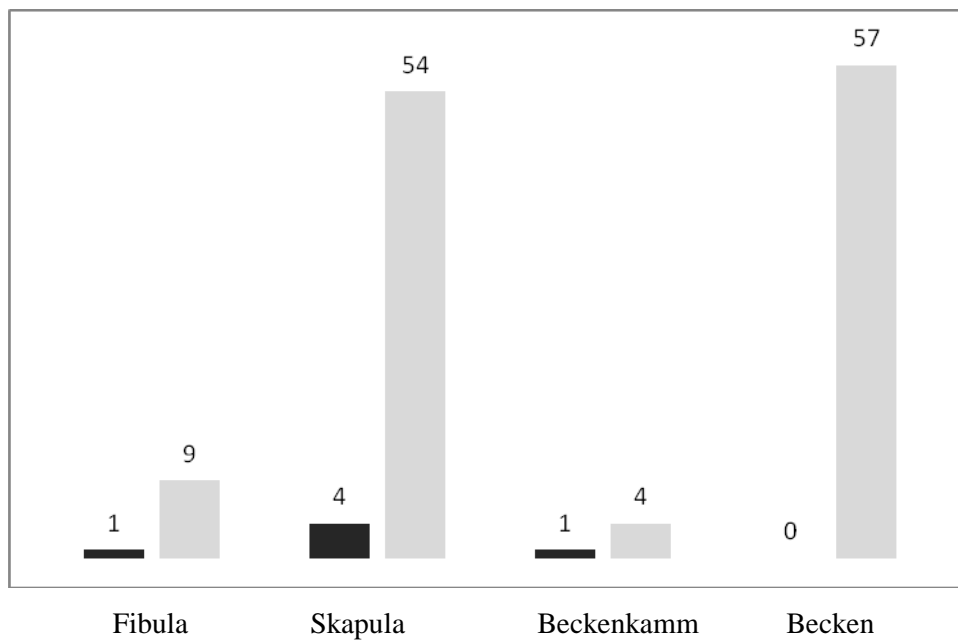


Abb 25 Anteil der erfolgreich durchgeführten Anastomosenrevisionen, Revision (schwarz), gesamt (weiß)

Der Anteil der revidierten Gefäßanschlüsse beträgt etwa 5 Prozent.

## 3.2.4 Totalverlust

Im Folgenden soll die unmittelbar postoperative Lappenexplantation im Sinne einer Komplikation betrachtet werden, die innerhalb von 6 Monaten aufgrund einer Infektion oder prothraierten vaskulären Insuffizienz geschehen ist.

In Abgrenzung dazu wurde vor allem bei Patienten, die initial mit freiem Becken und Rekonstruktionsplatte versorgt wurden, im Intervall eine tragfähigere Rekonstruktion durchgeführt; dies steht nicht im Zusammenhang mit den hier untersuchten Komplikationen.

Fibula

Zwei Transplante mussten wieder entfernt werden.

Skapula

Sieben Transplante mussten wieder entfernt werden.

Beckenkamm

Ein Transplant musste wieder entfernt werden.

Becken

Elf Transplante mussten wieder entfernt werden.

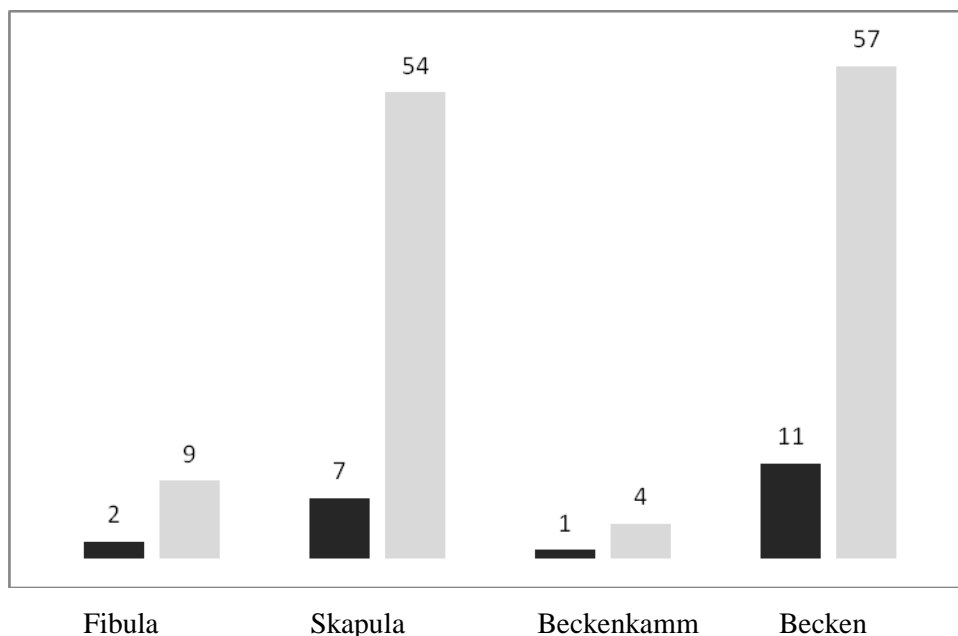


Abb 26 zeigt den Anteil der durchgeführten Explantationen,



Explantation (schwarz), gesamt (weiß)

16,9 Prozent der Transplantationen müssen insgesamt als Misserfolg gewertet werden.

Abb 27 veranschaulicht diesen Sachverhalt

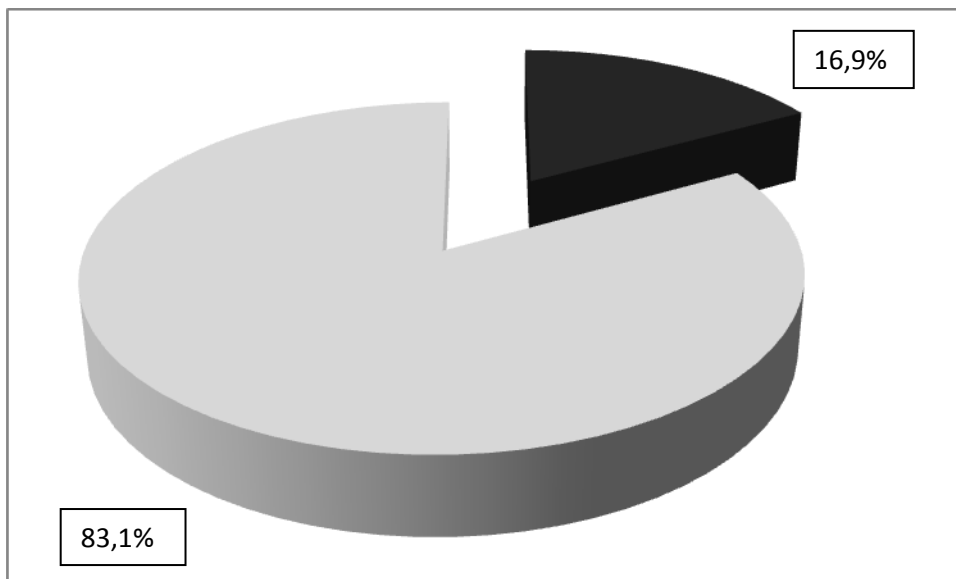


Abb 27 Anteil der Totalverluste, Lappenverluste (schwarz), gesamt (weiß)

### 3.2.5 Komplikationen in Korrelation zu neoadjuvanter Radiatio

Die aufgeführten Komplikationen verteilen sich in dieser Untersuchung auf beide Patientengruppen: die Tumorpatienten, die neoadjuvant bestrahlt wurden und die, die keine präoperative Behandlung erhielten. Die therapeutische Wende findet im Jahr 2006 statt, daher ist die zweite Patientengruppe deutlich kleiner.

Im vorliegenden Patientengut zeigt sich, dass postoperative Komplikationen wie bislang dargestellt, an vorbestrahlten Patienten nicht gehäuft auftreten.

Als schwerwiegende Komplikationen wurden hier Pseudarthrose, Anastomoseninsuffizienz und Lappenexplantation zusammengefasst.

Die Ergebnisse gliedern sich folgendermaßen:

#### Fibula

Einer von zwei bestrahlten Patienten zeigt schwerwiegenden Komplikationen, zwei von fünf nicht bestrahlten zeigen schwerwiegende Komplikationen.

#### Skapula

Sechs von 35 bestrahlten Patienten zeigen schwerwiegende Komplikationen, vier von 19 nicht bestrahlten zeigen schwerwiegende Komplikationen.

#### Beckenkamm

Kein Patient ist präoperativ bestrahlt worden, einer der vier nicht bestrahlten Patienten zeigt schwerwiegende Komplikationen.

#### Becken

Sieben von 20 bestrahlten Patienten zeigen schwerwiegende Komplikationen, sechs von 28 nicht bestrahlten zeigen schwerwiegende Komplikationen.

Die Resultate sind in der folgenden Tabelle übersichtlich zusammengefasst.

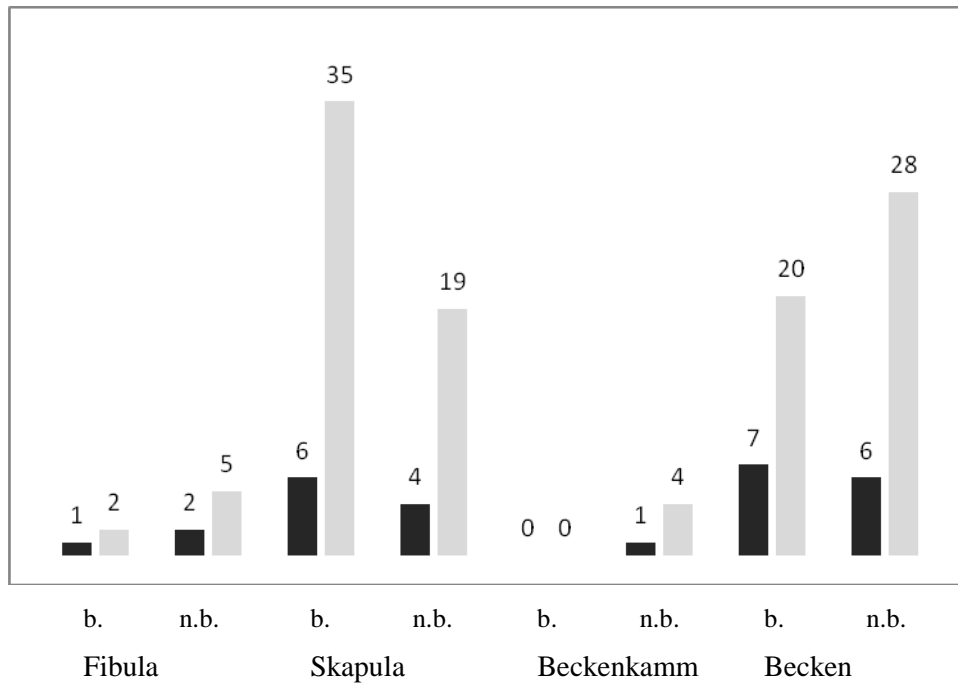


Abb 28 zeigt im Überblick den Anteil der Komplikationen in Abhängigkeit von der neoadjuvant durchgeführten Bestrahlung

b.: bestrahlt, n.b.: nicht bestrahlt,

Komplikation (schwarz), gesamt (weiß)

Prozentual liegt die Komplikationsrate bei bestrahlten Lappen zwischen 17% und 50%, bei nicht bestrahlten Lappen zwischen 21% und 40%.

Es zeigt sich zusammenfassend, dass in puncto Komplikationsrate, unter Beurteilung schwerwiegender Komplikationen wie Lappennekrose, Pseudarthrose oder Anastomoseninsuffizienz, kein wesentlicher Unterschied zwischen bestrahlten und nicht bestrahlten Patienten besteht.

### 3.3 Knocheninfiltration

Bei der Analyse der nach Primärrekonstruktionen abschließenden pathologischen Begutachtungen der resezierten Tumore, stellt sich heraus, dass die Infiltration der Mandibula durch das diagnostizierte Karzinom stark variiert.

Das in der pTNM Klassifikation beschriebene T4 Stadium beschreibt nicht zwangsläufig eine Knocheninfiltration. Und auch bei kleineren Tumoren kann – je nach Entfernung von der Mandibula – eine Kontinuitätsresektion notwendig werden, um die Radikalität der Tumorentfernung zu gewährleisten.

Unter diesem Gesichtspunkt wurden die vorliegenden pathohistologischen Untersuchungsergebnisse der primärrekonstruierten Unterkiefer unabhängig vom TNM Stadium auf Knocheninfiltration untersucht.

Bei allen hier untersuchten Fällen hatte eine neoadjuvante Radiatio mit 40 Gy stattgefunden.

Häufig lassen sich im Markraum des Unterkiefers Tumorzellen nachweisen. Weitaus häufiger ist jedoch nur die Kompakta betroffen, in einigen Fällen lassen sich am und im entkalkten Knochen gar keine Tumorzellen nachweisen.

Tabelle 6 gibt eine Übersicht über diesen Sachverhalt.

	Markrauminfiltation	Kompaktainfiltation	Keine Infiltration
Fibula	25%	75%	0%
Skapula	9,5%	47,6%	42,9%
Beckenkamm	0%	100%	0%
Becken	37,5%	31,3%	31,2%

Tab 6 Prozentuale Verteilung der Knocheninfiltration

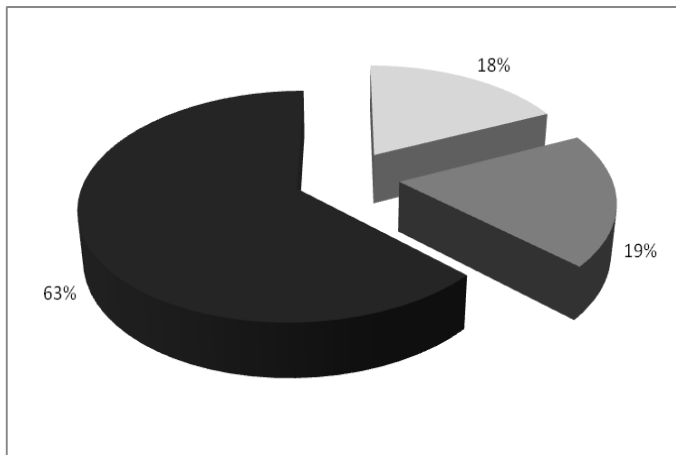


Abb 29 veranschaulicht die Verteilung der unterschiedlichen Knocheninfiltration, Markrauminfiltration (schwarz), Kompaktainfiltration (grau), keine Infiltration (weiß)

Es zeigt sich, dass mit 18% ein großer Teil der resezierten Knochenpräparate nicht durch das Karzinom infiltriert war. Es konnten auch nach stattgehabter neoadjuvanter Radiatio keine avitalen Tumorzellen bzw. durch das Karzinom arrodierete Knochenareale in der mikroskopischen Befundung der entkalkten Präparate durch den Pathologen nachgewiesen werden.

Besondere Aktualität gewinnt dieses Resultat vor der stattgefundenen Modifikation des Therapieschemas in der Klinik und Poliklinik für Mund- Kiefer und Gesichtschirurgie der Universitätsklinik Würzburg. Seit 2007 wird die supportive Radiatio nicht mehr prä- sondern postoperativ appliziert. Womöglich hat dieses Konzept in Zusammenschau mit den tatsächlich postoperativ erhobenen pathohistologischen Ergebnissen langfristig auch eine mehr bedarfsadaptierte Resektionsstrategie zur Folge.

---

### 3.4 Orale Rehabilitation am Fallbeispiel

Der Zielpunkt der mandibulären Rekonstruktion mit einem autologen ossären Transplantat ist die dentale Restauration. Zum einen gilt es, den Patienten ästhetisch zu rehabilitieren, weit wichtiger ist jedoch die optimale Wiederherstellung von Kau-, Schluck- und Sprechfähigkeit.

Die Tatsache, dass sie nicht bei allen Patienten in letzter Konsequenz gelingt, hat viele Ursachen.

Ein Teil der Patienten erleidet trotz R0-Resektion und postoperativer Radiochemotherapie ein Tumorrezidiv. Ein weiteres Ausschlusskriterium können Grund- und Zweiterkrankungen sein, deren Ursache nicht selten im gesundheitlichen Risikoverhalten der Patienten zu finden ist.

Abschließend lassen erforderliche Folgeeingriffe wie Distraction, Augmentation oder chirurgisches Weichteildesign mit zusätzliche Krankenhausaufenthalte und entsprechenden OP Risiken Patienten zurückschrecken, die erforderlichen Voraussetzungen für die Implantation schaffen zu lassen.

Bei diesem Patienten, einem Fall aus dem untersuchten Patientenkollektiv, kann anhand der vorliegenden bildgebenden Diagnostik und Photodokumentation die Entwicklung vom Ausgangsbefund über die unmittelbar postoperativen Bilder nach Tumorresektion und Rekonstruktion bis hin zur radiologischen Kontrolle der Implantatinsertion nachvollzogen werden.

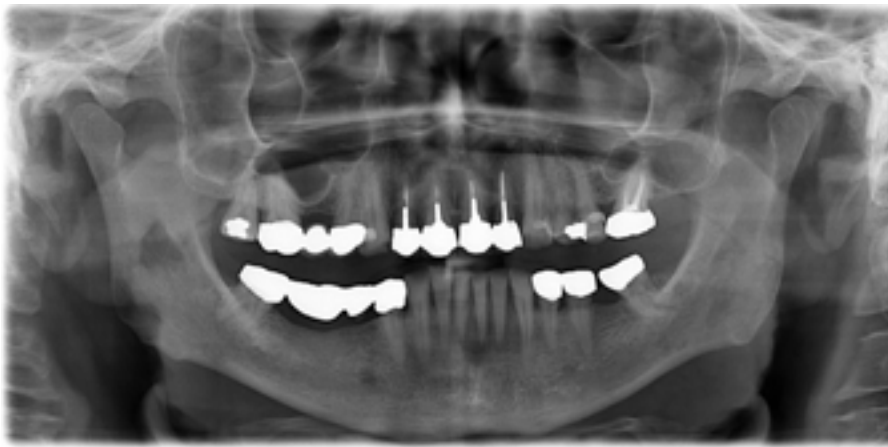


Abb 30 zeigt den präoperativen OPG Befund eines Patienten, der klinisch an einem Plattenepithelkarzinom des anterioren Mundbodens erkrankt ist. Auffällig ist die Osteolysezone periapikal der Zähne 31 und 41. Die Zähne reagieren im Provokationstest mit Kältespray sensibel.

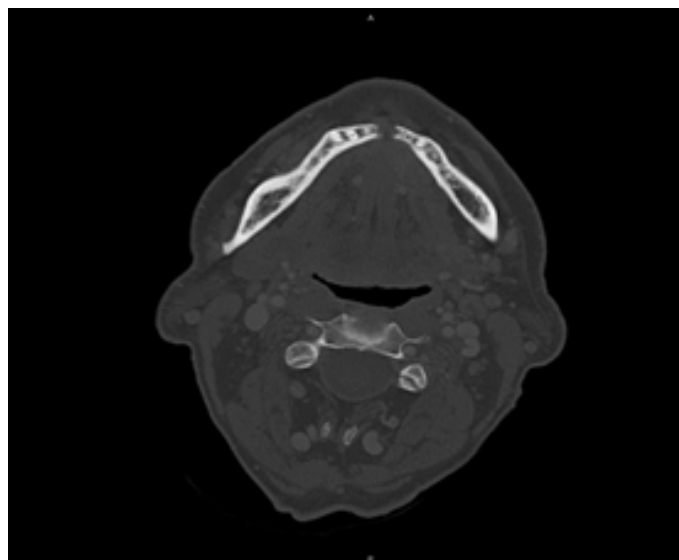


Abb 31 Präoperativer CT Befund; radiologisch erhärtet sich der Verdacht einer Kontinuitätsunterbrechung der Unterkieferfront durch ein invasiv wachsendes Plattenepithelkarzinom des anterioren Mundbodens.



Abb 32 zeigt die postoperative Kontrolle nach Kontinuitätsresektion und  
Rekonstruktion mit einem kortikospongiösen Beckenspan und einer Rekoplatte

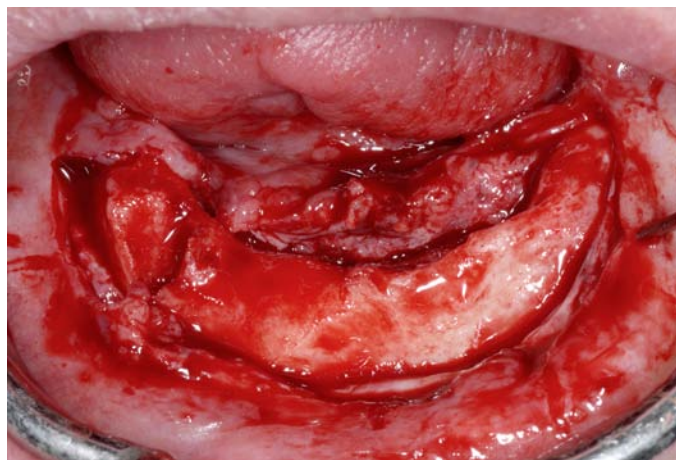


Abb 33 zeigt das im anterioren Mandibulabereich eingehelte Beckentransplantat nach  
etwa einem Jahr



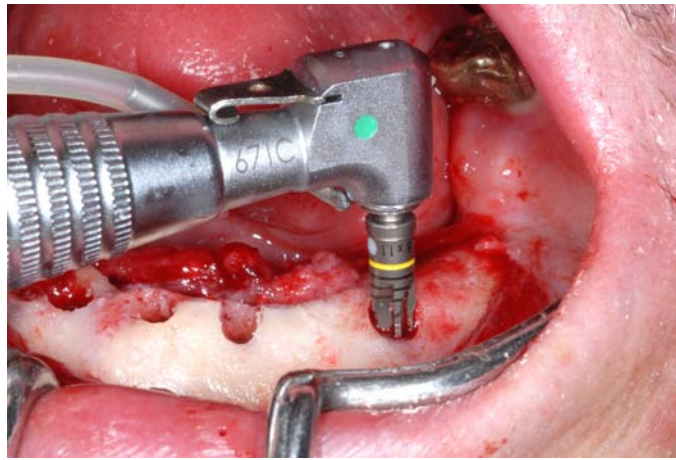


Abb 34 veranschaulicht die Implantatbohrung

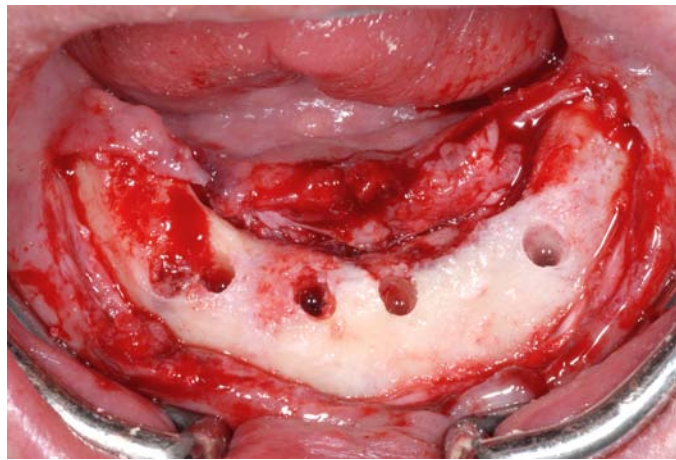


Abb 35 Vier interforaminär angebrachte Bohrungen

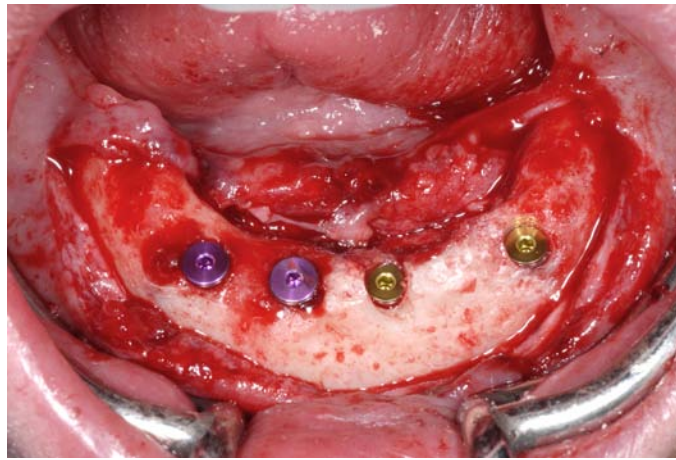


Abb 36 zeigt die im transplantierten Knochen inserierten Implantate

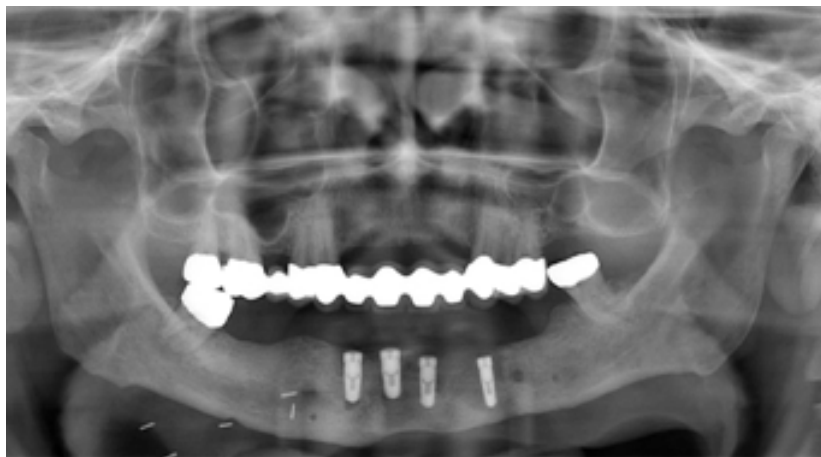


Abb 37 gibt die abschließende radiologische Kontrolle wieder

Nach der Versorgung mit einem herausnehmbaren, auf dem Implantatlager im Sinne einer Stegkonstruktion gut stabilisierten Zahnersatz ist die Kau- und Sprechfähigkeit des Patienten wieder voll hergestellt. Auch ästhetischen Gesichtspunkten kann die Rekonstruktion des Unterkiefers als vollständig gelungen bezeichnet werden.

#### 4 Diskussion

Die Fortschritte der Mikrochirurgie stellen einen bedeutsamen Beitrag für operative Rekonstruktionen im Kopf- und Halsbereich dar. Aufgrund der Lebensgewohnheiten und der ständig steigenden Lebenserwartung in Industrienationen nehmen auch die Erwartungen an die Langzeitergebnisse der rekonstruktiven Chirurgie zu.

Die mikrochirurgische Gewebsverlagerung besitzt viele Vorteile. Sie offeriert ein gut vaskularisiertes Transplantat, das nahezu unabhängig von der Qualität und Beschaffenheit des Empfängerbettes einheilen kann.

Zudem ist die Gefäßversorgung am Hals und im Gesicht für mikrochirurgische Anastomosen sehr zuverlässig (Swartz, Banis et al., 1986, Riediger et al., 1988).

Und schließlich kann der Operateur bei der Verwendung freier Lappen mit der Wahl des Transplantats wesentlich flexibler auf die funktionellen und ästhetischen Anforderungen des jeweiligen Patienten eingehen, als dies mit gestielten Lappen oft möglich ist.

Die mikrochirurgische Operationstechnik ist heute so weit ausgereift, dass die Erfolgsquote der freien Transplantate ohne weiteres mit den Resultaten der gestielten konventionellen Lappentechniken verglichen werden kann.

Die mikrochirurgische Rekonstruktion umfangreicherer Defekte im Mund- Kiefer- Gesichtsbereich erfolgt mittels revaskularisierter knöcherner, osteomyokutaner oder osteokutaner Fernlappen aus unterschiedlichen Spenderregionen (Jewer, Boyd et al., 1989, Fleming, Brough et al., 1990, Lyberg, Olstad et al., 1991, Michel, Reuther et al., 1994).

Die vorliegende Arbeit dokumentiert in einer retrospektiven Darstellung den Behandlungsablauf der im Zeitraum von 1998 bis 2008 an der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universität Würzburg mit mikrochirurgisch anastomosierten Fibula-, Skapula-, Beckenkamm-, sowie freien autologen Transplantaten aus der Beckenkammregion zur Unterkieferrekonstruktion versorgten Patienten.

Von 124 untersuchten Patienten, die mit autologen ossären Transplantaten versorgt wurden, waren 86 Männer und 38 Frauen. Das Durchschnittsalter bei Operation betrug etwa 52 Jahre, die Spanne reichte von 12-84 Jahre.

Die Primärdiagnose war bei 103 der 124 Patienten das Plattenepithelkarzinom; das bedeutet einen prozentualen Anteil von 83%.

Mit weitem Abstand folgten Osteomyelitis mit 8 Fällen und somit 6,5 % und sonstige Befunde wie Traumata, Ameloblastome und Sonstige mit 13 Fällen und 10,5 %.

Bei 67 Patienten fand eine mikrochirurgische Rekonstruktion statt; neun Patienten wurden mit einer Fibula rekonstruiert, 54 Patienten erhielten ein Skapulatransplantat, bei 4 Patienten wurde der defekte Unterkiefer mit mikrovaskulär anastomosiertem Beckenknochen rekonstruiert

In 57 der durchgeführten Operationen wurde kein mikrovaskulär anastomosiertes Transplantat eingepflanzt, sondern autologe kortikospongiöse Späne vom Becken in Kombination mit Rekonstruktionsplatten und oder Palacos verwendet.

Die Indikation für das jeweils verwendete Transplantat wird in erster Linie durch den Knochen- und Weichteildefekt vorgegeben. Hier spielen sowohl Ausdehnung als auch Lokalisation der Kontinuitätsresektion eine entscheidende Rolle; so muss das knöcherne Transplantat das einen medianen Defekt überbrücken soll problemlos mehrfach osteotomierbar sein, um die physiologische Kontur des Kinns zu formen. Eine Anforderung, die im seitlichen Bereich des Unterkiefers in dieser Form nicht gegeben ist.

Weitere entscheidende Kriterien sind die Länge des Lappenstiels, Entnahmemorbidität der Spenderstelle oder postoperative Rehabilitation.

Analog wurden in der vorliegenden Untersuchung die Defekte mit der größten Längenausdehnung mit einer Fibula, kürzere Resektionsstrecken mit Skapula oder Beckenkamm versorgt.

Die Komplikationsraten betragen für lokale Infektionen 69%, Pseudarthrosen 25%, Anastomoseninsuffizienz 5% und Lappenexplantation 16%.

Eine Korrelation zwischen neoadjuvanter Bestrahlung und Komplikationsrate konnte nicht gezeigt werden.

In der Zusammenschau reihen sich die vorliegenden Ergebnisse aus der Klinik und Poliklinik für Mund- Kiefer- und Gesichtschirurgie der Universitätsklinik Würzburg weitestgehend in die Resultate analoger Untersuchungen der weltweiten Literatur ein.

Die große Anzahl der in der Literatur vorhandenen vergleichbaren Studien, die in entsprechenden Zeiträumen an den Patientenkollektiven unterschiedlicher Kliniken durchgeführt wurden, reflektiert die Aktualität und die arrivierten Anforderungen an die rekonstruktive Chirurgie im Kopf Hals Bereich. Eine kleine Auswahl soll im Folgenden Würdigung finden.

Viele Studien untersuchen vergleichbare Patientenkollektive in ähnlichen Zeitfenstern.

Shpitzer et al. zum Beispiel gründen ihre Ergebnisse auf Untersuchungen an 117 Patienten, davon 76 Männer und 41 Frauen.

77 leiden an einem Plattenepithelkarzinom, neun an Osteoradionekrose und acht Patienten haben ein Ameloblastom. Die Rekonstruktion erfolgt bei 59 Patienten mit Beckenkamm, 58 erhalten ein Fibulatransplantat (Shpitzer et al., 1999).

Cordeira, Disa et al. haben in einem Zeitraum von zehn Jahren Daten von 150 Patienten erhoben. In ihrem Kollektiv befanden sich 94 Männer und 56 Frauen, von denen 68 die Diagnose Plattenepithelkarzinom und acht Osteomyelitis gestellt bekommen hatten. Die übrigen 74 litten an anderen Karzinomen, Sarkomen, Defekten nach Trauma oder Fehlbildungen.

Die Rekonstruktion erfolgte in 138 Fällen mit Fibula, in sechs Fällen mit Skapula, drei Patienten erhielten einen mikrovaskulär anastomosierten Beckenkamm (Cordeira, Disa et al., 1999).

Takushima, Harii et al. untersuchten 178 Patienten in 12 Jahren; 131 Männer und 47 Frauen zwischen 13 und 85 Jahre. Das Durchschnittsalter betrug 55 Jahre.

34 der Patienten wurden mit einer Fibula versorgt, 51 erhielten ein Skapulatransplantat und 36 einen Beckenkamm. Die übrigen Patienten wurden mit Rippen- und Radialislappen versorgt (Takushima, Harii et al., 2001).

Aus dieser Auswahl zeigt sich, dass sich unsere Daten dem internationalen Vergleich, sowohl was die Fallzahlen als auch den Beobachtungszeitraum betrifft, einreihen; dies macht die erhobenen Daten inhaltlich vergleichbar.

Das gilt ebenso für die ermittelten Komplikationsraten.

So berichten Shpitzer et al. beispielsweise vom Verlust von drei Beckenkamm- und fünf Fibulatransplantaten. Das entspricht einem Anteil von 7% was den Lappenverlust betrifft. Zwei Patienten sind perioperativ verstorben (Shpitzer, Neligan et al., 1999).

Aus den beobachteten Schwierigkeiten und Komplikationen lassen sich auch Konsequenzen für die Auswahl des geeigneten Transplantates ableiten:

Takushima, Harii et al. beschreiben mit Verlustraten von 15% bei Fibula-, 4% bei Skapula- und 17% bei Beckenkammtransplantaten Ergebnisse, die unseren entsprechen.

Im Ergebnis entwickelten die Autoren auch in Abhängigkeit des Weichteildefektes, sowie der Komplikationsrate einen Algorithmus für die Auswahl des passenden Lappens, der sich folgendermaßen subsumieren lässt:

Für die Rekonstruktion von lateral gelegenen Defekten bietet sich aus bereits genannten Gründen in erster Linie die Skapula an. Wenn keine Hautinsel benötigt wird, empfehlen die Autoren die Auswahl eines Beckenkammtransplantats.

Ist der Kontinuitätsdefekt im anterioren Kieferbereich, ist die Fibula das Transplantat der Wahl, ob mit oder ohne zusätzliche Hautinsel (Takushima, Harii et al., 2001).

Grundsätzlich ist die mikrovaskuläre Rekonstruktion aufgrund des ästhetischen und funktionellen Ergebnisses Methode der Wahl gegenüber nicht vaskularisiertem Beckenknochen in Kombination mit Rekonstruktionsplatten; Primärrekonstruktionen werden bevorzugt um Narbenbildung und Weichteilkontraktionen vorzubeugen.

Zu diesem Ergebnis kommen auch Cordeiro, Disa et al.; nach deren Datenlage ist die beste Option das Fibulatransplantat, es verbindet ein gutes mehrfach osteotomierbares Knochenangebot, mit einem verlässlichen Hautlappen und langen Gefäßen.

Auch die Skapula verfügt zwei gute Hautinseln, zeigt aber nach Angaben der Autoren eine schlechtere Knochenqualität.

Das Ilium mit seinem zu massigen Weichteillappen ist aufgrund seiner schlecht Konturierbarkeit und der hohen Entnahmemorbidity nur dritte Wahl (Cordeiro, Disa et al., 1999).

Shpitzer et al., 1999 kommen ebenfalls zu dieser Konklusion: das Fibulatransplantat ist der Gewebeersatz erster Wahl. Im Gegensatz zu der zuvor zitierten Untersuchung beschreiben sie das mikrovaskulär anastomosierte Becken jedoch als gute Alternative bei Patienten mit ausgeprägter Varikosis, voroperierten Beinen und peripherer arterieller Verschlußkrankheit, trotz höherer Entnahmemorbidity, erschwerter Mobilisation und massigerem und damit gefährdeterem Hautlappen was die Durchblutung betrifft (Shpitzer, Neligan et al., 1999).

Deschler et al. kommen in einer im Jahr 2000 vorgelegten Untersuchung zu einem anderen Ergebnis.

Sie untersuchten 12 Patienten nach, von denen drei mit einer Fibula, sechs mit Skapula und zwei mit Beckenkamm versorgt wurden. An Komplikationen beschreiben die Autoren eine Anastomoseninsuffizienz, die erfolgreich revidiert werden konnte. Die Komplikationsrate beträgt in dieser Studie also 10%.

Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass das Skapulatransplantat grundsätzlich die beste Option ist, da hier die optimale Kombination aus Knochenangebot und individuell verfügbaren Hautlappen bei relativ überschaubaren Komplikationen zur Verfügung steht.

Das Schulterblatt bietet die ideale Kombination aus Knochenangebot und –kontur sowie individuell adaptierbaren Hautinseln. Diese sind ebenfalls gut zu modellieren und

ästhetisch hervorragend, was Farbe und Behaarung betrifft. Einziger Nachteil ist die aufwendige Entnahme (Deschler, Hayden et al., 2000).

Welchen Platz nimmt das nicht vaskularisierte Knochentransplantat in diesem Indikationsspektrum ein?

Diese Frage wird in der Literatur kontrovers diskutiert.

Pogrel, Poglesh et al. vergleichen in einer Arbeit aus dem Jahr 1997 vaskularisierte und nicht vaskularisierte Transplantate in Hinblick auf eine funktionell und ästhetisch suffiziente Rekonstruktion der Mandibula.

39 Patienten ihres untersuchten Kollektivs erhielten vaskularisierte Transplantate, Fibula und Beckenkamm; zwei dieser Lappen gingen verloren.

Bei 29 Patienten wurde der Unterkiefer mit freiem Becken und Rekonstruktionsplatte aus Titan wiederhergestellt, hier waren sieben Revisionseingriffe zur Entfernung des Osteosynthesematerials und erneuten knöchernen Rekonstruktion nötig.

Die Autoren sprechen sich in ihrer Zusammenfassung deutlich für das mikrovaskulär anastomosierte Transplantat aus. Zwar ist die Operationsdauer ohne Mikrochirurgie kürzer, es zeigt jedoch ein deutlich höheres Verlustrisiko für nicht mikrovaskulär anastomosierte Knochentransplantate.

Außerdem ist die Implantation in nicht vaskularisierten Knochen nach deren Aussage erst sehr spät möglich, ggf. erst nach weiterer Augmentation. Ursache hierfür ist die ausgeprägte Knochenatrophie (Pogrel, Poglesh et al., 1997).

Weiterhin werden der häufig erforderliche Zweiteingriff in Sinne einer Vestibulumplastik, bzw. notwendige Hauttransplantationen in einer Untersuchung von Boyne als Argument gegen die Rekonstruktion mit nicht vaskularisiertem Knochen angeführt.

Es gilt zu berücksichtigen, dass auch bei mikrovaskulär anastomosierten Transplantaten Operationen zur Lappenausdünnung die Regel sind. Und auch hier werden keinesfalls physiologische orale Schleimhautverhältnisse während der primären Knochenrekonstruktion geschaffen, sondern vielmehr die vorhandenen Hautinseln als



Implantatlager optimiert. Der inserierte Knochen ist aber grundsätzlich von besserer Qualität (Boyne et al., 1997).

Kurz aber kontrovers versuchten Kroll, Schusterman et al. den Vergleich zwischen mikrovasculär anastomosierter Primärrekonstruktion und zweizeitiger Versorgung mit freiem Becken und Rekonstruktionsplatte auf den Punkt zu bringen.

In deren Untersuchung aus dem Jahre 1992 kostet die Primärrekonstruktion mit vaskularisiertem Transplantat durchschnittlich 47 Tausend Dollar und hat eine Komplikationsrate von 50%.

Die Wiederherstellung der Unterkieferkontinuität mit Rekoplatte und anschließender knöchernen Rekonstruktion mit einem nicht vaskularisierten autologen Knochen transplantat kostet 55 Tausend Dollar und zeigt eine Komplikationsrate von 78% (Kroll, Schusterman et al., 1992).

Diese stark reduzierte Darstellung der Problematik ist aus der vorliegenden Datenlage sicher so nicht haltbar. Nicht vaskularisierte Knochen transplantate leisten gute Dienste bei kleinen Defekten unter 3,5 cm an Patienten mit intaktem Weichteilmantel, die nicht vorbestrahlt wurden.

In diesem Zusammenhang soll erwähnt werden, dass die Entnahme von nicht vaskularisiertem Beckenkamm keinesfalls als grundsätzlich weniger riskant gelten kann.

Mischkowski, Selbach et al. gingen der Frage nach einer dauerhaften Schädigung N. femoralis cutaneus lateralis bei der Entnahme von Beckenkamm nach und kamen zu folgendem Ergebnis:

In 298 Fällen aus verschiedenen Studien wurde von 1,3% temporären Hypästhesien und keiner dauerhaften Schädigung des Nerven berichtet. Jedoch bestand höheres Risiko bei der Entnahme von monokortikalem Becken, wegen des weiter medial gelegenen Zuganges (Mischkowski, Selbach et al., 2006).

In der vorliegenden Untersuchung konnte kein wesentlicher Unterschied in der Komplikationsrate in Bezug auf eine neoadjuvante Radiatio festgestellt werden.

Vergleichbare Ergebnisse erzielten Miller et al. in einer Studie aus dem Jahr 1995. Es wurden 54 Patienten mit einer Krebserkrankung im Kopf Hals Bereich untersucht.

Bei allen Patienten wurde der Tumor radikal reseziert und der Defekt mit einem mikrovasculär anastomosiertem Lappen rekonstruiert.

Lediglich zwei Transplantate versagten, die Komplikationsrate betrug 24%. Im Endergebnis hatte eine präoperativ durchgeführte Bestrahlung keinen Einfluss auf die Erfolgsquote (Miller, Schustermann et al., 1995).

Curi, Oliveira dos Santos et al. kommen in einer Untersuchung an fünf Patienten mit ausgeprägter Osteoradionekrose nach Bestrahlung eines Kopf Hals Tumors zu dem Ergebnis, dass eine mikrovasculäre Rekonstruktion eine durchaus zuverlässige Behandlungsoption auch bei vorbestrahlten Patienten ist (Curi, Oliveira dos Santos et al., 2007).

Diese Resultate werden in einer retrospektiven Kohortenstudie von Hirsch, Bell et al. unterstrichen. Sie zeigten an einer Untersuchung von 305 Patienten mit und ohne präoperative Bestrahlung, dass die neoadjuvante Radiatio keine signifikanten negativen Konsequenzen für die Erfolgsrate hat.

Die Autoren vergleichen drei Patientengruppen: in der ersten Gruppe befinden sich vorbestrahlte mit Osteoradionekrose, in Gruppe zwei sind vorbestrahlte Patienten zusammengefasst, die keine Osteoradionekrose entwickelten und die Patienten der Gruppe drei, der Kontrollgruppe, hatten weder Radiatio noch Osteoradionekrose.

Alle Patienten erhielten einen mikrovasculär anastomosierten Lappen zur Rekonstruktion nach Tumorresektion eines Kopf-Hals Tumors.

Die Resultate zeigen zweifelsfrei, dass Erfolgs- und Komplikationsraten völlig unabhängig von einer präoperativen Bestrahlung sind. So stellt sich der mikrovasculär anastomosierte Gewebstransfer nicht nur für vorbestrahlte Patienten, sondern sogar für

Patienten mit manifesten Strahlenschäden wie der Nekrose des Unterkiefers als rekonstruktive Therapieoption dar (Hirsch, Bell et al., 2008).

Zu diesem Ergebnis gelangen auch Deutsch et al., die in einer Langzeitstudie über sieben Jahre den Verlauf von 140 Patienten verfolgten. Alle wurden mit einem mikrovascular anastomosierten Fibulatransplantat rekonstruiert; eine Gruppe wurde präoperativ bestrahlt, eine postoperativ und eine Gruppe erhielt keine Bestrahlung. Die beurteilten Komplikationen waren Fistelbildung, Osteoradionekrose und Lappenverlust: All diese Probleme traten in allen Gruppen etwa gleichmäßig verteilt auf (Deutsch, Kroll et al., 1999).

In großen Langzeitstudien lässt sich kein signifikanter Effekt einer neoadjuvanten Bestrahlung nachweisen.

Dennoch entwickelten Guelinckx et al. bereits 1984 basierend auf histologischen und elektronenmikroskopischen Untersuchungen von 40 Fällen Operationsstrategien, die die Gefahr technischer Probleme am vorbestrahlten Patienten möglichst minimieren sollen. Sie empfehlen grundsätzlich die Gefäße End-zu-End zu anastomosieren, ohne die Arterien und Venen zu rotieren. Weiterhin sollte die Nadel luminal eingestochen werden, um eine Dissektion der Gefäßwand zu vermeiden. In der Umgebung des Anastomosengebiets raten die Autoren von der Verwendung von Elektrokoagulation ab, da so das Risiko der Mikrothrombosierung reduziert werden kann. Die Empfehlung, die Ischämiezeit des Transplantates und das Abklemmen der Gefäße so kurz wie möglich zu halten gilt für alle Patienten gleichermaßen, unabhängig vom Bestrahlungsstatus (Guelinckx, Boeckx et al., 1984).

Abschließend soll die analoge Problematik in einer anderen anatomischen Umgebung bewertet werden.

Kroll, Robb et al. kommen in einer im Jahr 2000 vorgelegten Studie an über 600 Patientinnen mit Mammarekonstruktion mit einem mikrovascular anastomosierten Muskeltransplantat vom M. Transversus rectus abdominis (TRAM) nach Bestrahlung

zu dem Schluss, dass die neoadjuvante Bestrahlung keine vermehrten Komplikationen wie Lappennekrose oder Thrombosierung im Bereich des Gefäßstiels zur Folge hat. Wesentlich relevantere Störgrößen sind Gefäßerkrankungen, Infektionen oder Voroperationen im Empfängerareal.

Zwar ist die Brustwand anatomisch weniger komplex als die Kopf Hals Region, auch stehen am Rumpf häufig kaliberstärkere Gefäße zur Anastomosierung zur Verfügung als am Hals, dennoch können die Ergebnisse insofern auf die Mikrochirurgie in der Mund- Kiefer- Gesichtschirurgie übertragen werden, als die Anforderungen an Lappenstiel, Anastomose und Durchblutung des Transplantates dieselben sind (Kroll, Robb et al., 1998).

Ein weiteres nennenswertes Ergebnis dieser Untersuchung ist die Diskrepanz zwischen pathohistologisch erwiesener Knocheninfiltration und Resektionsausmaß in 18% der untersuchten Fälle.

Dieser Anteil ist beträchtlich. Es stellt sich die Frage, ob bei fast jedem Fünften Patienten im Sinne der Radikalität der Tumorsektion die Entfernung einer Knochenspanne unter Belassung beispielsweise des Basalrandes der Mandibula ausreichend gewesen wäre. Diese Entscheidung hat wesentliche Bedeutung für die postoperative orale Rehabilitation und die weitere soziale Integration des Patienten, beruflich wie privat.

Diese beachtliche Zahl wirft die Frage auf, ob ein moderateres Resektionsregime zu Gunsten der postoperativen Lebensqualität der Patienten vertretbar wäre, ohne Abstriche bei dem Anspruch nach radikaler Tumorentfernung machen zu müssen.

Dieser Problematik gehen Brown, Kalavrezos et al. in einer Untersuchung aus 2002 nach.

In einem Zeitraum von sieben Jahren (1992-1999) überprüften die Autoren die histologisch gegebene Knocheninfiltration von 120 Patienten, die Kasten- oder Segmentresektionen erhielten.

Im Ergebnis wurden von insgesamt 65 zehn Patienten kontinuiertsreseziert. Die Autoren konstatieren, dass in diesen Fällen retrospektiv auf eine Kontinuitätsresektion hätte verzichtet werden können. Eine Kastenresektion mit Erhalt des Basalbogens hätte nach Aussage von Brown et al. ein suffizientes chirurgisches Ergebnis erbracht und eine funktionstüchtige Mandibula erhalten. Mit 15,4% entspricht dieses Ergebnis in etwa unseren Zahlen.

Die Autoren empfehlen eine standardisierte Schnellschnittdiagnostik des Periostes zur intraoperativen Beurteilung der Tumorausdehnung und der Knocheninfiltration (Brown, Kalavrezos et al., 2002, Brown, Lowe et al., 2002).

Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch Rao und Das im Jahr 2004, die in einem vergleichbaren Studiendesign 51 Fälle untersuchten (Rao, Das et al. 2004).

Die präoperativ erhobenen computertomographischen Befunde konnten in allen Fällen eine Infiltration des Knochens vorhersagen, diese Ergebnisse waren jedoch in 12%, d.h. in 6 Fällen falsch positiv.

Das Resultat auch dieser Untersuchung ist zusammenfassend, dass die Invasion der Mandibula durch den Tumor präoperativ zuverlässig erkannt, aber grundsätzlich eher über- als unterschätzt wird.

Dies hat in einigen Fällen den Verlust des Unterkiefers zur Folge, der auch im Sinne der radikalen Tumorthherapie hätte umgangen werden können.

Die Autoren postulieren den standardmäßigen Einsatz von präoperativen CT Untersuchungen und Knochenscans, um unnötige Kontinuitätsresektionen zu vermeiden.

Auch in der bereits erwähnten Untersuchung von Bahadur findet sich in 44 Unterkieferresektaten nur in 25% eine Invasion durch das Plattenepithelkarzinom; zu vergleichbaren Ergebnissen kommen die Arbeiten Gilbert et al. aus dem Jahr 1986 mit 22% und Slaughter et al. (1949) mit 29% (Gilbert et al., 1986, Slaughter et al., 1949).

Bahadur kommt zu dem Schluss, dass in Fällen in denen eine Tumordinvasion klinisch nicht sicher nachzuweisen ist und die Computertomographie keinen Hinweis auf Infiltration gibt, eine Kastenresektion ausreichend radikal sein kann (Bahadur, 1990).

Abschließend soll eine aktuelle Entwicklung zur weiteren Optimierung der Rekonstruktion der Mandibula Erwähnung finden.

Neuere Untersuchungen postulieren die Etablierung von weniger traumatischen Rekonstruktionsmethoden. Bei mikrovaskulären Transplantaten werden Empfänger- und Spenderstelle mechanisch stark beansprucht und das Resultat des Primäreingriffes ist nicht immer optimal, so dass weitere Operationen folgen.

Ein neues chirurgisches Konzept sieht den Einsatz von Cytokinen und mesenchymalen Stammzellen vor (Würzler, Heisterkamp et al., 2004).

Bone morphogenetic proteins (BMPs) sind osteoinduktive Aminosäuren und Polypeptide, die mesenchymale Stammzellen zu Osteoblasten transformieren und diese zur Knochenbildung stimulieren. Heute sind etwa 30 verschiedene BMPs bekannt, die alle der TGF- $\beta$ -Superfamilie der Wachstumsfaktoren angehören (Würzler, Emmert et al., 2004, Hofbauer, Heufelder et al., 1996).

Herford, Boyne et al. haben 14 Patienten mit ausgedehnten Unterkieferdefekten ausschließlich mit rekombinantem humanen bone morphogenetic protein 2 (rhBMP-2) auf kollagenem Trägermaterial versorgt. Einzige chirurgische Modifikation war die Belassung eines Periostschlauches, sofern keine Tumordinfiltration vorlag. In diesen Schlauch wurden je nach Defektgröße unterschiedliche Konzentrationen von rhBMP-2 eingebracht und die Mandibula mit einer Rekonstruktionsplatte stabilisiert.

Die Autoren berichten über exzellente knöcherne Regeneration; bei allen so versorgten Patienten konnte nach drei Monaten neu gebildeter Knochen palpiert und nach 6 Monaten radiologisch nachgewiesen werden (Herford, Boyne et al., 2008).

Vielversprechende Therapieoptionen zeigt auch die Arbeit von Würzler, Heisterkamp et al. auf. An Göttinger Minischweinen wurde ein artifizieller Unterkieferdefekt mit einer stabilen Kollagenmatrix ersetzt, die rhBMP-2 enthielt.

Ein zweiter Ansatz sah zunächst die Implantation der BMPhaltigen Matrix in den M. latissimus dorsi vor. Dort sollte lokal die Bildung von neuem Knochen stimuliert

werden und dieser anschließend zur Unterkieferrekonstruktion nach acht Wochen herangezogen werden.

Die Rekonstruktionsergebnisse und die knöchernen Konsolidierung wurden radiologisch und kontrolliert.

Alle Versuchstiere zeigten bei direkter Rekonstruktion des Unterkiefers mit einem osteoinduktiven, rhBMP-2 haltigen Implantat röntgenologisch bereits nach acht Wochen eine komplette knöchernen Konsolidierung des Unterkieferkontinuitätsdefekts. Der knöchernen Kallus imponiert als biomechanisch hochwertiger, sich funktional anpassender Knochen. Es zeigte sich hier sogar eine tendenziell eher überschießende Knochenbildung.

Im Gegensatz dazu war der im M. latissimus dorsi gebildete Knochen unstrukturiert und porös; die Vaskularisierung ist insuffizient. Nach Transplantation in den Unterkieferdefekt starb dieser Knochen fast vollständig ab und zerfiel nekrotisch (Würzler, Heisterkamp et al., 2004).

Vergleichbare Resultate erzielten auch Terheyden et al. in einer Arbeit von 1999. Sie verwendeten bei der Rekonstruktion eines segmentalen Unterkieferdefekts im Minischwein eine Materialkombination aus BioOss® und humanem osteogenic protein-1 (hOP-1). Sie beobachteten bei direkter Applikation eine überschießende oder defiziente Knochenbildung.

Signifikant bessere Ergebnisse erzielten sie nach Transplantation mikrovaskulär reanastomosierter, intramuskulär präfabrizierter Knochentransplantate. Die Defekte werden durch osteointegrativen Einbau des Transplantats überbrückt (Terheyden et al., 1999).

Fasst man diese beiden innovativen Untersuchungen zusammen, lässt sich daraus schlussfolgern, dass bei freier Transplantation präformierten, intramuskulär neugebildeten Knochens ab einer bestimmten Größe des autologen Transplantats eine ausreichende Revaskularisation nicht mehr gewährleistet zu sein scheint.

Abschließend soll jedoch die Arbeit von Warnke, Wiltfang et al. aus dem Jahr 2006 Erwähnung finden, die an einem 56-jährigen Patienten erfolgreich ein in dessen Rückenmuskulatur gebildetes Mandibulatransplantat verpflanzten.

Als formgebendes Gerüst diente ein Titannetz, das osteoinduktive Reagenz war in diesem Fall rekombinantes humanes osteogenic protein-7 (rhBMP-7) in Kombination mit mesenchymalen Stammzellen.

Die Autoren etablieren den Begriff „Bioreaktor“, um den Effekt zu beschreiben, dass der Körper des Patienten sein eigenes Ersatzteil schafft.

Nach sieben Wochen wurde das Knochensegment mikrochirurgisch in die Mandibula eingebracht und verblieb dort in voller Funktion für 15 Monate; der Patient verstarb an Herzversagen (Warnke, Wiltfang et al., 2006).

Dieses Ergebnis illustriert eindrucksvoll das Potential der BMPs in Zusammenhang mit tissue engineering als Fortschritt in der mikrochirurgischen Rekonstruktion von Unterkieferdefekten, gerade auch für Patienten, bei denen wegen diverser Kontraindikationen initial kein autologes Transplantat zur Verfügung steht.

In der nahen Zukunft wird die Verwendung von BMPs supportiv oder auch als echte Therapiealternative in der Versorgung von Mandibuladefekten Verwendung finden.



**5 Zusammenfassung**

Im Zeitraum von 1998 bis 2008 wurden in der Klinik und Poliklinik für Mund- Kiefer und Plastische Gesichtschirurgie in Würzburg 124 Patienten einer Kontinuitätsresektion des Unterkiefer unterzogen und mit verschiedenen autologen ossären Transplantaten rekonstruiert.

103 der 124 Patienten leiden an Plattenepithelkarzinomen der Mundhöhle, 8 an Osteomyelitiden, den restlichen Patienten musste wegen Traumata, Fehlbildungen oder sonstigen Gründen ein Teil des Unterkiefers entfernt werden.

Die Komplikationsraten betragen für Wundheilungsstörungen im Sinne von Lokalinfektionen 69%, Pseudarthrosen 25%, Anastomoseninsuffizienz 5% und Lappenexplantation 16%.

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass eine präoperativ durchgeführte neoadjuvante Bestrahlung mit 40 Gray keine negativen Konsequenzen für den Rekonstruktionserfolg mit einem mikrovaskulär anastomosierten Transplantat hat. Diese Erkenntnis hat sicher auch Bedeutung für die Bewertung alternativer Therapiekonzepte, wie die postoperative Radiochemotherapie.

In 18% der untersuchten Fälle ergab die postoperative histopathologische Untersuchung keine knöcherne Invasion des diagnostizierten Tumors. Im Hinblick auf die Option einem Teil der Patienten eine schwere und entstellende Operation zu ersparen, wird in Zukunft ein spezielles Augenmerk auf die präzise präoperative Knochenbeurteilung zu richten sein.

In Zusammenschau mit analogen Arbeiten in der Literatur, fügen sich die Resultate der Klinik und Poliklinik für Mund- Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie weitestgehend ein.

Für die nahe Zukunft stehen interessante Entwicklungen auf diesem Gebiet an.

Die Etablierung von Perforatorlappen wird die Möglichkeiten der Rekonstruktion sicher um einige funktionell und ästhetisch vorteilhafte Varianten bereichern.

Auf molekularbiologischer Ebene kann der Einsatz von BMPs die bisherige chirurgische Standardtherapie unterstützen, womöglich - in einzelnen, ausgewählten Fällen - sogar ersetzen.

---

**6 Abkürzungsverzeichnis**

In alphabetischer Reihenfolge:

A.	Arteria
Aa.	Arteriae
Abb	Abbildung
BMP	bone morphogenetic protein
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
CT	Computertomographie
d.h.	das heißt
Fa.	Firma
Gl.	Glandula
gr	Gramm
hOP-1	humanes osteogenic protein - 1
M.	Musculus
Mm.	Musculi
m	männlich
mg	Milligramm
ml	Milliliter
MRT	Magnetresonanztomographie
N.	Nervus
Nn.	Nervi
PE Ca	Plattenepithelcarzinom
rhBMP-2	rekombinantes humanes bone morphogenetic protein 2
s.	siehe
Tab	Tabelle
US	Ultraschall

V.	Vena
Vv.	Venae
vgl.	vergleiche
w	weiblich
WHO	Weltgesundheitsorganisation (World Health Organisation)
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

---

**7 Literaturverzeichnis**

- Alam DS, Nuara M, Christian J. Analysis of outcomes of vascularized flap reconstruction in patients with advanced mandibular osteoradionecrosis Otolaryngol Head Neck Surg. 2009; 141(2):196-201.
- Bahadur S. Mandibular involvement in oral cancer. J Laryngol Otol. 1990; 104(12):968-71.
- Bardenheuer P: Über Unterkiefer- und Oberkiefer-Resektion. Langenbecks Arch Klin Chir. 1892; 44:604
- Bell, W. H. Modern practice in orthognathic and reconstructive surgery Band 2 Saunders, Philadelphia, 1992; 839.
- Bergeron L, Tang M, Morris SF. The anatomical basis of the deep circumflex iliac artery perforator flap with iliac crest. Plast Reconstr Surg. 2007; 120(1):252-8.
- Bién S. The history of radical dissection of cervical lymph nodes--in centenary of George Crile publication Otolaryngol Pol. 2006; 60(1):5-8.
- Bier, A.; Braun, H.; Kümmell, H. Chirurgische Operationslehre Band II; Operationen an Kopf und Wirbelsäule 7. Auflage Johann Ambrosius Barth Verlag; Leipzig 1954; 500 – 501.
- Bier, J., H. P. Howaldt, et al. "[4th German-Austrian-Swiss Study Group therapy study. Prospective, randomized, clinical study of squamous cell cancer of the mouth: "Radical neck dissection versus conservative neckdissection"]." Fortschr Kiefer Gesichtschir. 1992; 37:108-10.

- Bier J, Schlums D, Metelmann H, Howaldt HP, Pitz H. A comparison of radical and conservative neck dissection. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1993; 22(2):102-7.
- Bootz F, Preyer S. [Microvascular tissue transplantation in plastic reconstruction of the external head-neck area] *Laryngorhinootologie.* 1994; 73(10):538-42.
- Boyne PJ. Loma Linda University Medical Center, California. A comparison of vascularized and nonvascularized bone grafts for reconstruction of mandibular continuity defects. Discussion. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997; 55(11):1206
- Breusch S. und Kühn K.-D.. Implantatwerkstoffe, Knochenzemente auf Basis von Polymethylmethacrylat *Orthopäde* 2003 (32): 41–5.
- Brown JS, Kalavrezos N, D'Souza J, Lowe D, Magennis P, Woolgar JA. Factors that influence the method of mandibular resection in the management of oral squamous cell carcinoma. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2002; 40(4):275-84.
- Brown JS, Lowe D, Kalavrezos N, D'Souza J, Magennis P, Woolgar J. Patterns of invasion and routes of tumor entry into the mandible by oral squamous cell carcinoma. *Head Neck.* 2002; 24(4):370-83.
- Buttaro MA, Pusso R, Piccaluga F. Vancomycin-supplemented impacted bone allografts in infected hip arthroplasty. Two-stage revision results. *J Bone Joint Surg Br.* 2005; 87(3):314-9.
- Byers RM. Factors affecting choice of initial therapy in oral cancer. *Semin Surg Oncol.* 1995; 11(3):183-9.
- Cohen M, Schultz RC. Mandibular reconstruction. *Clin Plast Surg.* 1985; 12(3):411-22.
- Coleman JJ 3rd, Wooden WA. Mandibular reconstruction with composite microvascular tissue transfer. *Am J Surg* 1990; 160:390–395.
- Cordeiro PG, Disa JJ, Hidalgo DA, Hu QY. Reconstruction of the mandible with osseous free flaps: a 10-year experience with 150 consecutive patients. *Plast Reconstr Surg.* 1999; 104(5):1314-20.
- Crile G. Excision of cancer of the head and neck, with special reference to the plan of dissection based on 132 patients. *JAMA* 1906; 47:1780-1784.

- Curi MM, Oliveira dos Santos M, Feher O, Faria JC, Rodrigues ML, Kowalski LP. Management of extensive osteoradionecrosis of the mandible with radical resection and immediate microvascular reconstruction. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007; 65(3):434-8
- David DJ, Tan E, Katsaros J, Sheen R. Mandibular reconstruction with vascularized iliac crest: a 10-year experience. *Plast Reconstr Surg.* 1988; 82(5):792-803.
- Deschler DG, Hayden RE. The optimum method for reconstruction of complex lateral oromandibular-cutaneous defects. *Head Neck.* 2000; 22(7):674-9.
- Deepak Kademani, DMD, MD,\* R. Bryan Bell, DDS, MD,† Oral and Maxillofacial Surgeons Treating Oral Cancer: A Preliminary Report From the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons Task Force on Oral Cancer *J Oral Maxillofac Surg.* 2008; 66:2151-2157
- Deutsch M, Kroll SS, Ainsle N, Wang B. Influence of radiation on late complications in patients with free fibular flaps for mandibular reconstruction. *Ann Plast Surg.* 1999; 42(6):662-4.
- Disa JJ, Cordeiro PG *Semin Surg Oncol.* 2000 Oct-Nov;19(3):226-34 Mandible reconstruction with microvascular surgery *Semin. Surg. Oncol.* 2000; 19:226-234
- Ferlito A, Robbins KT, Silver CE, Hasegawa Y, Rinaldo A. Classification of neck dissections: an evolving system. *Auris Nasus Larynx.* 2009; 36(2):127-34.
- Flemming AF, Brough MD, Evans ND, Grant HR, Harris M, James DR, Lawlor M, Laws IM. Mandibular reconstruction using vascularised fibula. *Br J Plast Surg.* 1990; 43(4):403-9.
- Frick A, Baumeister RG, Wiebecke B. Vascular ultrastructure of the scapular flap *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 1987; 19(6):336-8.
- Fritz A., Percy C., Jack A., K. Shanmugaratnam, L. Sobin, D. M. Parkin, S. Whelan (Hrsg.): *International Classification of Diseases for Oncology.* 3. Auflage. WHO, Genf 2000
- Fröhlich M, Bernstein P, Metelmann HR, Möhner M. [The epidemiology of lip and mouth malignancies] *Fortschr Kiefer Gesichtschir.* 1992; 37:1-3.
- Ganzer H. Knochenplastik bei Kieferschussverletzungen. *Dtsch Mschr Zahnheilk* 1917; 35:354-356

- Gilbert, S., Tzadik, A., Lenod, G., Farmington, C. F. Mandibular involvement by oral squamous cell carcinoma. *Laryngoscope*. 1986; 96:96-101
- Guelinckx PJ, Boeckx WD, Fossion E, Gruwez JA. Scanning electron microscopy of irradiated recipient blood vessels in head and neck free flaps. *Plast Reconstr Surg*. 1984;74(2):217-26.
- Hauptmeyer F: Über Schienenverbände und Prothese bei Kieferresektionen. In: Partsch C (Hrsg.): Die chirurgischen Erkrankungen der Mundhöhle, der Zähne und Kiefer. Handbuch der Zahnheilkunde, Bd I, Bergmann, Wiesbaden, 1917; 348-387
- Hausamen JE. [Tumor surgery] *Mund Kiefer Gesichtschir*. 2000; 4(1):142-54.
- Hausamen, J. E., A. Eckardt, et al. "[Development, current status and perspectives of tumor therapy in oromandibulofacial surgery--a determination of the current status]." *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 1994; 39:5-12.
- Heller, E. Beitrag zur Methodik der Unterkieferresektionen. *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie*, 1905; 92:263-279
- Herford AS, Boyne PJ. Reconstruction of mandibular continuity defects with bone morphogenetic protein-2 (rhBMP-2). *J Oral Maxillofac Surg*. 2008; 66(4):616-24.
- Hidalgo, D. A. Fibula free flap: A new method of mandible reconstruction. *Plast Reconstr Surg*. 1989; 84: 71
- Hidalgo, D. A., Rekow, A. A review of 60 consecutive fibula free flap mandible reconstructions. *Plast Reconstr Surg*. 1995; 96: 585
- Hirsch DL, Bell RB, Dierks EJ, Potter JK, Potter BE. Analysis of microvascular free flaps for reconstruction of advanced mandibular osteoradionecrosis: a retrospective cohort study. *J Oral Maxillofac Surg*. 2008; 66(12):2545-56.
- Hölzle F Rekonstruktive Chirurgie im Gesichts-, Kopf- und Halsbereich *Deutsches Ärzteblatt* 2008 DOI: 10.3238/arztebl.2008.0815 *Dtsch Arztebl* 2008;105(47): 815–22
- Hofbauer, L.C., Heufelder, A. Updating the metalloprotease nomenclature: bone morphogenetic protein 1 identified as procollagen C proteinase. *Europ J Endocrin*. 1996; 135: 35-36.

- Honings J, Gaissert HA, Ruangchira-Urai R, Wain JC, Wright CD, Mathisen DJ, Mark EJ. Pathologic characteristics of resected squamous cell carcinoma of the trachea: prognostic factors based on an analysis of 59 cases. *Virchows Arch.* 2009; 455(5):423-9.
- Jacobson HJ, Suarez EL. Microsurgery in anastomosis of small vessels. *Surg Forum* 1960; 11:242.
- Jainkittivong A, Swasdison S, Thangpisitoyin M, Langlais RP. Oral squamous cell carcinoma: a clinicopathological study of 342 Thai cases. *J Contemp Dent Pract.* 2009; 10(5):E033-40.
- Jemal A, Siegel R, Ward E, Hao Y, Xu J, Thun MJ. Cancer statistics, 2009. *CA Cancer J Clin.* 2009; 59(4):225-49.
- Jewer DD, Boyd JB, Manktelow RT, Zuker RM, Rosen IB, Gullane PJ, Rotstein LE, Freeman JE. Orofacial and mandibular reconstruction with the iliac crest free flap: a review of 60 cases and a new method of classification. *Plast Reconstr Surg.* 1989; 84(3):391-403; discussion 404-5.
- Kademani D, Bell RB, Schmidt BL. Oral and maxillofacial surgeons treating oral cancer: a preliminary report from the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons Task Force on Oral Cancer. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008; 66(10):2151-7.
- Kasdan ML, Kleinert HE. Vascular injuries of the upper extremity. *J Ky Med Assoc.* 1966; 64(4):317-21.
- Krabbel, Bernhard Bardenheuer. *Münchener Medizinische Wochenschrift* 1913; 60: 2121-2123.
- Kroll SS, Robb GL, Reece GP, Miller MJ, Evans GR, Baldwin BJ, Wang B, Schusterman MA. Does prior irradiation increase the risk of total or partial free-flap loss? *J Reconstr Microsurg.* 1998; 14(4):263-8.
- Kroll SS, Schusterman MA, Reece GP. Costs and complications in mandibular reconstruction. *Ann Plast Surg.* 1992; 29(4):341-7.
- Kübler, A., C. Ziegler C, Barth T. Squamous epithelial carcinoma in a 27-year-old patient with cellular immune defect. *Mund Kiefer Gesichtschir.* 1998; 2(2): 58-61.
- Lee J. Complication related to bisphosphonate therapy: osteonecrosis of the jaw. *J Infus Nurs.* 2009; 32(6):330-5.



- Lexer E. Die Verwendung der freien Knochenplastik. *Verh Dtsch Ges Chir.* 1908; 11: 188-203.
- Lyberg T, Olstad OA. The vascularized fibular flap for mandibular reconstruction. *J Craniomaxillofac Surg.* 1991; 19(3):113-8.
- McGregor IA, Jackson IT. The Groin Flap. *Br J Plast Surg.* 1972; 25:3-16.
- Michel C, Reuther J, Meier J, Eckstein T [Differential indications of microsurgical and free autologous bone transplants for reconstruction of the mandible] *Fortschr Kiefer Gesichtschir.* 1994; 39:96-100.
- Miller MJ, Schusterman MA, Reece GP, Kroll SS. Microvascular craniofacial reconstruction in cancer patients. *Ann Surg Oncol.* 1995; 2(2):145-50.
- Mischkowski RA, Selbach I, Neugebauer J, Koebeke J, Zöller JE. Lateral femoral cutaneous nerve and iliac crest bone grafts--anatomical and clinical considerations. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2006; 35(4):366-72.
- Moro A, Cannas R, Boniello R, Gasparini G, Pelo S. J Techniques on modeling the vascularized free fibula flap in mandibular reconstruction. *Craniofac Surg.* 2009; 20(5):1571-3.
- Obwegeser HL. Simultaneous resection and reconstruction of parts of the mandible via the intraoral route in patients without gross infections. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1966; 21:693–705.
- Ollier L. De l'ostéogénèse chirurgicale. *Ver. X. internat. med. Kongress, Berlin* 1891; 2-31.
- Otte U. Das mikrovaskuläre Skapulatransplantat in der mund-kiefer-gesichtschirurgischen Defektversorgung Eine retrospektive Untersuchung 1989 – 2001 Dissertation 2002, Universität Würzburg
- Pandey M, Rao LP, Das SR, Mathews A, Chacko EM, Naik BR. Patterns of mandibular invasion in oral squamous cell carcinoma of the mandibular region. *World J Surg Oncol.* 2007; 30: 5-12.
- Phillips CM. Primary and secondary reconstruction of the mandible after ablative surgery. *Am J Surg* 1967;114:601–604.
- Pogrel MA, Podlesh S, Anthony JP, Alexander J. A comparison of vascularized and nonvascularized bone grafts for reconstruction of mandibular continuity defects. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997; 55(11):1200-6.

- Rao LP, Das SR, Mathews A, Naik BR, Chacko E, Pandey M. Mandibular invasion in oral squamous cell carcinoma: investigation by clinical examination and orthopantomogram. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2004; 33(5):454-7.
- Reus WF 3rd, Colen LB, Straker DJ. Tobacco smoking and complications in elective microsurgery. *Plast Reconstr Surg.* 1992; 89(3):490-4.
- Reuther J, Hausamen JE. [Reimplantation of upper and lower lips and of the chin area using microsurgical blood vessel anastomosis] *Fortschr Kiefer Gesichtschir.* 1978;23:16-9.
- Riediger D. Restoration of masticatory function by microsurgically revascularized iliac crest bone grafts using enosseous implants. *Plast Reconstr Surg.* 1988; 81(6):861-77.
- Rinaldo A, Ferlito A, Silver CE. Early history of neck dissection. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2008; 265(12):1535-8.
- Robbins KT, Medina JE, Wolfe GT, Levine PA, Sessions RB, Pruet CW. Standardizing neck dissection terminology. Official report of the Academy's Committee for Head and Neck Surgery and Oncology. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1991; 117(6):601-5.
- Rogers MJ, Gordon S, Benford HL, Coxon FP, Luckman SP, Monkkonen J, Frith JC. Cellular and molecular mechanisms of action of bisphosphonates; *American Cancer Society* 2000; 88(12): 2961-2978
- Safak T, Klebuc MJ, Mavili E, Shenaq SM. A new design of the iliac crest microsurgical free flap without including the "obligatory" muscle cuff. *Plast Reconstr Surg.* 1997;100(7):1703-9
- Saijo M. The vascular territories of the dorsal trunk: A reappraisal for potential flap donorsites. *Br J Plast Surg.* 1978; 31:2000 -2004.
- Schilli, W.: Knocheninfektionen. In: Schwenzer, N., Grimm, G. (Hrsg.): *Allgemeine Chirurgie, Entzündungen, Mundschleimhautrekrankungen, Röntgenologie.* Thieme, Stuttgart / New York 1988; 231-252.
- Schimming, R., Sümmerer, H., Schmelzeisen, R.: Osteomyelitis. In: Hausamen, J.-E., Becker, J., Neukam, F.W., Reichart, P.A., Schliephake, H., Schmelzeisen, R. (Hrsg.): *Curriculum Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Chirurgie Band III. Quintessenz,* Berlin 2003; 183-197.

- Schlums D, Zlowodzki J, Bier J.[Radical neck dissection versus conservative neck dissection. A statistical evaluation of literature data]Fortschr Kiefer Gesichtschir. 1992; 37:104-8.
- Schrag C, Chang YM, Tsai CY, Wei FC.Complete rehabilitation of the mandible following segmental resection.J Surg Oncol. 2006 ; 94(6):538-45.
- Schwenzer N. und Ehrenfeld M., Zahn-Mund-Kieferheilkunde, 2000  
Tumoren im Mund-Kiefer-Gesichts-Bereich.  
In: Schwenzer N., Ehrenfeld M. (Hrsg.): Spezielle Chirurgie, Band 2.  
Thieme, Stuttgart New York 2002; 108-110.
- Shpitzer T, Neligan PC, Gullane PJ, Boyd BJ, Gur E, Rotstein LE, Brown DH, Irish JC, Freeman JE.The free iliac crest and fibula flaps in vascularized oromandibular reconstruction: comparison and long-term evaluation.Head Neck. 1999; 21(7):639-47.
- Silverberg B, Banis JC, Acland R: Mandibular reconstruction with microvascular bone transfer. Am J Surg 1985; 150: 440.
- Slaughter, E. D., Roeser, E. H., Smejkal Excision of mandible for neoplastic disease. Surgery 1949, 26: 507-522.
- Smith J, Blackwell K Mandibular reconstruction, plating Facial Plastic and Reconstructive Surgery, Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 2009; verfügbar bei <http://www.emedicine.com/ent/TOPIC743.HTM>.
- Snyder CC, Bateman JM, Davis CW, Warden GD: Mandibulo-facial restoration with live osteocutaneous flaps. Plast Reconstr Surg. 1970; 45:14–19.
- Swartz WM, Banis JC, Newton ED, Ramasastry SS, Jones NF, Acland R.The osteocutaneous scapular flap for mandibular and maxillary reconstructionPlast Reconstr Surg. 1986; 77(4):530-45.
- Sykoff V:Zur Frage der Knochenplastik am Unterkiefer.Zentralbib Chir. 1900; 27:881.
- Takushima A, Harii K, Asato H, Nakatsuka T, Kimata Y.Mandibular reconstruction using microvascular free flaps: a statistical analysis of 178 cases. Plast Reconstr Surg. 2001; 108(6):1555-63.
- Taylor GI.The current status of free vascularized bone grafts.Clin Plast Surg.1983; 10(1):185-209.

- Taylor GJ, Daniel EK: The anatomy of several free flap donor sites. *Plast Reconstr Surg* 1975; 56:243.
- Taylor GI, Daniel RK. Aesthetic aspects of microsurgery: composite tissue transfer to the face. *Clin Plast Surg*. 1981; 8(2):333-48.
- Taylor GI, Townsend P, Cortlett R. Superiority of the deep circumflex iliac vessels as the supply for free groin flap – clinical work. *Plast Reconstr Surg*. 1979; 64: 595.
- Teot L, Giovannini UM, Colonna MR. Use of free scapular crest flap in pediatric epiphyseal reconstructive procedures *Clin Orthop Relat Res*. 1999; 365: 211-20.
- Terheyden, H., Jepsen, S., Rueger, D.R. Mandibular reconstruction in miniature pigs with prefabricated vascularized bone grafts using recombinant human osteogenic protein-1: a preliminary study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1999; 28: 461-463.
- Thumbigere-Math V, Sabino MC, Gopalakrishnan R, Huckabay S, Dudek AZ, Basu S, Hughes PJ, Michalowicz BS, Leach JW, Swenson KK, Swift JQ, Adkinson C, Basi DL. Bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaw: clinical features, risk factors, management, and treatment outcomes of 26 patients. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009; 67(9):1904-13.
- Ueba Y, Fujikawa S. Nine years follow-up of a free vascularized fibular graft in neurofibromatosis - a case report and literature review. *Jap J of Orthop and Traumat Surg*. 1983; 26: 595 - 600.
- Urken ML, Weinberg H, Buchbinder D et al. Microvascular free flaps in head and neck reconstruction. Report of 200 cases and review of complications. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1994; 120: 633-40.
- Valentini V, Gennaro P, Torroni A, Longo G, Aboh IV, Cassoni A, Battisti A, Anelli A. Scapula free flap for complex maxillofacial reconstruction. *J Craniofac Surg*. 2009; 20(4):1125-31.
- Vaughan ED, Brown JS. The management of the mandible in mouth cancer. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 1994; 32(6):345-6.
- Warnke PH, Springer IN, Acil Y, Julga G, Wiltfang J, Ludwig K, Russo PA, Sherry E, Sivananthan S, Hedderich J, Terheyden H. The mechanical integrity of in vivo engineered heterotopic bone. *Biomaterials*. 2006; 27(7):1081-7.

- Warnke PH, Wiltfang J, Springer I, Acil Y, Bolte H, Kosmahl M, Russo PA, Sherry E, Lützen U, Wolfart S, Terheyden H. Man as living bioreactor: fate of an exogenously prepared customized tissue-engineered mandible. *Biomaterials*. 2006; 27(17):3163-7.
- Weijers M, Snow GB, Bezemer PD, van der Waal I. Malignancy grading is no better than conventional histopathological grading in small squamous cell carcinoma of tongue and floor of mouth: retrospective study in 128 patients. *J Oral Pathol Med*. 2009; 38(4):343-7.
- Würzler KK, Emmert J, Eichelsbacher F, Kübler NR, Sebald W, Reuther JF. [Evaluation of the osteoinductive potential of genetically modified BMP-2 variants] *Mund Kiefer Gesichtschir*. 2004; 8(2):83-92.
- Würzler KK, Heisterkamp M, Böhm H, Kübler NR, Sebald W, Reuther JF. [Mandibular reconstruction with autologous bone and osseointegrative implant in the Göttingen minipig] *Mund Kiefer Gesichtschir*. 2004; 8(2):75-82.
- Yamamoto Y, Nohira K, Kuwahara H, Sekido M, Furukawa H, Sugihara T. Superiority of end-to-side anastomosis with the internal jugular vein: the experience of 80 cases in head and neck microsurgical reconstruction. *Br J Plast Surg*. 1999; 52(2):88-91.

## **Danksagung**

Ich danke meinem Doktorvater Prof. Dr. med. Dr. med. dent. A. Kübler herzlich für die Bereitstellung des Themas, OA Dr. med. Dr. med. dent. M. Kochel für die geduldige Betreuung dieser Arbeit, sowie Priv.-Doz. Dr. rer. nat. U. Gbureck für die engagierte Übernahme des Koreferats.