

Aus der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie und Plastische Operationen
(Prof. Dr. med. Dr. med. dent. J. Rustemeyer)
des Klinikums Bremen-Mitte

**Die totale Endoprothetik des
Kiefergelenks- eine klinisch-
retrospektive Untersuchung zur
Beurteilung der Rehabilitation von
Kaufunktion und Schmerzreduktion**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
für Zahnheilkunde
der Medizinischen Fakultät der
Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Dr. med. Birte Julia Siegmund

aus

Bremen

Göttingen 2019

Dekan: Prof. Dr. rer. nat. H.K. Kroemer

Betreuungsausschuss

Betreuer: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. J. Rustemeyer

Ko-Betreuer: Prof. Dr. med. dent. P. F. Meyer-Marcotty

Prüfungskommission

Referent: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. J. Rustemeyer

Ko-Referent/in: Prof. Dr. med. dent. P. F. Meyer-Marcotty

Drittreferent/in:

Datum der mündlichen Prüfung: 19.09.2019

Hiermit erkläre ich, die Dissertation mit dem Titel " Die totale Endoprothetik des Kiefergelenks- eine klinisch-retrospektive Untersuchung zur Beurteilung der Rehabilitation von Kaufunktion und Schmerzreduktion" eigenständig angefertigt und keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet zu haben.

Göttingen, den
.....
(Unterschrift)

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	I
Tabellenverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	III
1 Einleitung	5
1.1 Anatomie des Kiefergelenks.....	5
1.2 Pathologien des Kiefergelenks.....	6
1.2.1 Funktionelle Störungen des Kiefergelenks	7
1.2.1.1 Myofunktionelle Beschwerden.....	7
1.2.1.2 Kiefergelenksluxation	8
1.2.1.3 Diskusverlagerung.....	9
1.2.2 Erkrankungen und Fehlbildungen des Kiefergelenks	11
1.2.2.1 Degenerative Osteoarthrose.....	11
1.2.2.2 Arthritiden.....	12
1.2.2.3 Weitere Kiefergelenkserkrankungen und Fehlbildungen	13
1.3 Operative Therapien.....	14
1.3.1 Arthrozentese	15
1.3.2 Arthroskopische Lavage	16
1.3.3 Arthroplastik.....	16
1.3.4 Verriegelung und Eminektomie.....	17
1.3.5 Kondylotomie und Kondylektomie	17
1.4 Rekonstruktion des Kiefergelenks	18
1.5 Totaler Kiefergelenkersatz durch alloplastische Totalendoprothesen.....	19
1.6 Fragestellung.....	22
2 Material und Methoden	24
2.1 Patientenkollektiv.....	24
2.2 Verwendetes Prothesensystem	24
2.2.1 Die konfekionierte Prothese	25
2.2.2 Die individualisierte CAD/CAM-Prothese	27
2.3 Operatives Vorgehen	28
2.3.1 Präoperative Vorbereitungen	28
2.3.2 Die operative Technik.....	29
2.3.3 Postoperativer Verlauf und Nachbehandlung.....	32
2.4 Die Erhebung klinischer Daten.....	33

2.4.1	Zeitpunkte der Datenerhebung	33
2.4.2	Mundöffnung, Schneidekantendistanz	34
2.4.3	Schmerzangabe mithilfe der visuellen Analogskala	34
2.4.4	Subjektives Wohlbefinden	35
2.4.5	Kostform	35
2.4.6	Komplikationen	35
2.5	Statistische Auswertung	36
3	Ergebnisse	37
3.1	Stock- und CAD/CAM-Gruppe	37
3.2	Alter der Patienten	37
3.3	Behandlungsdauer bis zum Zeitpunkt der KG-TEP-Implantation	39
3.4	Grunderkrankung und Wilkes-Stadium	39
3.5	Messung der maximal erreichbaren Schneidekantendistanz	40
3.6	Auswertung der visuellen Analogskala	42
3.7	Angaben zur Kostform	43
3.8	Aufgetretene Komplikationen und Voroperationen	45
3.9	Subjektives Wohlbefinden und Patientenzufriedenheit	47
4	Diskussion	48
4.1	Verbesserung der Mundöffnung	49
4.2	Schmerzreduktion	51
4.3	Vergleich von alloplastischem und autologem Gelenkersatz	53
4.4	Auftreten von Komplikationen	54
4.5	Patientenalter und Dauer der Vorbehandlung	57
4.6	Grunderkrankungen und Beeinflussung des operativen Ergebnisses	59
4.7	Unterschiede zwischen konfektionierten und individualisierten Endoprothesen	59
5	Zusammenfassung	61
6	Literaturverzeichnis	63
7	Tabellenanhang	70
7.1	Angaben zum Wilkes-Stadium, Grunderkrankung, Alter und Geschlecht	70
7.2	Subjektives Wohlbefinden, Voroperationen, Komplikationen	71
7.3	Interinzisaler Abstand, Kostform, Schmerzangabe	72

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Computertomographie eines degenerativ veränderten Kiefergelenks.....	12
Abbildung 2: Kiefergelenksarthrose im OPT.....	13
Abbildung 3: Stufenschema zur Behandlung der Erkrankungen des Kiefergelenks.....	15
Abbildung 4: Linksseitige Arthrozentese	16
Abbildung 5: Kiefergelenk nach erfolgter Kondylektomie im OPT	18
Abbildung 6: Individualisierte CAD/CAM-Prothese	25
Abbildung 7: Kondylen-Komponente.....	26
Abbildung 8: Fossa-Komponente	26
Abbildung 9: CAD/CAM-Planung einer individualisierten Prothese	29
Abbildung 10: Kondylus im 3D-CT und entsprechendes Präparat nach OP.....	30
Abbildung 11: Fossa-Komponente im OP-Situs	31
Abbildung 12: Kondylen-Komponente im OP-Situs.....	31
Abbildung 13: Bildgebung nach TEP-Implantation mittels CT und OPT.....	32
Abbildung 14: Fotos zwei Monate postoperativ.....	34
Abbildung 15: Altersverteilung im Gesamtklientel.....	38
Abbildung 16: Altersverteilung in Gruppe 1 und Gruppe 2.....	38
Abbildung 17: Wilkes-Stadien in Gruppe 1 und Gruppe 2.....	40
Abbildung 18: Interinzisale Abstände.....	41
Abbildung 19: Schmerzangabe auf der visuellen Analogskala	43
Abbildung 20: Angabe zur Diät in Gruppe 1	44
Abbildung 21: Angabe zur Diät in Gruppe 2.....	44
Abbildung 22: Postoperative Komplikationen in Gruppe 1	46
Abbildung 23: Postoperative Komplikationen in Gruppe 2.....	46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gradeinteilung des Internal Derangements nach Peroz et al. 2009.....	10
Tabelle 2: Stadieneinteilung des Internal Derangements nach Wilkes 1989.....	10
Tabelle 3: Erfassung der Patientendaten I	70
Tabelle 4: Erfassung der Patientendaten II.....	71
Tabelle 5: Erfassung der Patientendaten III	72

Abkürzungsverzeichnis

A.	<i>Arteria</i>
AAOMS	<i>American Association of Oral an Maxillofacial Surgeons</i>
ASTMJS	<i>American Society of Temporomandibular Joint Surgeons</i>
CAD/CAM	<i>computer-assisted design/ computer-assisted manufacture</i>
CMD	craniomandibuläre Dysfunktion
CT	Computertomographie
d	Tag
DICOM	<i>digital imaging and communications in medicine</i>
3D	dreidimensional
h	Stunde(n)
ITN	Intubationsnarkose
i.v.	intravenös
KG	Kiefergelenk
kGy	Kilogray
M.	<i>Musculus</i>
mo	Monat(e)
MRT	Magnetresonanztomographie
N.	<i>Nervus</i>
NaCl	Natriumhydrochlorid
NSAID	<i>non-steroidal anti-inflammatory drugs</i>
OP	Operation
OPT	Orthopantomogramm
PMMA	Polymethylmetacrylat
postop.	postoperativ
SKD	Schneidekantendistanz
TEP	Totale Endoprothese
UHMWPE	<i>ultra high molecular weight polyethylene</i>
VAS	Visuelle Analogskala
V.	<i>Vena</i>
wo	Woche(n)

1 Einleitung

Der Einsatz von Gelenkendoprothesen im Bereich des Kiefergelenkes ist ein sowohl innovatives als auch invasives Verfahren im Bereich der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie zur Rekonstruktion des Gelenkapparates im Rahmen degenerativer Erkrankungen, nach Tumorerkrankungen oder bei Ankylosen (Gonzalez-Perez et al. 2016, Johnson et al. 2017). Dabei erfolgt im Rahmen eines operativen Eingriffes die ein- oder auch beidseitige Implantation von kombinierten alloplastischen Fossa- und Kondylen-Komponenten (Teschke und Reich 2015). Obwohl die Anzahl an operativen Eingriffen in diesem Zusammenhang in den letzten Jahren weltweit zugenommen hat, ist über die mittel- und langfristige Stabilität und Ergebnisqualität der Kiefergelenkendoprothetik zum momentanen Zeitpunkt wenig bekannt. Zur Indikationsstellung bestehen unterschiedliche Meinungen. Zur genaueren Beurteilung und Objektivierung bedarf es einer Untersuchung bereits vorliegender klinischer Fälle sowie der Begleitung entsprechender Patienten über einen längerfristigen Zeitraum.

1.1 Anatomie und Mechanik des Kiefergelenks

Das Kiefergelenk (lat. *Articulatio temporomandibularis*) ist ein Dreh-Gleit-Gelenk. Die Gelenkflächen bestehen aus der *Facies articularis fossae mandibularis* des Schläfenbeins und dem *Caput mandibulae* des *Processus condylaris*. Der sich in dem Gelenkspalt befindende *Discus articularis* besteht aus Faserknorpel, ebenso sind die Gelenkflächen mit Faserknorpel überzogen. Im Bereich der *Fossa mandibularis* geht dieser im dorsalen Anteil in Bindegewebe über, an dem der Diskus befestigt ist, sich dort bindegewebig aufspaltet und in die sogenannte bilaminäre Zone übergeht. Die weite, mit Falten ausgekleidete Gelenkkapsel und der Vorderrand des Gelenks fixieren den Diskus zusätzlich. Die ventrale Begrenzung des Kiefergelenks bildet das knöcherne *Tuberculum articulare*. Vier Bänder stabilisieren die Gelenkkapsel: das *Ligamentum laterale*, welches den *Arcus zygomaticus* mit dem *Collum mandibulae* verbindet und einen direkten Gelenkbezug besitzt, im Weiteren das *Ligamentum stylomandibulare*, das *Ligamentum sphenomandibulare* sowie die *Raphe pterygomandibularis* zwischen *Musculus (M.) buccinator* und *M. constrictor pharyngis superior*. Vier Muskeln bilden die angrenzende Kaumuskulatur (lat. *Musculi masticatorii*). Hierzu gehören der *M. temporalis*, der *M. masseter*, der *M. pterygoideus medialis* und der *M. pterygoideus lateralis*. Letzterer ist als einziger für die Mundöffnung zuständig. Er besitzt zwei Köpfe, das *Caput superius*, welches am Diskus ansetzt, sowie das im Bereich des *Caput mandibulae* ansetzende *Caput inferius*. Die bei der Mundöffnung ablaufende Bewegung innerhalb des Kiefergelenks beinhaltet eine anfängliche Drehbewegung des Gelenkköpfchens, die später in eine Gleitbewegung übergeht.

Translationsbewegungen wie Protrusion und Retrusion unter Zahnkontakt entstehen durch Vor- und Rückverlagerung des Discus articularis. Bei seitlichen Mahlbewegungen des Kiefers werden die Kiefergelenksköpfchen jeweils nach lateral beziehungsweise nach medioventral verlagert (Aumüller et al. 2007, Tillmann 2005).

Bewegungsabläufe, wie sie beim Sprechen, Beißen und Kauen ablaufen, bilden eine Kombination aus den genannten Bewegungsmustern. Sie bewirken eine ständige Beanspruchung des Kiefergelenks und setzen eine hohe Anpassungsfähigkeit voraus.

Die Versorgung des Kiefergelenks erfolgt durch die Abgänge der Arteria (A.) carotis externa. Hierzu zählen kleinere Abgänge aus der A. temporalis superficialis, vor allem aber die A. maxillaris, deren Abgänge wie die A. auricularis profunda zur Versorgung des Kiefergelenks beitragen. Der venöse Abfluss erfolgt durch gleichnamige Begleitvenen, welche in die Vena (V.) retromandibularis und den Plexus pterygoideus abfließen. Die Innervation des Kiefergelenks erfolgt über Abgänge des dritten Astes des Nervus (N.) trigeminus (N. V), aus dem N. mandibularis (N. V3). Die Mitbeteiligung der Innervation des Kiefergelenks erfolgt durch Verzweigungen aus dem N. auriculotemporalis und dem N. temporalis profundus (Aumüller et al. 2007, Samandari 1994).

1.2 Pathologien des Kiefergelenks

Beschwerdebilder im Bereich des Kiefergelenkes werden in der Praxis häufig mit dem Sammelbegriff „Craniomandibuläre Dysfunktion“ (CMD) zusammengefasst. Hierunter versteht man einen Beschwerdekomples, dessen Ursachen sowohl im Kiefergelenk selbst als auch in der umliegenden Region vorliegen können, beispielsweise im Bereich der Kaumuskulatur, der Halswirbelsäule oder im Bereich nervaler Strukturen des Kopf-Hals-Bereiches (Teschke und Reich 2015). Eine craniomandibuläre Dysfunktion kann vielerlei Ursachen haben. So unterschiedlich die Ursachen sind, so vielfältig sind die Therapiemöglichkeiten. Beschreibt die craniomandibuläre Dysfunktion lediglich einen Symptomkomplex, so sind die Krankheitsursachen durchaus unterschiedlich. Grundsätzlich kann hierbei unterschieden werden zwischen funktionellen Störungen des Kiefergelenkapparates und der umliegenden Kaumuskulatur sowie den Erkrankungen des Kiefergelenkes selbst (AAOMS 2017). Gehören die funktionellen Störungen zu den sekundären Erkrankungen des Kiefergelenks, so bilden die Kiefergelenkserkrankungen die primären Erkrankungen (Stelzenmüller und Wiesner 2010). Die primären, oder „echten“ Erkrankungen des Kiefergelenks sind in ihrer Entität von den funktionellen Störungen des Kiefergelenks und des Kiefergelenkapparates abzugrenzen. Eine Kombination aus beiden Krankheitskategorien ist in der Klinik allerdings durchaus möglich. Auf die unterschiedlichen Pathologien des Kiefergelenkes, sowohl im Bereich der primären als auch sekundären Erkrankungen, soll im Folgenden näher eingegangen werden.

1.2.1 Funktionelle Störungen des Kiefergelenkapparates

Zu den funktionellen Störungen zählen Beschwerden, die im Zusammenhang mit einer Hyperaktivität der Kaumuskulatur stehen. Hierzu gehören parafunktionelle Habits wie der nächtliche Bruxismus oder das Zusammenpressen der Zähne. Im Weiteren zählen hierzu ebenso funktionelle Störungen infolge systemischer Erkrankungen, welche die Muskulatur im weitesten Sinne beeinflussen können, beispielsweise Myositiden, Dyskinesien oder Fibromyalgien. Zu den Symptomen gehören meist beidseitige, diffuse Schmerzen im Bereich der Kaumuskulatur sowie Schmerzen im präaurikulären Bereich auf Höhe des Kiefergelenks selbst. Diese Schmerzen besitzen einen ausstrahlenden Charakter mit Beteiligung der Schläfe und der Stirn, des Halsbereichs, des retromandibulären und des temporalen sowie unter Umständen der retroorbitalen Region (Reich 2008).

1.2.1.1 Myofunktionelle Beschwerden

Die myofunktionellen Beschwerden können in Zusammenhang mit vermehrter Belastung auftreten, wie beispielsweise sowohl nach dem Essen oder morgens bei nächtlichem Bruxismus als auch zeitlich unabhängig davon. Im klinischen Befund zeigen sich Triggerpunkte im Bereich der Kaumuskulatur bei ein- oder beidseitigen Verspannungen mit mitunter tastbaren Myelogenosen. Diese Verspannungen ziehen ausstrahlend nach retromandibulär und in den Bereich der Halswirbelsäule. Die Patienten berichten gehäuft über ein- oder beidseitiges schmerzloses Knacken im Bereich des Kiefergelenkes als Hinweis auf eine Überdehnung des Bandapparates mit chronischer Verlagerung des Discus articularis mit Reposition. Als Hinweis auf einen Bruxismus bestehen im intraoralen Befund Schliff-Facetten im Bereich der Okklusalfächen oder Zahn-Infrakturen, zahnradartige Impressionen im Bereich der lateralen Zungenränder oder die sogenannte Interkalarlinie im Bereich des Planum buccale, auch Morsicatio buccarum genannt. Die Kaumuskulatur kann hypertroph erscheinen, die Motilität des Unterkiefers ist häufig eingeschränkt (Teschke und Reich 2015, Yap und Chua 2016).

Die Therapie der genannten myofunktionellen Beschwerden richtet sich nach der Symptomatik und beinhaltet neben der Schmerztherapie mit nichtsteroidalen Antiphlogistika (*non-steroidal anti-inflammatory drugs*, NSAID) eine manuelle Therapie und Physiotherapie des Kiefergelenkes zur Beschwerdereduktion und Verbesserung der Kiefergelenksfunktion. Aufbiss-Schienen bewirken in 80% der Fälle eine Reduktion der Beschwerden (Reich 2008). Hiermit werden okklusale Inkongruenzen ausgeglichen, die Muskulatur und das Kiefergelenk werden gleichmäßig belastet. Adjustierte Schienen beinhalten hierbei die Erstellung eines sogenannten Zentrikregistrates. Hierbei wird zusätzlich eine zentrische Kondylenposition erfasst und bei der Anfertigung der Schiene

berücksichtigt. Somit können Kieferrelationsanomalien zusätzlich ausgeglichen werden. Stabilisierende Schienen aus festem Material haben sich hierbei insbesondere für die Behandlung von Parafunktionen am ehesten als wirksam erwiesen und bewirken eine schnelle Beschwerdereduktion. Diese besteht allerdings nur für einen vorübergehenden Zeitraum, so dass eine regelmäßige Kontrolle mit Anpassung der Schiene oder deren Erneuerung in regelmäßigen Abständen erforderlich ist. Weitere Therapieansätze beinhalten eine psychologische Therapie und Entspannungstraining. Die lokale Applikation von Botulinumtoxin im Bereich der Kaumuskulatur hat sich ebenfalls als hilfreich erwiesen, vor allem für die Behandlung einer muskulären Hypertrophie (Nayyar et al. 2014). Eine systemische Medikation, beispielsweise durch die Gabe von Benzodiazepinen, zeigt ebenfalls einen signifikanten Beschwerderückgang. Allerdings ist dieser mit zum Teil erheblichen Nebenwirkungen verbunden. Die Beeinflussung der Schlafqualität und eine Vigilanzminderung ist bei der Verordnung abzuwägen (Yab und Chua 2016). Zudem besteht gerade bei der Einnahme von Benzodiazepinen ein erhebliches Abhängigkeitspotenzial. Eine langfristige Begleitung des Patienten sowie die individuelle Anpassung der Therapie an dessen Ansprüche sind ebenso wichtig wie die regelmäßige Erfassung und Dokumentation der Beschwerdesymptomatik, zum Beispiel in Form eines Schmerz-Tagebuches. Die Einschränkung des Patienten sowohl in seinem privaten oder beruflichen Alltag als auch die Wahrnehmung von Schmerzen kann hierbei unabhängig von dem vorliegenden klinischen und röntgenologischen Befund als sehr unterschiedlich wahrgenommen werden und bedarf einer individuellen Anpassung oder Ergänzung der bestehenden Therapie.

1.2.1.2 Kiefergelenksluxation

Unter einer Kiefergelenksluxation versteht man definitionsgemäß die vollständige Separation beider Gelenkflächen durch die Verlagerung des Kondylus über die Eminentia articularis hinaus (Undt und Rasse 1996). Eine Luxation kann ein- oder beidseitig auftreten und resultiert in einer Kiefersperre. Die Inzidenz einer solchen Luxation wird allein in Deutschland mit mindestens 25 pro 100 000 Einwohner geschätzt (Prechtel et al. 2018). Die manuelle Reposition gelingt in der Regel mit dem Handgriff nach Hippokrates (Hölzle und Kesting 2007).

Habituelle Kiefergelenksluxationen treten häufig bei Patienten höheren Alters und bei fortschreitendem Zahnverlust auf. Ebenso sind Patienten mit extrapyramidal motorischen Störungen häufig betroffen (Reich 2008). Dies gilt ebenso für Patienten mit syndromalen Erkrankungen, welche mit einer Bindegewebschwäche einhergehen, beispielsweise das Ehlers-Danlos-Syndrom oder das Marfan-Syndrom (De Coster et al. 2005). Die habituelle Kiefergelenksluxation stellt, unter Berücksichtigung des Allgemeinzustandes, eine Indikation für eine operative Therapie dar (siehe Kapitel 1.3).

1.2.1.3 Diskusverlagerung

Eine Verlagerung des Discus articularis ist ein sehr häufiges Beschwerdebild, welches mit anderen Beschwerden aus dem Bereich der CMD einhergeht oder aus diesen resultiert (Dias et al. 2016). Man unterscheidet hierbei zwischen der Verlagerung des Diskus mit und ohne Reposition. Bei der Diskusverlagerung mit Reposition besteht bis auf ein reziprokes Knacken bei Bewegungen des Kiefers keine weitere Beschwerdesymptomatik. Eine Diskusverlagerung ohne Reposition aufgrund einer chronischen Überdehnung der Aufhängung des Diskus führt dagegen zu einer plötzlichen Einschränkung der Mundöffnung, welches von der betroffenen Person im Gegensatz zum symptomlosen Knacken als schmerzhaft oder zumindest als unangenehm empfunden wird. In vielen Fällen geht eine Phase des symptomlosen, reziproken Knackens voraus. Die Patienten spüren im betroffenen Gelenk ein Schmerz- und Druckgefühl. Unter begleitender Physiotherapie und unter Umständen einer begleitenden Schienentherapie kommt es in der Regel innerhalb von Wochen bis Monaten zu einer Adaption des Gelenkes. Als Komplikationen können sowohl die hintere Aufhängung des Diskus als auch der Diskus selbst eine Perforation erleiden. Auch hier ist dann am ehesten eine Schienentherapie über mehrere Monate indiziert (Reich 2008). Bei anhaltenden Beschwerden ist unter Umständen eine operative Therapie anzustreben (siehe Kapitel 1.3). Peroz et al. unterteilten die Diskusverlagerung anhand der sich darstellenden Kiefergelenksmorphologie in der Magnetresonanztomographie (MRT) in sieben Gradeinteilungen (Peroz et al. 2009). Beschreibt Grad null die physiologische Diskusposition, so beinhaltet Grad sechs die vollständige Resorption des Diskus bei ausgeprägter knöcherner Destruktion beziehungsweise ausgeprägter Nekrose im Bereich der angrenzenden Gelenkflächen (Tab.1). Dabei wird auf die bereits von Wilkes 1989 vorgestellten Stadieneinteilungen des sogenannten „Internal Derangements“ Bezug genommen (Wilkes 1989). Hierbei handelt es sich um eine Einteilung in insgesamt fünf Stadien, die sich sowohl auf klinische als auch radiologische Veränderungen im Bereich des Diskus-Kondylus-Komplexes beziehen (Tab. 2). Die Wilkes-Stadien stellen hierbei eine etablierte Form der Klassifikation des Internal Derangements dar. Sie werden in der Klinik häufig zur Einteilung des Patientenkollektivs herangezogen. Im Bereich der Kiefergelenkschirurgie bildet die Wilkes-Klassifikation eine international anerkannte Nomenklatur (Riedel 2013).

Bleibende Störungen im Bereich des Kiefergelenkapparates sowie die daraus resultierende chronische Verlagerung des Diskus können zu einer bleibenden Affektion der im Kiefergelenk enthaltenen Strukturen führen. Sie können eine Erkrankung des Kiefergelenks zur Folge haben und stellen Risikofaktoren für die Entstehung einer entsprechenden Gelenkdegeneration dar (Dias et al. 2016).

Tabelle 1: Gradeinteilung des Internal Derangements nach Peroz et al. 2009

Grad	MRT-morphologische Veränderungen
Grad 0	physiologische Diskusposition.
Grad 1	Diskusverlagerung, partielle Reposition, keine Diskusdeformation.
Grad 2	Diskusverlagerung, partielle Reposition, geringe Deformation.
Grad 3	Diskusverlagerung ohne Reposition, mit oder ohne Deformation.
Grad 4	Diskusverlagerung ohne Reposition, mit Deformation, geringe Veränderungen im Bereich der Fossa und des Kondylus.
Grad 5	Diskusverlagerung ohne Reposition, mit oder ohne Diskusperforation, moderate Veränderungen im Bereich der Fossa und des Kondylus mit oder ohne Osteochondritis.
Grad 6	Resorption des Diskus, ausgeprägte knöcherne Destruktion und/ oder Sklerose und / oder Nekrose.

Tabelle 2: Stadieneinteilung des Internal Derangements nach Wilkes 1989.

Stadium	Klinik	MRT-morphologische Veränderungen
Stadium I, Frühphase	schmerzloses Knacken, uneingeschränkte Beweglichkeit.	leichte Diskusverlagerung, unveränderte knöcherne Strukturen.
Stadium II, früh-intermediäre Phase	gelegentlich schmerzhaftes Knacken und mechanisch bedingte Kieferklemme, Kopfschmerzen.	leichte Diskusverlagerung mit geringer Deformation, unveränderte knöcherne Strukturen.
Stadium III, intermediäre Phase	häufige Schmerzen, schmerzempfindliches Kiefergelenk, Motilitätsstörungen, Schmerzen beim Kauen.	moderate Diskusverlagerung und Deformation, unverändert erhaltene knöcherne Strukturen.
Stadium IV, intermediär-späte Phase	chronische Schmerzen und Kopfschmerzen, Motilitätsstörungen.	schwere Diskusverlagerung mit schwerer Deformität, abnormal veränderte knöcherne Strukturen.
Stadium V, Spätphase	variable Schmerzangabe, Gelenkreiben.	schwere Diskusverlagerung mit schwerer Deformität/ Diskusperforation, degenerativ veränderte knöcherne Strukturen.

1.2.2 Erkrankungen und Fehlbildungen des Kiefergelenks

Zu den eigentlichen Erkrankungen beziehungsweise den primären Erkrankungen des Kiefergelenkes gehören beispielsweise Traumata, Ankylosen, Tumorerkrankungen sowie angeborene und erworbene Deformitäten. Im Weiteren gehören hierzu Entzündungen aller Art oder das Vorliegen einer Osteoarthritis. Häufig ist, wie bereits erwähnt, auch die Kombination unterschiedlicher Beschwerdebilder. So kann eine langjährig bestehende muskuläre Hyperaktivität in einer chronischen Überdehnung des Bandapparates enden und zu einer chronischen Verlagerung des Kiefergelenkkopfes oder des Diskus führen. Dies hat wiederum degenerative Veränderungen im Bereich des Kiefergelenkes zur Folge sowie eine degenerative Osteoarthritis oder auch Arthritis deformans. Das Vorliegen einer Dysgnathie kann infolge jahrelanger Fehlbelastung und Zwangshaltung des Kiefergelenkes ebenfalls in einer degenerativen Erkrankung enden. Auf verschiedene Erkrankungen des Kiefergelenkes soll im Folgenden näher eingegangen werden.

1.2.2.1 Degenerative Osteoarthritis

Sowohl primär als auch sekundär, infolge einer jahrelangen Fehl- beziehungsweise Überbelastung, ist die Kiefergelenkarthritis eine häufige Erkrankung des Kiefergelenkes. Charakteristisch führt diese Erkrankung über den zeitlichen Verlauf zu einer meist einseitigen, möglicherweise aber auch beidseitigen Schwächung der knöchernen Strukturen sowie zum Verlust des Gelenkknorpels. Das Resultat sind vor allem Schmerzen bei Belastung sowie eine irreversibel eingeschränkte Gelenkfunktion, einhergehend mit einem Verlust an Lebensqualität. Kalladka et al. teilen die degenerative Osteoarthritis in drei progressive und in der Regel langsam verlaufende Phasen ein (Kalladka et al. 2014). Diese werden unterbrochen durch Phasen der Stabilisierung und Regeneration im Bereich des Kiefergelenkes. In der Frühphase der Erkrankung besteht demnach ein schmerzloses Knacken, einhergehend mit einer gelegentlichen Gelenkblockade. In der zweiten Phase, der „intermediären Phase“, kommt es infolge der zunehmenden Kiefergelenksdegeneration zu spontan auftretenden Schmerzen des Kiefergelenkes, einhergehend mit oder ohne Funktionseinschränkung und hörbarem Reibegeräusch über dem Gelenk. Verläuft die erste Phase häufig über Jahre, ist zweitgenannte Zwischenphase verhältnismäßig kurz und verläuft über einen Zeitraum von circa einem halben Jahr. In der Spätphase der Osteoarthritis besteht keine degenerative Aktivität mehr. Verläuft die Phase auch variabel schmerzfrei, so ist das Gelenk in seiner Funktion deutlich limitiert. Typische röntgenologische Befunde einer Arthritis des Kiefergelenkes sind eine Deformierung der Gelenkfläche, dieser erscheint häufig „rabenschnabelartig“. Im Weiteren bestehen eine subchondrale Sklerose oder eine Randzackenbildung mit Ausbildung von Osteophyten. Zu den typischen Befunden gehören im Weiteren sogenannte Geröllzysten. Diese stellen die

Folge der subchondralen Knochenschädigung dar (Pasler 2003). Häufig zeigt sich eine Auflösung der Röntgendichte des Kondylus (Reich und von Lindern 2007) (Abb. 1). In Zusammenhang mit den pathologischen Vorgängen und den entsprechenden Befunden sei auf die bereits im voraus gegangenen Kapitel Einteilung der Wilkes-Stadien des Internal Derangement verwiesen (Tab. 2).

Bezogen auf die Prognose sowie die Behandlung teilen Reich und von Lindern die Kiefergelenkarthrose in zwei verschiedene Verlaufstypen ein (Reich und von Lindern 2007). Typ I tritt im höheren Alter und meist spontan auf. Nach einem Zeitraum von etwa neun bis 16 Monaten lassen die Beschwerden unter konservativer Therapie häufig nach. Die Typ II-Arthrose kommt im Gegensatz dazu in jedem Lebensabschnitt vor. Traumata oder funktionelle Kiefergelenksbeschwerden bilden hier eine häufige Ursache. Die Beschwerden zeigen auch nach konservativer Therapie mit begleitender Physiotherapie keine Besserung (Reich und von Lindern 2007). Allein in Bezug auf die Therapie und eine mögliche kiefergelenkchirurgische Intervention ist die Typ II-Arthrose von der Typ I-Arthrose klar abzugrenzen.

1.2.2.2 Arthritiden

Sowohl die akute als auch die chronische Arthritis stellt eine weitere Entität der Kiefergelenkerkrankung dar. Die rheumatoide Arthritis des Kiefergelenks nimmt hierbei als Erkrankung des rheumatoiden Formenkreises eine gesonderte Stellung ein. Eine Synovialitis auf beiden Seiten der Gelenkflächen führt hierbei zu chronischen Veränderungen und einem sogenannten Pannus, einem entzündlichen Konglomerat aus fibrosiertem Granulationsgewebe (O'Connor 2017, Teschke und Reich 2015). Seltener werden infektiöse Arthritiden des Kiefergelenks beschrieben (Cai et al. 2010, Kamradt et al. 1998). Hierbei sind neben der Begleitarthritis bei oder nach viralen Infekten Staphylokokken- oder Streptokokken-Infektionen möglich (Reich und von Lindern 2007).

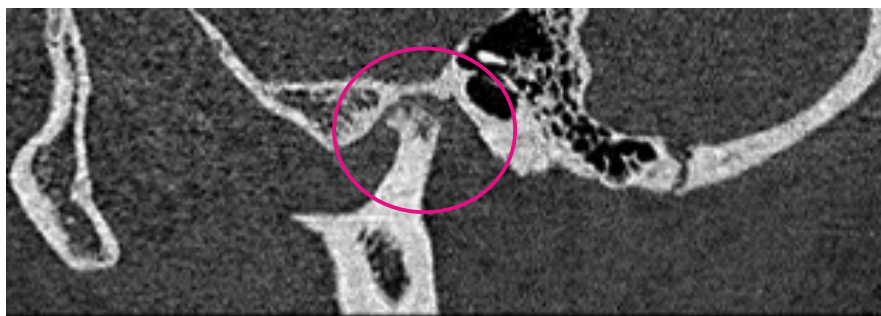


Abb. 1: Computertomographische Darstellung eines degenerativ veränderten Kiefergelenks (sagittale Schicht). Der Bereich des Kiefergelenks ist pink umrandet.

1.2.2.3 Weitere Kiefergelenkserkrankungen und Fehlbildungen

Zu den Kiefergelenkserkrankungen gehört im Weiteren die idiopathische Kondylusresorption. Die Ursache dieser Erkrankung ist unbekannt (Nicolielo et al. 2017). Eine Reihe von Risikofaktoren begünstigen allerdings das Auftreten der Resorption, beispielsweise das Vorliegen einer chronischen Polyarthrit. Die Kondylusresorption kann aber auch als Folge einer Umstellungsosteotomie im Bereich des Ober- und Unterkiefers auftreten, insbesondere bei großen Verlagerungsstrecken und bei intraoperativer Veränderung der zentralen Kondylenposition und der damit veränderten Belastung (Arnett et al. 1996, Azumi et al. 2004, Saka et al. 2004).

Das Auftreten einer synovialen Chondromatose im Bereich des Kiefergelenks ist eher selten und beinhaltet die kartilaginöse Metaplasie und Proliferation mesenchymaler Gewebereste im Bereich des synovialen Gewebes innerhalb des Gelenkspaltes (Khanna und Ramaswami 2017).

Tumorerkrankungen und angeborene oder erworbene Fehlbildungen des Kiefergelenks wie die Kondylushypo- oder Kondylushyperplasie stellen weitere Erkrankungsentitäten dar. In diesem Zusammenhang sind außerdem Traumata im Bereich des Kiefergelenkes und deren Folgen sowie die Ankylose und die Pseudoarthrose des Kiefergelenkes zu nennen (Reich 2008) (Abb. 2).



Abb. 2: Darstellung einer Kiefergelenksankylose rechts (pinke Umrandung) im OPT. Innerhalb des ankylosierten Gelenks befindet sich eine Pseudoarthrose (Pfeil). Diese lässt in der klinischen Untersuchung häufig eine minimale Beweglichkeit innerhalb des Gelenkes zu.

1.3 Operative Therapien

Besteht die Behandlung der funktionellen Kiefergelenksbeschwerden zu Beginn aus zunächst konservativen Maßnahmen, so beinhaltet das Therapiekonzept der primären Kiefergelenkserkrankungen häufig eine operative Therapie. Entsprechend der Erkrankung des Kiefergelenkes bieten sich unterschiedliche Verfahren zur Behandlung an. Hierbei kann sowohl eine Symptomlinderung im Vordergrund stehen als auch die vollständige Resektion des Kiefergelenkes, beispielsweise bei Vorliegen einer Tumorerkrankung. Die Indikation für eine Operation (OP) im Bereich des Kiefergelenkes sollte dabei streng gestellt werden. Neben der Gefahr der Gefäßverletzung besteht die Gefahr einer Nervschädigung. Insbesondere eine Verletzung des Nervus (N.) facialis (N. VII) ist aufgrund seiner engen topographischen Lagebeziehung zum Operationsgebiet eine häufige Komplikation. Hier kommt es insbesondere im Bereich der Rami frontales und der Rami zygomatici nervi facialis häufig zu Schädigungen. Auf ein ausreichendes intraoperatives Nerv-Monitoring sollte bei offenen Eingriffen am Kiefergelenk daher stets geachtet werden. Ebenso besteht die Gefahr der Schädigung weiterer Nerven, beispielsweise von Abgängen des N. trigeminus (siehe 1.1), des N. auriculotemporalis, des N. lingualis oder des N. alveolaris inferior. Eine Eröffnung der Kiefergelenkskapsel beinhaltet als Risiko stets auch die Gefahr einer Infektion, einer Kondylusnekrose oder Wundheilungsstörung und Vernarbung. Hierdurch können die Beschwerden der Patienten sowie die Funktionseinschränkung postoperativ noch mehr zunehmen.

Ebenso besteht die Möglichkeit der Verletzung benachbarter Strukturen wie die Perforation des äußeren Gehörganges sowie eine Schädigung des Trommelfells und des Innenohrs. Eine entsprechende Abwägung der Indikation und Aufklärung über die möglichen Risiken ist vor einer solchen OP im Rahmen eines ausführlichen differenzialtherapeutischen Patientengesprächs unbedingt erforderlich. Wie bei allen chirurgischen Interventionen muss unter Berücksichtigung der Vorerkrankungen, des Alters und der bestehenden Risikofaktoren stets individuell und patientenbezogen entschieden werden.

Auf die unterschiedlichen operativen Therapieoptionen soll im Sinne eines Stufenschemas im Folgenden näher eingegangen werden (Abb. 3).

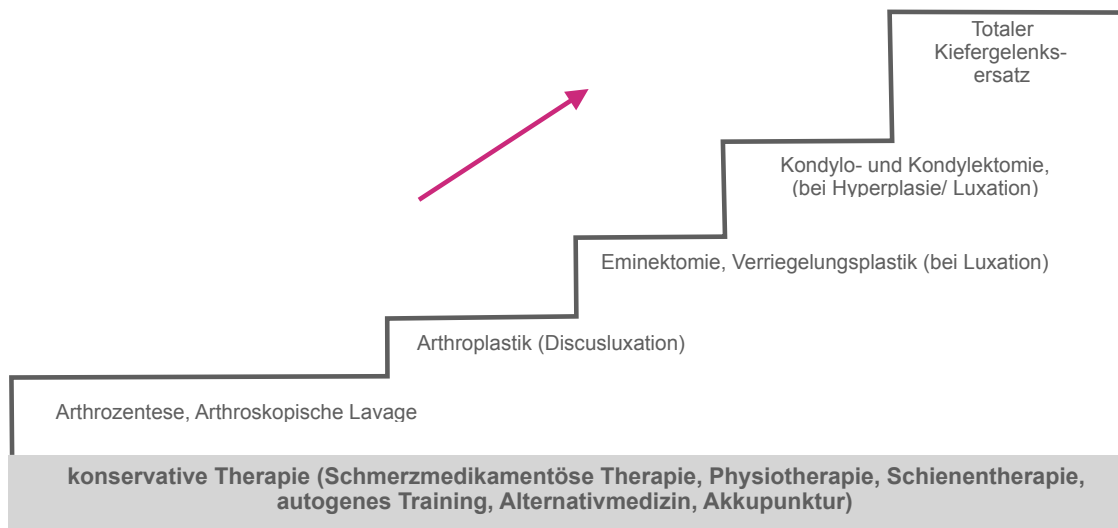


Abb. 3: Darstellung des Stufenschemas zur Behandlung der Erkrankungen des Kiefergelenks.

1.3.1 Arthrozentese

Die Arthrozentese des Kiefergelenks beinhaltet eine Spülung, in der Regel mit physiologischer Kochsalzlösung (NaCl-Lösung 0,9%). Indikationen bestehen beispielsweise im Vorliegen degenerativer Erkrankungen oder im Falle einer Diskusverlagerung. Die Arthrozentese erfolgt meistens über zwei Kanülen, die anterior des Tragus unter Palpation des Gelenkes perkutan appliziert und in den oberen Gelenkspalt eingebracht werden. Entzündungsmediatoren, lysosomale Enzyme und Knorpeldebris in der Gelenkflüssigkeit werden im Rahmen dieses Procederes ausgespült und Adhäsionen im Bereich des Kiefergelenks entfernt (Abb. 4).

Durch die Arthrozentese wird eine vorübergehende Beschwerdebesserung der zugrundeliegenden degenerativen Erkrankung erzielt. Zudem kann durch eine Spülung des Kiefergelenks die Motilität des Diskus verbessert werden. Daher kann sie auch bei einer akuten Diskusverlagerung indiziert sein kann (Neff 2013).

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit der intraartikulären Injektion unterschiedlicher Agenzien. Die in den Lösungen enthaltenen Wirkstoffe enthalten Steroide, Hyaluronsäure, Schmerzpräparate oder Eigenblutbestandteile. Die Wirksamkeit und langfristige Beschwerdebesserung nach einer intraartikulären Medikamenteninjektion wird in diesem Zusammenhang in der Literatur zum gegenwärtigen Zeitpunkt kontrovers diskutiert (Gurung et al. 2017, Marty et al. 2016).



Abb. 4: Linksseitige Arthrozentese.

1.3.2 Arthroskopische Lavage

Im Gegensatz zu der Arthrozentese erfolgt bei der arthroskopischen Lavage neben der Spülung des Kiefergelenks gleichzeitig eine Diagnostik durch vollständige Einsicht des oberen Gelenkspaltes. Der Zugang zum Kiefergelenk erfolgt hierbei in der Regel ebenfalls anterior des Tragus im Rahmen der genannten Doppelpunktionstechnik. Neben Diagnostik und therapeutischer Lavage besteht im Rahmen der erweiterten Arthroskopie die Möglichkeit, gezielt und unter Sicht mit Greifinstrumenten Gewebe aus dem Kiefergelenk zu entnehmen und Gelenkoberflächen mechanisch von instabilem Knorpel zu befreien und zu glätten (Bouillon et al. 2003, Neff 2013).

1.3.3 Arthroplastik

Gelten die die genannten operativen Techniken noch als geschlossen, so handelt es sich bei der Kiefergelenksarthroplastik um ein offenes operatives Verfahren. Arthroplastische Eingriffe beinhalten eine Wiederherstellung der Kiefergelenksfunktion und Beschwerdereduktion durch Entfernung krankhaften Gewebes, wie bei Vorliegen einer synovialen Chondromatose, oder bei verbliebenen Diskusresten bei chronischer Luxation und Kiefergelenksdegeneration (Cascone et al. 2016). Neben der Entfernung von Geweberesten aus dem Kiefergelenkspalt erfolgt zusätzlich das Modellieren der Gelenkflächen durch Entfernung scharfer Kanten und Glättung der Gelenkoberflächen. Die sogenannte Interpositionsarthroplastik beinhaltet zusätzlich die Wiederherstellung der Diskusfunktion durch Implantation von Fremdmaterial in den Gelenkspalt. Zu den

alloplastischen Materialien zählen hierbei das Silastik®-Implantat, auch *Silastic Sheet* genannt, sowie weitere beschichtete Materialien wie beispielsweise Teflon®, Acryl- oder Knochenzement-Materialien (Landes und Sader 2017). Diese werden intraoperativ in den Gelenkspalt eingebracht und an der Fossa fixiert.

Aufgrund des Vorkommens von Fremdkörper- und Abstoßungsreaktionen wird diese Methode in der Literatur kontrovers diskutiert (Howlader et al. 2017, Mercuri und Giobbie-Hurder 2004, Westesson et al. 1987).

Alternativ wird anstelle eines alloplastischen Materials körpereigenes Gewebe zum Ersatz des Diskus verwendet. Hierzu gehören der Gewebetransfer von Temporalisfaszie (Reich und Teschke 2012), Dermisfaszie oder Ohr- beziehungsweise Rippenknorpel (Riedel 2013, Tucker und Watzke 1991). Als ebenfalls erfolgreich wird in der Literatur die Einlage einer stammzellbesiedelten Gerüstsubstanz beschrieben, zum Beispiel eines Kollagen-Gerüsts, welches mit mesenchymalen Stammzellen aus Aspiraten des Knochenmarks besiedelt wurde (Howlader et al. 2017).

1.3.4 Verriegelung und Eminektomie

Rezidivierende habituelle Luxationen im Bereich der Kiefergelenke erfordern, sofern die Ursache nicht anderweitig beseitigt werden kann, eine operative Therapie. Zur Verhinderung des Herausgleitens des Kondylus aus der Gelenkpfanne besteht die Möglichkeit der Augmentation im Bereich des Tuberculum articulare. Dieses wird dadurch verstärkt und das Luxieren des Kondylus verhindert. Eine Augmentation erfolgt beispielsweise durch die Transplantation eines autologen Knochenspans aus dem Bereich des Beckenkamms (Rehrmann 1956, Reich und Teschke 2012). Es besteht eine Vielfalt an Modifikationen, die als Prinzip die Verstärkung des Tuberculum articulare und damit eine Verriegelung des Kiefergelenks bewirken. Alternativ zur Augmentation besteht die Möglichkeit des Abtragens des knöchernen Vorsprungs im Bereich der Eminentia articularis im Sinne einer sogenannten Eminektomie. Das Abtragen bewirkt ein leichteres Zurückgleiten des Kondylus bei habitueller Luxation. Die Luxation selbst wird dadurch zwar nicht verhindert (Reich und von Linden 2007). Durch das selbstständige Zurückgleiten bei rezidivierenden Luxationen wird die Lebensqualität des Patienten dadurch allerdings deutlich erhöht.

1.3.5 Kondylotomie und Kondylektomie

Indikationen zur Osteotomie im Bereich des Kiefergelenkköpfchens bestehen bei ausgeprägtem Internal Derangement und dienen dem Ziel der Gelenkspaltverbreiterung und Oberflächenglättung (Abb. 5). Ziel ist die Beschwerdereduktion und damit

einhergehend eine Funktionsverbesserung. Indikationen für eine vollständige Entfernung des Kondylus im Sinne einer Kondylektomie bestehen beispielsweise in der Behandlung einer Kondylus-hyperplasie oder einer Resektion im Rahmen einer Tumoresektion. Weitere Indikationen zur vollständigen Kondylektomie bestehen bei ausgedehnten Frakturen und Zertrümmerungen, Tumorerkrankungen oder Ankylosen. Aufgrund des Auftretens der resultierenden Verschiebung der Kieferrelation und den damit verbundenen Okklusions- und Funktionsstörungen wird zur Rehabilitation von Kau- und Sprechfunktion die Rekonstruktion des Kiefergelenks erforderlich.



Abb. 5: Darstellung eines Kiefergelenks nach erfolgter Kondylektomie links im OPT (pinke Umrandung).

1.4 Rekonstruktion des Kiefergelenks

Die Möglichkeiten der Rekonstruktion des Kiefergelenks sind vielfältig und bilden als Ultima Ratio die gemeinsame Endstrecke der Behandlung unterschiedlicher Kiefergelenkserkrankungen, wie sie bereits in den vorausgegangenen Abschnitten erläutert wurden. Grundsätzlich gelingt eine Rekonstruktion des Unterkiefers und des aufsteigenden Unterkieferasts durch körpereigenes Gewebe. Im Rahmen von mikroanastomosiertem Gewebetransfer eignet sich hierbei das Beckenkamm- oder Fibulatransplantat (Hölzle et al. 2012, Wolff 2007), alternativ besteht die Möglichkeit der mikroanastomosierten kostochondralen Rekonstruktion (Landes und Sader 2017). Die Rekonstruktion des Unterkiefers erfolgt hierbei aus einer Kombination von transplantiertem Knochen und einer Osteosyntheseplatte, welche den künstlichen Kondylus beinhaltet.

Ein Nachteil dieser Eingriffe ist der operative Aufwand sowie die potenzielle Morbidität im Bereich der Entnahmestelle (Hoffmann et al. 1998).

Zur Wiederherstellung des Kiefergelenks selbst bietet sich die Möglichkeit des vollständig alloplastischen Gelenkersatzes. Abhängig von der Indikation existieren hierbei verschiedene Ansätze. Hierzu gehört der endoprothetische Teilersatz, bei dem in der Regel der Kondylus, in selteneren Fällen die alleinige Fossa ersetzt wird.

Eine weitere Option besteht in dem totalen Gelenkersatz, welcher den Ersatz beider Gelenkflächen beinhaltet. Hierdurch lässt sich die Passgenauigkeit der Gelenkflächen zueinander verbessern. Im Vergleich zum alleinigen Ersatz einer der Komponenten zeigen sich weniger Komplikationen wie beispielsweise Resorptionserscheinungen (De Meurechy et al. 2018).

Besteht eine fortgeschrittene Zerstörung mit Beteiligung des gesamten Gelenks und des Diskus, so ist der totale Gelenkersatz indiziert. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll hierauf im Folgenden detailliert Bezug genommen werden.

1.5 Totaler Kiefergelenkersatz durch alloplastische Totalendoprothesen

Die Anwendung eines kompletten Kiefergelenkersatzes im Sinne einer totalen Endoprothese (TEP) erfolgt zum momentanen Zeitpunkt als letzte Möglichkeit einer chirurgischen Intervention, wenn andere vorausgegangene Maßnahmen keine Besserung erzielen konnten. Die Kiefergelenks-TEP (KG-TEP) steht somit an der Spitze des chirurgischen Stufenschemas und bildet eine gemeinsame Endstrecke unterschiedlicher Therapien der Erkrankungen des Kiefergelenks. Zu der häufigsten Indikation für eine TEP gehört hierbei das Spätstadium degenerativer Erkrankungen wie die Osteoarthritis mit weitgehender Zerstörung des Kiefergelenkapparates. Hierzu gehört auch die chronische Affektion des Diskus mit einem Internal Derangement von Stadium IV und V nach Wilkes (Tab. 2). Weitere häufige Indikationen sind inflammatorische Erkrankungen aus dem rheumatoiden Formenkreis sowie Ankylosen, Pseudoarthrosen, Traumata und Tumorerkrankungen. Andere Anwendungsbereiche bestehen in syndromalen Erkrankungen und kongenitalen Deformitäten. Auch der bereits vorausgegangene erfolglose Versuch der Rekonstruktion des Kiefergelenks durch einen autologen Ersatz kann eine Indikation für eine alloplastische Gelenkprothese darstellen.

Die für den Patienten im Vordergrund stehenden Beschwerden beinhalten hierbei insbesondere eine eingeschränkte Mundöffnung, eine eingeschränkte Nahrungsaufnahme mit vorwiegend flüssigweicher Kost und Schmerzen. Ebenso kann ein Verlust der habituellen Okklusion bestehen. Aufgrund der Veränderung der Kieferschädelbasisrelation und der vertikalen sowie horizontalen Kieferrelation ergeben sich unter Umständen Veränderungen des äußeren Erscheinungsbildes.

Kontraindikationen für die Durchführung eines alloplastischen Ersatzes bestehen in dem Vorhandensein einer schwerwiegenden Immunsuppression, akuter lokaler Entzündungen beziehungsweise Infektionen sowie in dem Vorliegen schwerwiegender allgemeiner Erkrankungen (Johnson et al. 2017, Sidebottom et al. 2008). Kontraindikationen sind ebenso ein mangelndes Knochenangebot und eine schlechte Qualität der Knochensubstanz.

Prinzipiell lassen sich zwei unterschiedliche Arten an KG-TEPs unterscheiden: die individuell angepasste Prothese sowie die konfektionierte Prothese. Die individualisierte Prothese wird nach dem CAD/CAM-Verfahren (*computer assisted design/ computer assisted manufacture*) angefertigt. Der Vorteil dieser Prothese besteht in der maßgeschneiderten Passgenauigkeit. Anhand des simulierten Modells können, falls notwendig, gleichzeitig weitere Operationsplanungen erfolgen (Landes und Sader 2017). Der Nachteil der individualisierten Prothesen besteht in den vergleichsweise höheren Kosten und der somit eingeschränkten Anwendbarkeit. Hier stellen die konfektionierten Modelle eine sinnvolle Alternative dar. Ebenso besteht hier eine raschere Verfügbarkeit.

Gerbino et al. verglichen in ihrer Studie die Ergebnisse von implantierten konfektionierten Prothesen und individualisierten CAD/CAM-Prothesen. Hierbei zeigte sich postoperativ ein vergleichbares Ergebnis, in bestimmten Fallkonstellationen wurde allerdings der Einsatz von individualisierten Prothesen empfohlen. Zu diesen besonderen Fallkonstellationen gehören demnach der bereits voraus gegangene, erfolglose Einsatz von konfektionierten Prothesen, eine fortgeschrittene, ausgeprägte Degeneration des Kiefergelenks, das Fehlen anatomischer Strukturen bei mehrfach voroperierten großflächigen Defekten im Kieferschädelbasisbereich sowie Kieferrelationsstörungen und Malokklusion und die Notwendigkeit ihrer Korrektur (Gerbino et al. 2017).

Als biokompatible und beständige Materialien für den Kondylenanteil der Prothese haben sich Kobalt-Chrom- oder Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierungen erwiesen sowie im Weiteren Titan-Legierungen (Johnson et al. 2017). Dies gilt ebenso für die verwendeten Schrauben. Für den Fossa-Anteil werden beispielsweise Materialkombinationen aus Titan-Legierungen und einer Polythylen-Komponente verwendet. Der dem Knochen aufliegende Teil besteht hierbei häufig aus Titan. Die Artikulationsfläche besteht aus ultrahochmolekulargewichtigem Polyethylen (*ultra high molecular weight polyethylene*, UHMWPE). Dieses zeichnet sich durch eine besonders hohe Verschleißfestigkeit und geringen Abrieb aus. Zu den Eigenschaften dieses hoch molekularen Polyethylens gehören zudem eine hohe Schlagzähigkeit sowie eine hohe Formbeständigkeit auch bei wässriger Umgebung.

Alternativ sind für die Fossa ebenso wie für den Kondylus die Verwendung von Metall-Legierungen bekannt. Aufgrund des metallischen Abriebs und der damit verbundenen Komplikationen sowie des Auftretens einer erhöhten Bruxismustendenz wurde diese

Materialkombination gegenwärtig bereits wieder verlassen (Johnson et al. 2017, Landes und Sader 2017).

Erste Berichte über chirurgische Interventionen im Bereich des Kiefergelenks werden auf das 19. Jahrhundert datiert. Bereits 1860 wurde durch einen amerikanischen Chirurgen der Versuch einer Interpositionsarthroplastik unternommen, indem einem Patienten mit bestehender Kiefergelenksankylose nach erfolgter Exzision ein Stück Holz in das Kiefergelenk eingebracht wurde (Carnochan 1860, Mercuri 1998). Ein erster Bericht über einen Kiefergelenkersatz durch eine Kombination von einer Elfenbein-Prothese und einem Beckenkammtransplantat wurde einige Jahre später im deutschsprachigen Raum veröffentlicht (Gluck 1891). Sowohl ein partieller als auch ein totaler Kiefergelenkersatz ist in dem Zeitraum vor 1980 überwiegend aufgrund des Vorliegens von Kiefergelenksankylosen oder infolge schwerer Traumata indiziert. Erst ab der Mitte der achtziger Jahre des letzten Jahrhunderts wurde das Anwendungsgebiet unter anderem auch auf Patienten mit ausgeprägtem Internal Derangement erweitert (Mercuri 1998). Neben der Verwendung alloplastischer Materialien im Rahmen von Interpositionsarthroplastiken in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts existieren ab den sechziger Jahren erste Berichte über den Einsatz sowohl von alloplastischen Kondylen- als auch Fossa-Implantaten (Christensen 1963, Henry 1960, Mercuri 1998, Robinson 1960). Der erstmalige Einsatz einer kombinierten totalen Prothese zum vollständigen Gelenkersatz wird 1965 in den USA durch den Einsatz der Christensen-Prothese beschrieben (Driemel et al. 2009). Diese bestand aus einer Materialkombination aus Polymethylmetacrylat (PMMA) und einer Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierung (Vitallium®). Die Befestigung der Prothese erfolgte durch Zementierung.

Seither erfolgte eine stetige Weiterentwicklung der KG-TEPs, ebenso wurde das Einsatzspektrums seither stetig erweitert. Die Verwendung einer Fossa-Komponente aus UHMWPE und einer Kondylen-Komponente aus Kobalt-Chrom-Molybdän wurde erstmals in den 1980er Jahren in der ehemaligen DDR beschrieben (Mercuri 1998, Sonnenburg M und Sonnenburg I 1990). Mercuri et al. beschreiben 1995 erstmals den Einsatz einer individualisierten CAD/CAM-Prothese, bestehend aus einer Kombination von Titan, Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierung und UHMWPE (Mercuri et al. 1995, Mercuri 1998).

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind drei unterschiedliche Implantatsysteme verfügbar (Landes und Sader 2017). Hierzu gehört TMJ Concepts® (Ventura, Californien, USA). Diese Prothese ist lediglich als individualisierte Prothese verfügbar, es existieren keine Standardgrößen. Das zweite weit verbreitete Prothesensystem stammt von Zimmer Biomet® (Jacksonville, Florida, USA und Zimmer Biomet GmbH, Berlin). Es handelt sich um eine konfektionierte Prothese, die in drei Standardgrößen erhältlich ist (Landes und Sader 2017, Guarda-Nardini et al. 2008). Daneben bietet Zimmer Biomet® ebenfalls individualisierte CAD/CAM-Endoprothesen an. Das noch jüngste in Deutschland

verwendete Prothesensystem ist die Rotec®-Prothese, welche ebenfalls in unterschiedlichen konfektionierten Modellen oder individualisiert erhältlich ist. Eine Besonderheit dieses Implantatsystems ist die Möglichkeit der Positionierung über einen transoralen Zugang (Landes und Sader 2017).

Die Standardoperationstechniken zur Implantation einer KG-TEP beinhalten den Zugang über eine extraorale Schnittführung über den Bereich der Gesichtshaut. Hierzu wird in der Regel ein präaurikulärer Zugang zur Darstellung des Kiefergelenks gewählt. Ein zweiter, submandibulärer Zugang dient zur Darstellung des Kieferwinkels und zur Fixation des künstlichen Kondylus. Die Operation beinhaltet zunächst die Darstellung des Kiefergelenks, des Jochbogens sowie des Caput mandibulae und des Kondylus über den präaurikulären Zugang. Die Darstellung des Ramus und Angulus mandibulae erfolgt anschließend über den submandibulären beziehungsweise retroangulären Zugang (Aagaard und Thygesen 2014). Komplikationen sind hierbei vor allem die Schädigung des N. facialis, eine Perforation des Gehörganges oder das Auftreten einer Infektion mit nachfolgendem Prothesenverlust. Sowohl über das operative Vorgehen im Einzelnen als auch über die entsprechende Vor- und Nachbehandlung soll im Kapitel 2, Material und Methoden, im Folgenden näher eingegangen werden.

1.6 Fragestellung

Das Therapiekonzept der Behandlung von Patienten mit Erkrankungen im Bereich des Kiefergelenks ist vielfältig und richtet sich nach Art der Erkrankung und Erkrankungsdauer, Erkrankungsausmaß sowie dem subjektiven Leidensdruck. Die Therapie ist zudem abhängig vom Alter des Patienten, Komorbiditäten und Risikofaktoren. Grundsätzlich wird zwischen Funktionsstörungen und Erkrankungen des Kiefergelenks unterschieden (Teschke und Reich 2015). Beinhaltet die Therapie der Kiefergelenksfunktionsstörungen vor allem ein konservatives Vorgehen, so ist für eine Reihe von primären Kiefergelenkserkrankungen eine chirurgische Therapie relevant. Die Kiefergelenkendoprothetik stellt an dieser Stelle die Ultima Ratio der Therapie von Kiefergelenkserkrankungen dar (Gonzalez-Perez et al. 2016) und beinhaltet die vollständige Rekonstruktion des Kiefergelenkkopfes und der Fossa mandibularis mithilfe alloplastischer Gelenkimplantate.

Im Rahmen einer retrospektiven Studie in der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie und Plastische Operationen des Klinikums Bremen-Mitte wird die mittel- und langfristige Stabilität der zu erwartenden Funktionsverbesserung nach Kiefergelenkendoprothetik anhand vorliegender klinischer Daten untersucht. Dabei ergeben sich folgende Fragestellungen:

1. Besteht eine signifikante Verbesserung der Mundöffnung und ist diese mittel- und langfristig stabil?
2. Ist der Kiefergelenkersatz eine geeignete Methode zur Reduktion von Schmerzen?
3. Wie hoch ist der Anteil postoperativer Komplikationen und Infektionen?
4. Besteht eine Verbesserung der Kaufunktion?
5. Besteht ein Zusammenhang zwischen der vorliegenden Grunderkrankung des Patienten und dem zu erwartenden Ergebnis der operativen Therapie?
6. Besteht ein Unterschied bezüglich des postoperativen Outcomes zwischen konfektionierten und individualisierten Endoprothesen?

Insbesondere auf die oben genannten Fragestellungen soll im Rahmen der Studie eingegangen werden. Das zu erwartende Ergebnis gibt Aufschluss über die momentane Erfolgsrate des noch jungen operativen Verfahrens der Kiefergelenkendoprothetik mithilfe alloplastischer kombinierter Gelenkimplantate. Die erhobenen Daten werden im Anschluss mit Ergebnissen der aktuellen Literatur verglichen. Das Ziel ist die Objektivierung der bislang erreichten Ergebnisse sowie die Ermittlung des aktuellen „State of the Art“.

2 Material und Methoden

2.1 Patientenkollektiv

Die zur Untersuchung herangezogenen Daten beziehen sich auf insgesamt 28 Patienten, die innerhalb des Zeitraums von 2015 bis 2017 behandelt wurden. Das Vorhaben wurde durch die Ethikkommission der Ärztekammer Bremen genehmigt. Bei allen Patienten lag eine Erkrankung des Kiefergelenks im Erwachsenenalter vor, deren Therapie die Methode der alloplastischen endoprothetischen Gelenkrekonstruktion beinhaltete. Die Behandlung der Patienten musste lückenlos dokumentiert sein. Patienten, deren Behandlung nicht vollständig dokumentiert war oder die zu einer Nachbehandlung nicht erschienen, wurden von der Studie ausgeschlossen. Der Behandlungsablauf wurde retrospektiv anhand der vorliegenden klinischen Dokumentation analysiert.

Die Altersspanne der Patienten lag zwischen 25 und 78 Jahren. Bei allen Patienten wurde rechts- oder linksseitig entweder eine konfektionierte oder eine individualisierte KG-TEP eingesetzt.

Zwei weitere Patienten erhielten im oben genannten Zeitraum eine beidseitige KG-TEP. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden diese Patienten für die weitere Auswertung nicht berücksichtigt. Ein weiterer Patient erhielt eine KG-TEP im Rahmen einer ausgedehnten Defektrekonstruktion bei maligner Grunderkrankung. Diese stellte für die Studie ein Ausschlusskriterium dar, so dass auch dieser Patient für die Auswertung unberücksichtigt blieb.

2.2 Verwendetes Prothesensystem

Alle verwendeten Prothesensysteme entstammen demselben Hersteller. Es handelt sich hierbei um die Zimmer Biomet Microfixation GmbH (Jacksonville, USA und Berlin, Deutschland) (Abb. 6).



Abb. 6: Darstellung einer Biomet®-Prothese (individualisierte CAD/CAM-Prothese) am Schädelmodell (mit freundlicher Genehmigung der Zimmer Biomet GmbH).

2.2.1 Die konfektionierte Prothese

Das konfektionierte Biomet®-Prothesensystem wird in drei standardisierten Größen angeboten, jeweils für die linke und rechte Seite. Die mandibuläre Komponente, also der Kondylenteil dieser standardisierten oder auch *Stock*-Prothese, besteht aus einer Legierung aus Kobalt, Chrom und Molybdän (Abb. 7a). Nach Angaben des Herstellers enthält diese Legierung ebenfalls einen Nickel-Anteil, dieser liegt unter einem Prozent. Mit dem Hintergrund der Verbesserung der Osseointegration (Smeets et al. 2016) ist die Auflagefläche der Prothese am Knochen im Bereich des Kieferwinkels und des aufsteigenden Unterkieferastes mit Titanplasma beschichtet (Abb. 7b). Die drei Standardgrößen des Kondylenteils umfassen eine Länge von 45 Millimeter (mm), 50 mm und 55 mm. Der Hersteller bietet im Weiteren drei unterschiedliche Formen der Kondylen-Komponente an: eine Standard-Komponente, eine ausgleichende *Offset*-Komponente und eine schmalere *Narrow*-Komponente. Die beiden letztgenannten werden nur in den Größen 45 mm und 50 mm angeboten.

Die Fossa-Komponente besteht aus UHMWPE (Arcom®, Abb. 8). Die drei Standardgrößen (klein (*small*), mittel (*medium*) und groß (*large*)) können jeweils variabel mit der entsprechenden Kondylen-Komponente kombiniert werden.

Die in dem Prothesensystem enthaltenen Schrauben sind selbstschneidend und bestehen aus Titan. Für Fossa- und Kondylen-Komponente existieren jeweils zwei unterschiedliche Schraubengrößen. Der Schraubendurchmesser der Fossa-Schrauben beträgt 2,0 mm. Der Schraubenkopf ist deutlich abgeflacht, so dass er sich auf der Implantatoberfläche nicht

abhebt. Die für den Kondylenteil verwendeten Schrauben sind im Vergleich dazu deutlich dicker und haben einen Durchmesser von 2,7 mm. Der Schraubenkopf ist im Vergleich zur Fossa-Schraube deutlich runder und prominenter geformt. Die Sterilisation der Komponenten erfolgt mithilfe von Gamma-Strahlen. Die Mindestdosis liegt hier bei 25 Kilogray (kGy).

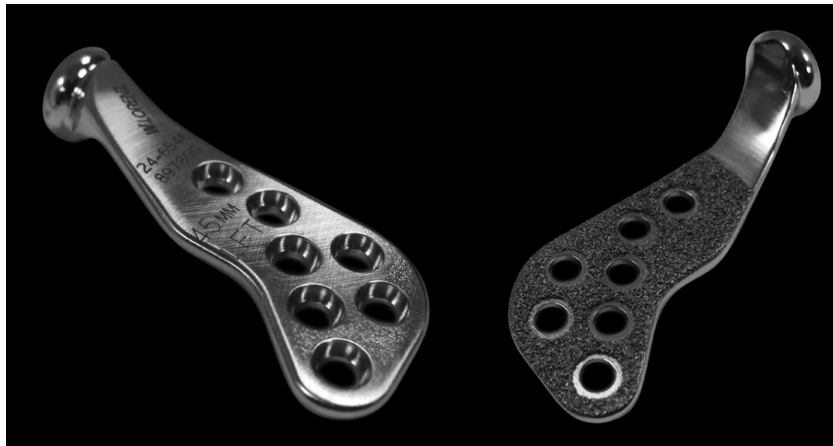


Abb. 7: Biomet®-Kondylen-Komponente. Links: vom Knochen abgewandte Seite, rechts: Die Auflagefläche im Bereich des Knochens besitzt eine Titanplasma-Beschichtung (mit freundlicher Genehmigung der Zimmer Biomet GmbH).



Abb. 8: Biomet®-Fossa-Komponente (mit freundlicher Genehmigung der Zimmer Biomet GmbH).

2.2.2 Die individualisierte CAD/CAM-Prothese

Die individualisierte Endoprothese wird anhand einer Computertomographie (CT)-gestützten Planung (Abb. 9) nach dem CAD/CAM-Verfahren angefertigt. Aus den jeweiligen Materialblöcken für die Fossa- und Kondylus-Komponente wird sie im Rahmen des individualisierten Herstellungsprozesses im dreidimensionalen (3D-) Verfahren gefräst. Die gesamte Herstellungsdauer beträgt mindestens acht Wochen. Dieser Umstand muss für die Behandlungsplanung berücksichtigt werden. Im Rahmen der Planung werden mithilfe eines standardisierten Fragebogens patientenspezifische Angaben sowie individuelle Besonderheiten wie Unverträglichkeiten und Risikofaktoren erhoben. Die abschließende Sterilisation der Prothesen-Komponenten erfolgt ebenso wie bei der konfektionierten Prothese mithilfe von Gammastrahlen.

Die Materialkombination der beiden Prothesen-Komponenten ist identisch zu der von konfektionierten Prothesen. Allerdings können diese in bestimmten Fällen variieren. So besteht beispielsweise im Falle einer vorhandenen Unverträglichkeit gegenüber einem der Materialbestandteile die Möglichkeit der vollständigen Herstellung der Prothese aus Titan. Ergänzend umfasst das CAD/CAM-Prothesensystem die sogenannten *Cutting Guides* und *Fossa-Templates*. Es handelt sich hierbei um Osteotomie-Schablonen, bestehend aus einem Photopolymer auf Basis von Acryl und Epoxidharz. Anhand dieser Schablonen erfolgt die Resektion der jeweiligen knöchernen Strukturen auf vorgegebener Höhe. Ebenso eine Anpassung der späteren Implantate erfolgt nach Anlage der Schablone auf den entsprechend zu resezierenden Bereich. Diese Schablonen werden ebenso wie die zur Planung benötigten Patientenmodelle mithilfe eines 3D-Druckers anhand des individuellen DICOM-Datensatzes (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) angefertigt.

Sowohl die fertige CAD/CAM-Kondylen-Komponente als auch die Fossa-Komponente sind an die patientenspezifischen Gegebenheiten angepasst und berücksichtigen entsprechende knöcherne Defizite und anatomische Besonderheiten.

Die miteinander artikulierenden Gelenkflächen allerdings sind bei CAD/CAM-Prothesen ebenso wie bei den konfektionierten Prothesen standardisiert.

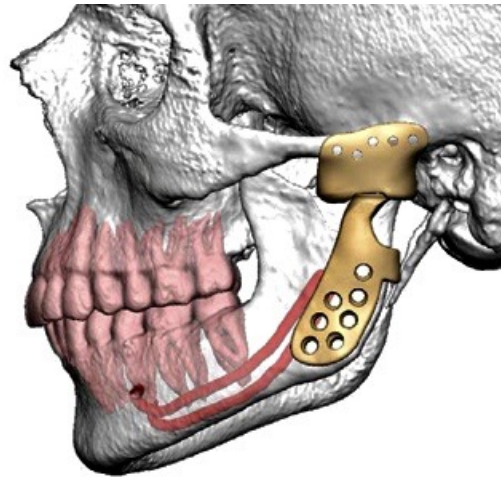


Abb. 9: Darstellung einer Biomet®-Prothese (individualisierte CAD/CAM-Prothese) nach Planung mittels DICOM-Datensatz. Neben der TEP (gelb) sind der Verlauf des N. alveolaris inferior sowie die Lage der Zähne mit Zahnwurzeln rot dargestellt.

2.3 Operatives Vorgehen

Alle Eingriffe wurden vom selben Operateur durchgeführt. Die Patienten wurden über den geplanten Eingriff im Rahmen eines persönlichen Informationsgespräches aufgeklärt, eine schriftliche Einverständniserklärung lag vor.

2.3.1 Präoperative Vorbereitungen

In allen Fällen lag eine präoperative Bildgebung in Form eines Orthopantomogramms (OPT) und eines CT-Datensatzes vor. Die Operation (OP) erfolgte stets in ungestörter Allgemeinanästhesie durch nasale Intubationsnarkose (ITN). Eine perioperative antibiotische Abdeckung erfolgte durch die intravenöse (i.v.) Gabe von Ampicillin/Sulbactam (Unacid) in einer Dosis von 3 x 3 Gramm (g) pro Tag (d). Alternativ erfolgte bei Vorliegen einer Allergie oder Unverträglichkeit eine intravenöse Gabe von Clindamycin 3 x 600 mg i.v./d. Intraoperativ wurde zusätzlich ein intravenöses Glucocorticoid verabreicht, nämlich Prednisolon 250 mg bis 500 mg i.v. als einmalige Gabe. Die Rückenlagerung, Desinfektion und sterile Abdeckung entsprach dem üblichen operativen Standard. In den Bereich des äußeren Gehörganges wurde perioperativ zum Schutz ein Erbsentupfer eingelegt und im Anschluss der OP wieder entfernt.

2.3.2 Die operative Technik

Die Vorgehensweise erfolgte nach einem standardisierten Protokoll (Aargaard und Thygesen 2014, Westermarck 2010). Unter Berücksichtigung der Hautspannungslinien und eventuell bereits vorhandener Narben durch vorausgegangene Kiefergelenksoperationen erfolgte eine Inzision durch Haut und Unterhaut mit dem Skalpell etwa zwei Zentimeter vor dem Tragus in Längsrichtung vom Oberrand der Helix im Bereich des vorderen Ohrmuschelansatzes bis zu dem Ohrläppchen. Die obere Grenze orientierte sich hierbei an der Grenze des tastbaren Jochbogens. Nach subkutaner Präparation erfolgte unterhalb des Jochbogens die Darstellung der Temporalisfaszie. Die sich im unteren Anteil darstellende Parotiskapsel wurde nach vorne verdrängt, der im hinteren Anteil sich darstellende knorpelige Anteil des Gehörganges dabei geschont. Im Bereich des Tragus befindet sich der N. auriculotemporalis und die A. transversa faciei, diese wurden bei der Präparation geschont und durch stumpfe Präparation verdrängt. Ebenfalls die Äste des N. facialis, insbesondere die Rami temporales, frontales und zygomatici wurden bei der Präparation aufgesucht und geschont. Hierzu erfolgte ein intraoperatives Nerv-Monitoring per Elektrostimulation. Die genannten Nervenfasern, insbesondere die des Ramus frontalis, verlaufen im Bereich des Tuberculum articulare nahe an der Gelenkkapsel. Nach Darstellung der oberen Temporalisfaszie erfolgte daher zur Schonung hier die Inzision oberhalb des Jochbogens in einem nach vorne offenen Winkel von etwa 45° - 60°. Anschließend wurde stumpf auf dem Jochbogen mit dem Raspatorium bis zum Tuberculum articulare präpariert, die Inzision wurde nach kaudal zu dem Bereich des Kondylus verlängert. Die sich darstellende V. temporalis profunda wurde unterbunden oder kauterisiert. Der bei der Präparation entstandene, nach anterior gestielte Gewebelappen schützt dabei die sich darin befindenden Nervenfasern des N. facialis (Reich und Teschke 2012, Mercuri 2016). Nach Durchtrennung der Gelenkkapsel erfolgte die Darstellung von Diskus, Fossa mandibularis und Processus condylaris. Durch Präparation mit dem Elevatorium nach Freer wurden vorhandene Diskusanteile vollständig dargestellt und entfernt. Dann wurde die Fossa und der Kondylus vollständig freigelegt.

Anschließend erfolgte die Darstellung des aufsteigenden Unterkieferastes und des Kieferwinkels über einen submandibulären Zugang. Hier wurde eine Inzision mit dem Skalpell unterhalb des Unterkieferastes mit einem Abstand von etwa zwei Querfingern und vor dem Vorderrand des M. sternocleidomastoideus durchgeführt. Dies diente der Schonung des Ramus marginalis mandibulae nervi facialis. Die Inzision verlief durch Haut, Unterhaut und Platysma. Im Anschluss erfolgte die stumpfe Präparation in Richtung des knöchernen Unterkiefers unter gleichzeitigem Neuromonitoring. Unterhalb des kaudalen Parotispol erfolgte dann eine Schlitzung des Periosts mit anschließender subperiostaler Präparation. Dabei wurde der Masseteransatz vom Kieferwinkel abgelöst. Durch unterminierende Präparation wurde eine Verbindung zum präaurikulären Zugang

geschaffen und das Collum mandibulae vollständig dargestellt. Die Resektion des Kondylus wurde mithilfe einer oszillierenden Säge oder mit einem Piezo-Gerät durchgeführt (Abb. 10). Im Falle einer CAD/CAM-Prothese diente zur Orientierung und späterer Passgenauigkeit hierzu die Zuhilfenahme der *Cutting Guides*.

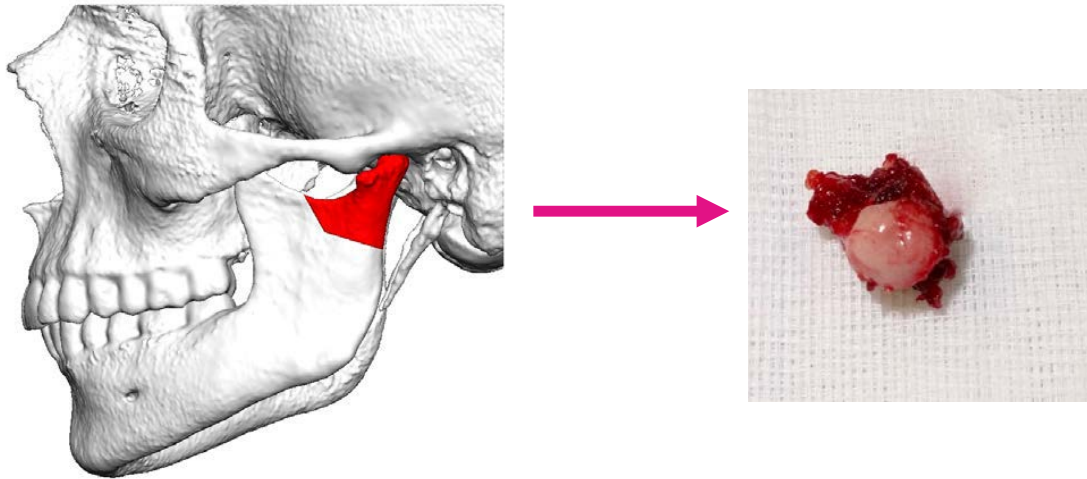


Abb. 10: Links: Darstellung des zu resezierenden Kondylus im 3D-CT (rot markiert). Rechts: Präparat nach Entnahme mit Anteilen des Diskus und umliegendem Weichgewebes.

Nach erfolgter Kondylektomie wurde nun die Fossa mandibularis dargestellt. Bei der Verwendung konfektionierter Prothesen musste hierzu die Fossa an das spätere Implantat angepasst werden. Dies geschah im Sinne einer modellierenden Osteotomie mit einer diamantierten Fräse. Die Fossa und der Bereich der Eminentia articularis wurden hierbei geglättet und an das Implantatlager angepasst. Bei den individualisierten Prothesen konnte dieser Schritt weitestgehend vernachlässigt werden. Zur Überprüfung der Passgenauigkeit dienten die individualisierten *Fossa Templates*. Von intraoral wurde eine mandibulo-maxilläre Fixation in habitueller Okklusion durchgeführt. Dies geschah mithilfe von vier transgingivalen Schrauben im Bereich des Ober- und Unterkiefers und Drahtschlingen zur starren Fixierung. Nach Anpassung der künstlichen Fossa erfolgte nun die Vorbohrung und Fixation mit den entsprechenden Fossa-Schrauben (Abb. 11).

Im nächsten Schritt wurde nun die mandibuläre Komponente angepasst und das gewählte Prothesenteil mithilfe der vorgegebenen Schrauben nach Anlage von Bohrlöchern am Knochen fixiert (Abb. 12).

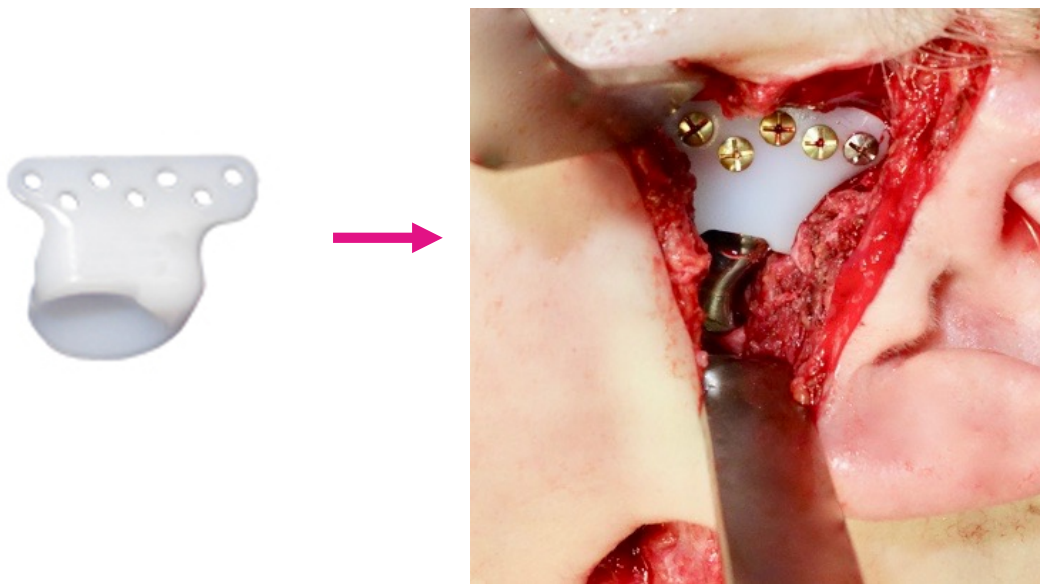


Abb. 11: Intraoperative Darstellung der implantierten Fossakomponente im Bereich des präaurikulären Zuganges (links: Fossa-Komponente vor Implantation, rechts: im OP-Situs).

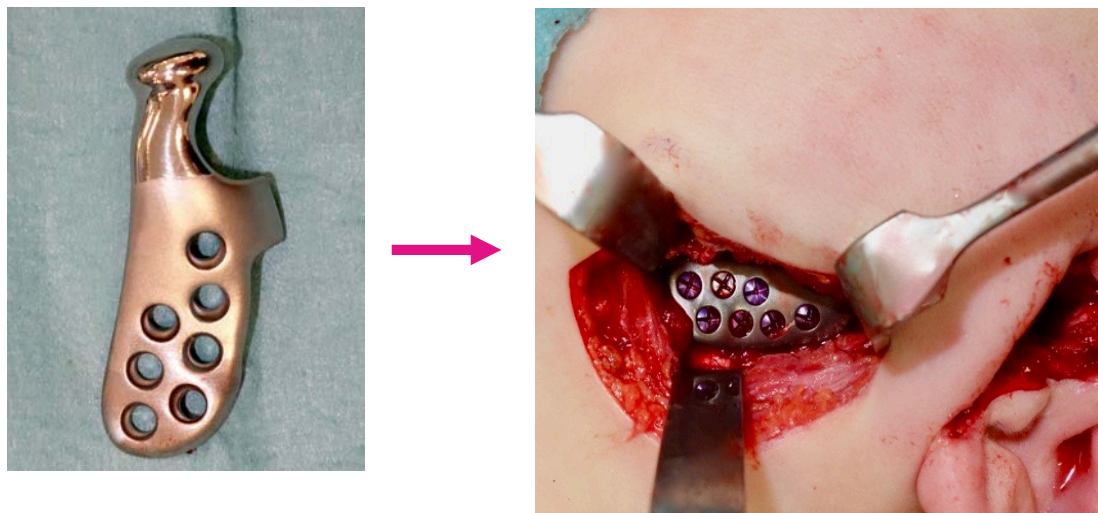


Abb. 12: Intraoperative Darstellung der implantierten Kondylen-Komponente im Bereich des submandibulären Zuganges (links: Kondylen-Komponente vor Implantation, rechts: im OP-Situs).

Nach Lösung der intraoralen mandibulo-maxillären Fixation wurde anschließend die freie Beweglichkeit des künstlichen Gelenkes überprüft. Die intraoralen Schrauben wurden am Ende der OP belassen. Eine temporäre postoperative Fixation erfolgte mittels elastischer Gummizüge. Nach Einlegen einer Mini-Redon-Drainage erfolgte der zweischichtige

Wundverschluss im Bereich der Haut und Unterhaut mit Einzelknopfnähten. Die Redon-Drainage wurde nach Verbandanlage auf Sog gesetzt. Im Falle einer Rest-Verschmutzung durch Blut wurde der äußere Gehörgang mit steriler, physiologischer Kochsalzlösung (NaCl 0,9%) gespült. Im Falle einer Perforation des äußeren Gehörganges bei der Präparation im Kiefergelenk erfolgte die vorübergehende Einlage einer Salbentamponade.

2.3.3 Postoperativer Verlauf und Nachbehandlung

Im postoperativen Verlauf wurde die Redon-Drainage nach 48 Stunden wieder entfernt. Anschließend erfolgte eine postoperative Kontrolle durch Anfertigung eines CTs und eines OPTs (Abb. 13). Der orale Kostaufbau erfolgte in den ersten Tagen mit flüssigweicher Kost unter bedarfsgerechter Analgesie. Im weiteren Verlauf erfolgte die Umstellung auf normale Vollkost nach Rückgang der postoperativen Schwellung und nach Entfernung der Fäden nach etwa sieben bis zehn Tagen. Die intraoperativ begonnene Antibiose wurde für den gleichen Zeitraum fortgeführt. Nach Beendigung des stationären siebentägigen Aufenthaltes wurde mit einer begleitenden Physiotherapie begonnen. Diese wurde für acht Wochen fortgeführt.

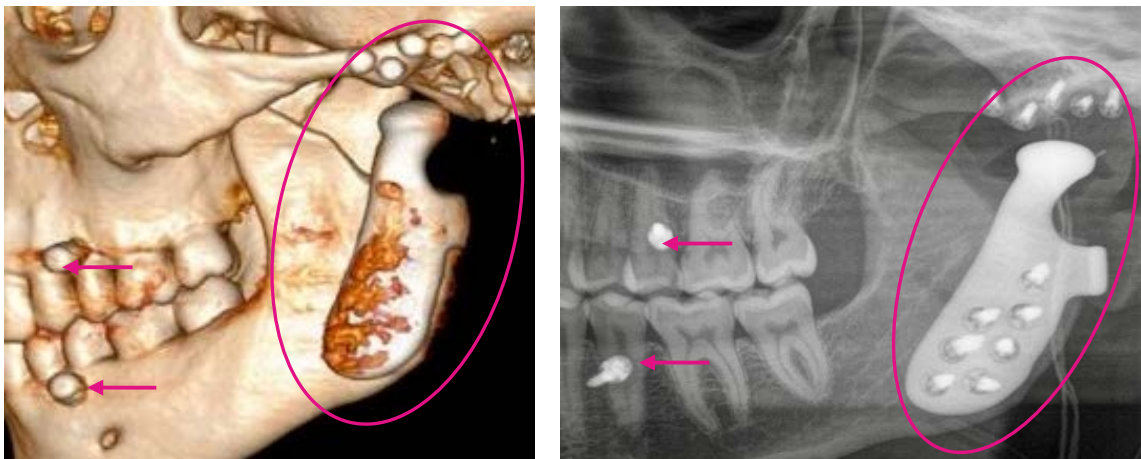


Abb. 13: Postoperative Kontrolle nach KG-TEP-Implantation (pinke Umrandung). Links: Ausschnitt aus einer 3D-Rekonstruktion des CT-Datensatzes. Rechts: Ausschnitt aus dem OPT. Neben der Darstellung der Osteosyntheseschrauben und der Kondylen-Komponente erscheinen jeweils rechts in den Abbildungen die noch vorhandenen transgingivalen Schrauben zur mandibulo-maxillären Fixation (Pfeile). Die Fossa-Komponente besteht aus UHMWPE und stellt sich in der gewählten Bildgebung nicht dar.

2.4 Die Erhebung klinischer Daten

Sowohl die prä- als auch die postoperative Betreuung und Untersuchung der Patienten wurde durch dieselbe Person durchgeführt. Erfasst wurden hierbei zunächst einmal das Geschlecht und das Alter der Patienten. Zudem wurde bei jedem Patienten die Art der Kiefergelenkserkrankung, also die Entität der Erkrankung dokumentiert. Zur Festlegung des Schweregrades der Erkrankung erfolgte die Bestimmung des Internal Derangement anhand der Wilkes-Klassifikation (Tab. 2).

Weiterer Bestandteil der klinischen Dokumentation war die Erhebung des Zeitintervalls zwischen der erstmaligen Diagnose-Stellung der vorliegenden Kiefergelenkserkrankung und der letztendlichen alloplastischen Gelenkrekonstruktion mittels TEP. Die Zeitangabe erfolgte hierbei in Monaten und umfasste auch die Dauer der Vorbehandlung außerhalb der Klinik.

Der Operationserfolg ließ sich anhand folgender zentraler Parameter messen: Verbesserung der maximal erreichbaren Mundöffnung, Schmerzreduktion sowie Verbesserung des subjektiven Wohlbefindens.

Durch den Vergleich der Angaben zu unterschiedlichen Zeitpunkten sowohl prä- als auch postoperativ sollten Rückschlüsse auf den Operationserfolg gezogen werden. Weiterer Bestandteil der Studie war hierbei die vergleichende Untersuchung des CAD/CAM- und des *Stock*-Prothesen-Systems.

2.4.1 Zeitpunkte der Datenerhebung

Die Die Erhebung der Daten erfolgte zu fünf verschiedenen Zeitpunkten: präoperativ (T0), 72 Stunden postoperativ (T1), vier Wochen postoperativ (T2), zwölf Wochen postoperativ (T3) sowie abschließend sechs Monate postoperativ (T4).

2.4.2 Mundöffnung, Schneidekantendistanz

Zur klinischen Objektivierung bestehender Kiefergelenksbeschwerden zählt die Beurteilung der Unterkiefermotilität. Hierzu wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung die maximal erreichbare Mundöffnung zu allen Zeitpunkten herangezogen. Dabei erfolgte die Messung des interinzisalen Abstandes zwischen den vorderen Ober- und Unterkieferinzisiven. Der Normwert dieser sogenannten Schneidekantendistanz (SKD) liegt beim gesunden Patienten normalerweise zwischen 40 und 50 mm.

Die Erhebung der SKD und der Vergleich mit dem präoperativen Ausgangsbefund erlaubte eine Aussage über den Erfolg der jeweilig durchgeführten Operation.



Abb. 14: Foto-Dokumentation zwei Monate postoperativ. Links: Kieferschluss, rechts: maximale Mundöffnung.

2.4.3 Schmerzangabe mithilfe der visuellen Analogskala

Die Dokumentation von schmerzhaften Beschwerden erfolgte anhand einer visuellen Analogskala (VAS). Die Patienten wurden dazu aufgefordert, auf einer Skala von null bis zehn eine Bewertung ihrer Beschwerden anzugeben. Die Ziffer Null entsprach hierbei einer absoluten Beschwerdefreiheit. Zehn bedeutete das Vorliegen eines am stärksten vorstellbaren Schmerzes. Die empfundenen Beschwerden betrafen sowohl den Ruheschmerz als auch Schmerzen bei Bewegungen des Unterkiefers beim Kauen und beim Sprechen als auch Schmerzen bei Berührung des Kiefergelenkes beziehungsweise des Unterkiefers und der beteiligten Muskulatur. Durch den Einsatz der VAS sollte eine Objektivierung subjektiver Eindrücke und Empfindungen erzielt werden. Mithilfe des

Vergleichs von prä- und postoperativen Zeiträumen sollte dabei der Operationserfolg gemessen werden.

2.4.4 Subjektives Wohlbefinden

Präoperativ, zum Zeitpunkt T0 und zum Ende des Untersuchungszeitraums von sechs Monaten (T4) wurde das subjektive Gesamtbefinden oder auch Wohlbefinden des Patienten dokumentiert. Die Patienten konnten dabei zwischen drei Angaben wählen: besser (+1), schlechter (-1) oder keine Veränderung (0).

2.4.5 Kostform

Die Patienten wurden nach der aktuell vorliegenden Kostform befragt. Hierdurch ließen sich Rückschlüsse auf Schmerzen und schmerzbedingte oder mechanisch bedingte Motilitätsstörungen ziehen. Anhand des Vergleichs der Angaben im zeitlichen Verlauf konnten Rückschlüsse auf den aktuellen Stand der Kaufunktion sowie deren Rehabilitation gezogen werden. Die jeweilige Ernährungsform wurde in drei unterschiedlichen Stufen erfasst: flüssige Kost (Stufe 1), weiche Kost (Stufe 2) und normale Vollkost (Stufe 3). Zur besseren Vergleichbarkeit wurden dabei zur statistischen Auswertung die flüssigen und weichen Kostformen als jeweils pathologische Kostformen zusammengefasst und der festen normalen Vollkost gegenübergestellt.

2.4.6 Komplikationen

Zu allen Patienten wurden Daten zu aufgetretenen Komplikationen erhoben. Diese bezogen sich auf das gesamte postoperative Untersuchungsintervall von T1 (72 Stunden postoperativ) bis T4 (sechs Monate postoperativ). Zu den dokumentierten Komplikationen zählten neben generell auftretenden Infektionen, Nachblutungen und Revisionen auch operationsspezifische Komplikationen wie vorübergehende und bleibende Nervschäden im Bereich des N. facialis oder N. trigeminus, Speichelfisteln im Bereich der Glandula parotidea oder die Lockerung beziehungsweise der Verlust von Implantat-Komponenten.

Als weiterer Aspekt wurde ein bereits vorausgegangener operativer Eingriff am Kiefergelenk dokumentiert. Die sich dahinter verbergende Fragestellung sollte einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Komplikationen und einer bereits vorausgegangenen Kiefergelenksoperation untersuchen.

2.5 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mittels IBM SPSS Statistics (Version 22, IBM Corp., Armonk, New York, USA) durchgeführt. Die Daten wurden mittels des Shapiro-Wilk Tests auf das Vorliegen einer Normalverteilung überprüft.

Die Untersuchung und der Vergleich einzelner prä- und postoperativer Zeitpunkte in Bezug auf Angabe von Schmerzen (VAS) erfolgte im Anschluss mittels Kruskal-Wallis und ergänzend mit dem Mann-Whitney-U-Test. Die Untersuchung und der Vergleich einzelner prä- und postoperativer Zeitpunkte in Bezug auf die maximal erreichbare SKD erfolgte mittels t-Test. Zur Untersuchung von Veränderungen innerhalb des zeitlichen Verlaufs wurde für beide Gruppen der Friedman- und Wilcoxon-Test durchgeführt.

Der Vergleich beider Gruppen in Bezug auf vorliegende Voroperationen, Komplikationen oder Änderung des subjektiven Wohlbefindens erfolgte mithilfe des exakten Fisher-Tests.

Veränderungen der Ernährungsform und der Vergleich zwischen flüssigweicher Kost und normaler Vollkost wurden mittels Mc Nemar-Tests untersucht.

Das Signifikanzniveau wurde mit $p < 0,05$ festgelegt und mittels Bonferroni-Korrektur angepasst.

3 Ergebnisse

Die Gesamtzahl der für die Auswertung berücksichtigten Patienten lag bei $n = 28$. Der überwiegende Teil mit 71,43% aller Patienten war weiblich. Die Patientenklientel setzte sich insgesamt aus 20 Patientinnen und acht Patienten zusammen. Alle Patienten erhielten jeweils eine rechts- oder linksseitige KG-TEP. Patienten mit beidseitigen KG-TEPs blieben für die Studie unberücksichtigt.

Die TEP-Implantation als auch der postoperative Verlauf gestalteten sich bei allen Patienten komplikationslos. Infektionen wurden nicht beobachtet. Intra- und postoperativ traten keine Nachblutungen auf. Sowohl Lockerungen von Schrauben und Komponenten, als auch der komplette Verlust einer Prothese wurden nicht beobachtet.

Der orale Kostenaufbau gelang unter stationären Bedingungen problemlos mit zunächst flüssiger Kost. Die Mobilisation der Patienten erfolgte noch am Tag der OP. Die mandibulomaxilläre Fixation mit elastischen Gummizügen erlaubte eine Mundöffnung nach sieben Tagen. Dann wurden Schrauben und Gummizüge entfernt. Nach der ersten postoperativen Phase erfolgte nun nach Rückgang der Schwellung und bei zeitgerechter Wundheilung, also nach ca. zwei Wochen, der Beginn einer begleitenden, achtwöchigen Kiefergelenksphysiotherapie.

3.1 Stock- und CAD/CAM-Gruppe

Die Einteilung der Patienten erfolgte in zwei Gruppen: Patienten mit einer konfektionierten Prothese wurden als Gruppe 1 (*stock*) definiert. Diese Gruppe umfasste $n =$ zwölf Patienten. Gruppe 2 (CAD/CAM) bestand aus insgesamt $n = 16$ Patienten, diese erhielten eine individualisierte Prothese.

3.2 Alter der Patienten

Das Alter aller Patienten lag zwischen 25 und 78 Jahren. Der Mittelwert lag bei 45 Jahren (Standardabweichung 14,87) (Abb.15). Bezogen auf die beiden Gruppen zeigt sich in Gruppe 1 eine Altersspanne von 26 bis 78 Jahren, der Mittelwert betrug hier 43,92 Jahre (Standardabweichung 15,39). Gruppe 2 umfasste eine Altersspanne von Jahren 25 bis 67 Jahren. Der Mittelwert lag bei 45,88 Jahren (Standardabweichung 10,36) (Abb. 16).

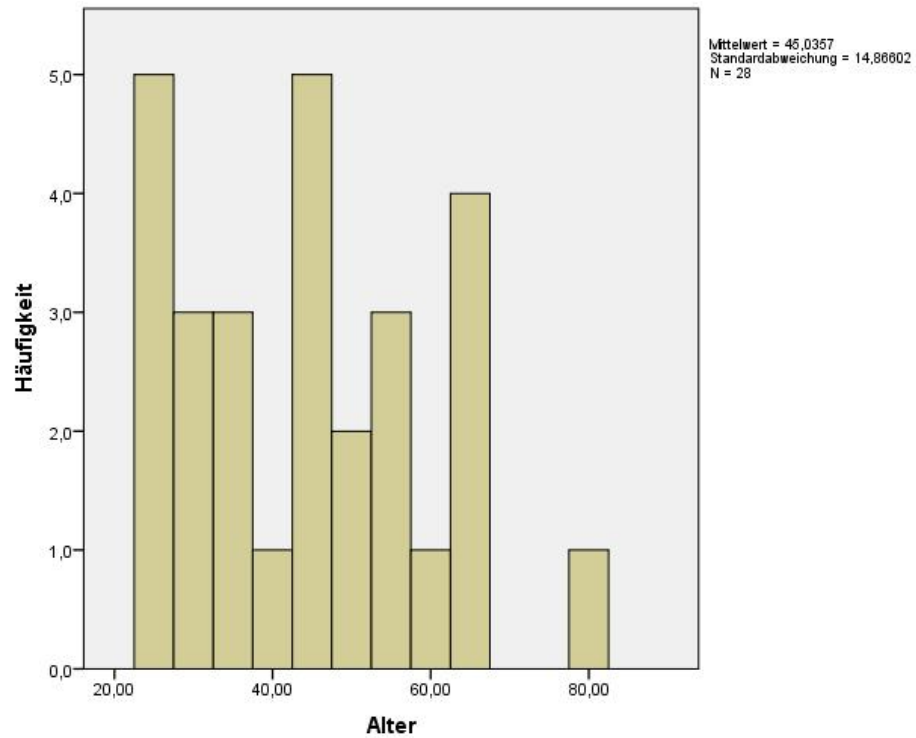


Abb. 15: Balkendiagramm zur Darstellung der Altersverteilung der KG-TEP-Patienten zum Zeitpunkt der OP.

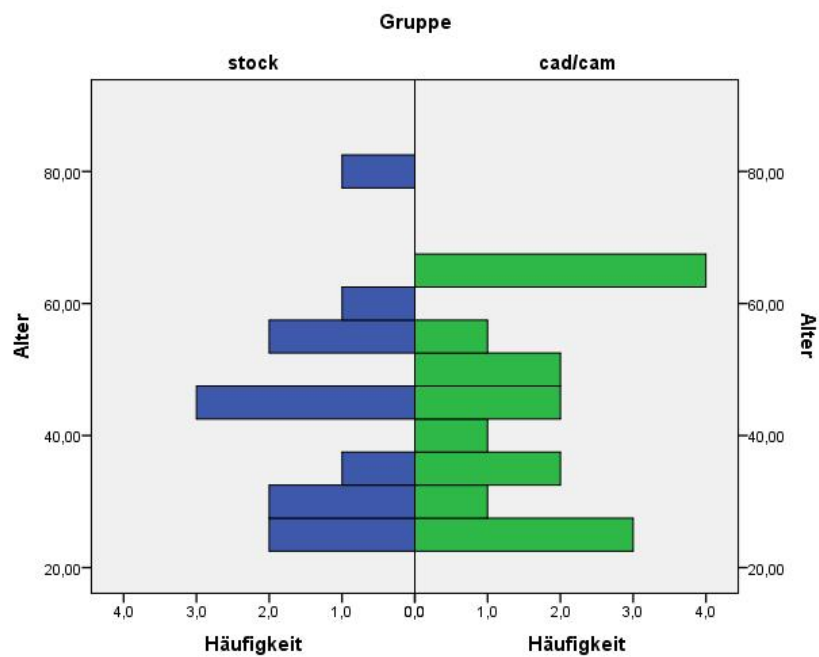


Abb. 16: Graphische Darstellung der Altersverteilung bezogen auf Gruppe 1 (Stock-Prothese) und Gruppe 2 (CAD/CAM-Prothese).

3.3 Behandlungsdauer bis zum Zeitpunkt der KG-TEP-Implantation

Die Vorgeschichte des untersuchten Patientenkollektivs war unterschiedlich und abhängig von Grunderkrankung sowie dem Leidensdruck. Das Zeitintervall, welches zwischen Beginn der Kiefergelenksbehandlung in der Klinik und dem letztendlich Einsetzen eines Kiefergelenkersatzes lag, variierte daher ebenfalls. Die Zeitspanne umfasste insgesamt 13 bis 90 Monate. Der Mittelwert in Hinblick auf die gesamte Patientenzahl lag bei 39 Monaten (Standardabweichung 17,04).

In Gruppe 1 lag die Zeitspanne zwischen 19 und 62 Monaten. Der Mittelwert lag bei 36,92 Monaten (Standardabweichung 10,36). In Gruppe 2 lag die Zeitspanne zwischen 13 und 90 Monaten. Der Mittelwert lag bei 41,19 Monaten (Standardabweichung 20,88).

3.4 Grunderkrankung und Wilkes-Stadium

Alle zwölf Patienten der Gruppe 1 litten an einer degenerativen Osteoarthrose. Dabei befanden sich zehn Patienten (83,3% der Fälle) im Wilkes-Stadium IV. Die restlichen zwei Patienten (16,7%) befanden sich im Wilkes-Stadium V.

Die Gruppe 2 setzt sich im Vergleich dazu ungleichmäßiger zusammen. Sie beinhaltete neun Patienten (56,3%) mit einer degenerativen Osteoarthrose. Bei zwei weiteren Patienten dieser Gruppe bestand eine Ankylose (12,5%). Zwei Patienten der Gruppe 2 litten an einer Pseudoarthrose im Bereich des Kiefergelenks (12,5%). Bei einem weiteren Patienten bestand eine synoviale Chondromatose. Bei einem weiteren Patienten dieser Gruppe lag als Grunderkrankung ein Riesenzelltumor im Bereich des Kiefergelenks vor. Ein dritter Patient dieser Gruppe litt an einer ausgedehnten Osteomyelitis (jeweils 6,3%). Bezogen auf das Internal Derangement befanden sich jeweils acht Patienten in Gruppe 2 im Wilkes-Stadium IV und acht der Patienten im Wilkes-Stadium V (jeweils 50%) (Abb. 17).

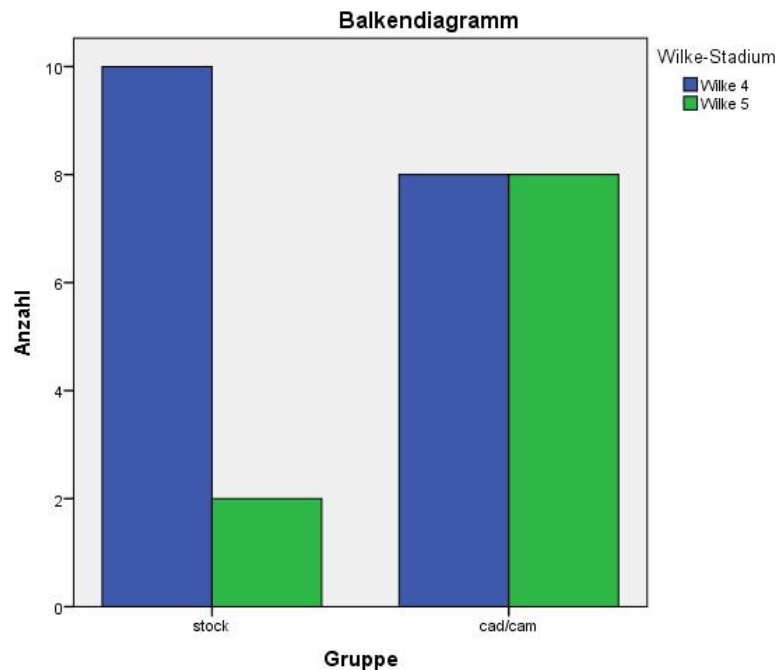


Abb. 17: Balkendiagramm zur Darstellung der Verteilung der Patienten in die Wilkes-Stadien in Gruppe 1 (*Stock*-Prothese) und Gruppe 2 (CAD/CAM-Prothese).

3.5 Messung der maximal erreichbaren Schneidekantendistanz

Die Mundöffnung wurde anhand des maximal erreichbaren Abstandes im Bereich der vorderen Inzisiven des Ober- und des Unterkiefers (Schneidekantendistanz, SKD) gemessen (Abb. 18). Präoperativ zeigten alle Patienten eine Mundöffnungseinschränkung. Der gemessene Mittelwert lag für die Gruppe 1 bei 12,08 mm (Standardabweichung 4,59). In der Gruppe 2 lag der Mittelwert präoperativ bei 11,50 mm (Standardabweichung 7,14). Zwischen beiden Gruppen zeigten sich zu allen untersuchten Zeitpunkten bezüglich der gemessenen SKD keine signifikanten Unterschiede.

Die Mundöffnung verbesserte sich postoperativ in beiden Gruppen deutlich. Am Ende des Untersuchungsintervalls von sechs Monaten zeigte sich in der Gruppe 1 eine mittlere SKD von 32,75 mm (Standardabweichung 5,48). In der Gruppe 2 lag der Mittelwert der gemessenen SKD nach sechs Monaten bei 33,69 mm (Standardabweichung 5,97).

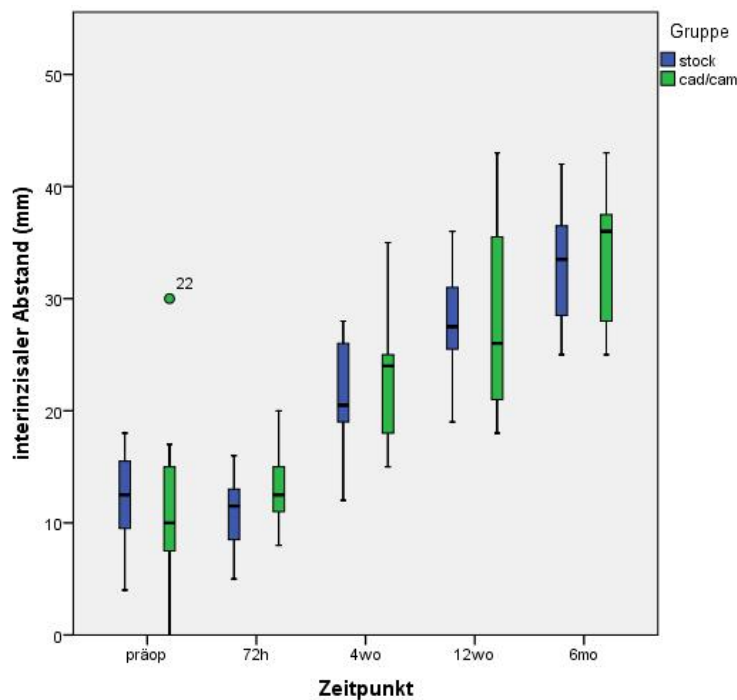


Abb. 18: Boxplot zur Darstellung der gemessenen interinzisalen Abstände (mm) zu allen fünf Zeitpunkten. Präoperativ (präop.), 72 Stunden (72h), vier Wochen (4wo), zwölf Wochen (12wo), sechs Monate (6mo). Kreis = Ausreißerwert.

In der Gruppe 1 ergaben sich sowohl 72 Stunden nach der Operation (T1) als auch vier Wochen nach der OP (T2) noch keine signifikanten Unterschiede im Vergleich zu T0 (präoperativ). Ab dem Zeitpunkt T3, also zwölf Wochen nach der OP, zeigte sich ein signifikanter Unterschied mit $p = 0,003$ im Vergleich zu T0. Der Unterschied nahm zum Zeitpunkt T4 (sechs Monate postoperativ) noch zu und wurde hoch signifikant ($p < 0,001$). Ebenfalls hoch signifikante Unterschiede zeigten die Vergleiche zwischen T1 und T3 beziehungsweise T4 ($p < 0,001$).

Innerhalb der Gruppe 2 ergab sich bereits zum Zeitpunkt (T2) ein signifikanter Unterschied im Vergleich zu (T0) ($p = 0,012$). Ab T3 und T4 ergab sich ein hoch signifikanter Unterschied ($p < 0,001$) im Vergleich zu T0. Ebenfalls hoch signifikant waren die Unterschiede zwischen den Zeitpunkten T1 und T3 sowie T1 und T4 (jeweils $p < 0,001$). Ergänzend zeigte sich ein signifikanter Unterschied beim Vergleich der Zeitpunkte T2 und T4 ($p = 0,017$).

3.6 Auswertung der visuellen Analogskala

Innerhalb beider Gruppen zeigte sich eine Reduktion der bestehenden Schmerzen bei der Auswertung der Angaben auf der VAS.

Präoperativ wurden die Schmerzen in der Gruppe 1 bei einem Mittelwert von 8,83 (Standardabweichung 4,58) angegeben. Nach sechs Monaten lag die Angabe bei einem Mittelwert von 2,08 (Standardabweichung 1,00).

In der Gruppe 2 lag die Schmerzangabe auf der VAS bei einem mittleren Wert von 7,75 (Standardabweichung 0,86). Diese änderte sich im Vergleich dazu nach sechs Monaten mit der Angabe eines Mittelwertes von 1,13 (Standardabweichung 1,15) (Abb. 19).

Präoperativ (T0) zeigte sich zwischen den beiden Gruppen 1 und 2 ein signifikanter Unterschied in der Angabe von Schmerzen auf der VAS ($p = 0,02$). Zu allen anderen Zeitpunkten fand sich in Bezug auf die Schmerzangabe kein signifikanter Unterschied im Vergleich beider Gruppen. Bei dem Vergleich der einzelnen Zeitpunkte untereinander innerhalb der beiden Gruppen zeigte sich in der Gruppe 1 allerdings ein signifikanter Unterschied zu der Angabe von Schmerzen im Vergleich von T0 und T2 ($p = 0,008$) sowie ein hoch signifikanter Unterschied zwischen T0 und zwölf Wochen (T3) sowie sechs Monaten postoperativ (T4) ($p < 0,001$). Ebenso bestand ein signifikanter Unterschied zwischen T1 und T4 ($p = 0,016$).

In der Gruppe 2 ergaben sich im Vergleich zum präoperativen Ausgangsbefund hoch signifikante Unterschiede bei der Angabe zum Schmerzempfinden ab dem Zeitpunkt vier Wochen postoperativ (T2), zwölf Wochen postoperativ (T3) und sechs Monate postoperativ (T4). Die Werte lagen jeweils bei $p < 0,001$. Im Vergleich zwischen T1 (72 Stunden postop.) und T3 bestand ein signifikanter Unterschied bei $p = 0,02$, ebenso bei dem Vergleich von T1 und T4 ($p = 0,001$).

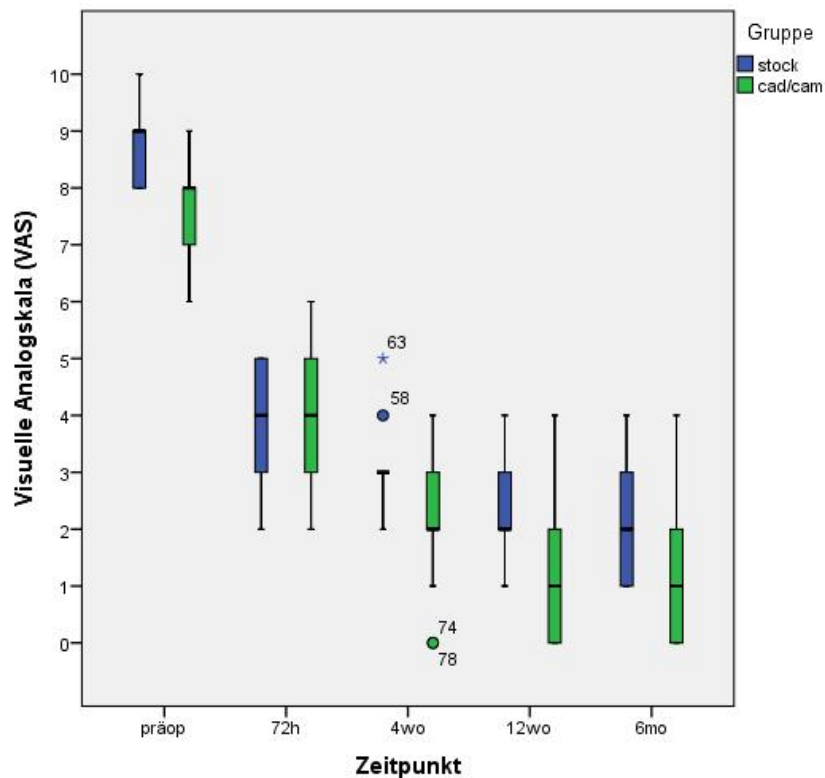


Abbildung 19: Boxplot zur Darstellung der gemessenen Schmerzen auf einer visuellen Analogskala. 0 = absolute Beschwerdefreiheit, 10 = am stärksten vorstellbarer Schmerz. Gemessen zu allen fünf Zeitpunkten: präoperativ (präop.), 72 Stunden (72h), vier Wochen (4wo), zwölf Wochen (12wo), sechs Monate (6mo). Kreis = Ausreißerwert, Stern = Extremwert.

3.7 Angaben zur Kostform

Die Untersuchung der Angaben zur jeweiligen Kostform beziehungsweise Diät der Patienten ergab eine Verbesserung innerhalb beider Gruppen im Vergleich vom präoperativen Ausgangsbefund. Sowohl in Gruppe 1 als auch in Gruppe 2 verbesserte sich die Form der Nahrungsaufnahme (Abb. 20 und 21). Nach sechs Monaten (T4) gab keiner der Patienten mehr an, flüssige Nahrung zu sich zu nehmen.

Für die Durchführung des McNemar-Tests wurden die Stufen 1 und 2 (flüssige und weiche Kost) jeweils als pathologische Form der Nahrungsaufnahme zusammengefasst und der normalen Kost gegenübergestellt. In Betrachtung der gesamten Patientenklientel ergab sich hier ab dem Zeitpunkt zwölf Wochen (T3, T4) ein hochsignifikanter Unterschied im Vergleich zu T0 mit $p < 0,001$. In Bezug auf die einzelnen Gruppen zeigten beide ebenfalls signifikante Unterschiede ab T3. Gruppe 1 zeigte zu den Zeitpunkten T3 und T4 jeweils signifikante Unterschiede zu T0 mit $p = 0,018$. Gruppe 2 zeigte zum Zeitpunkt T3 hier eine Signifikanz von $p = 0,018$, zum Zeitpunkt T4 $p = 0,005$.

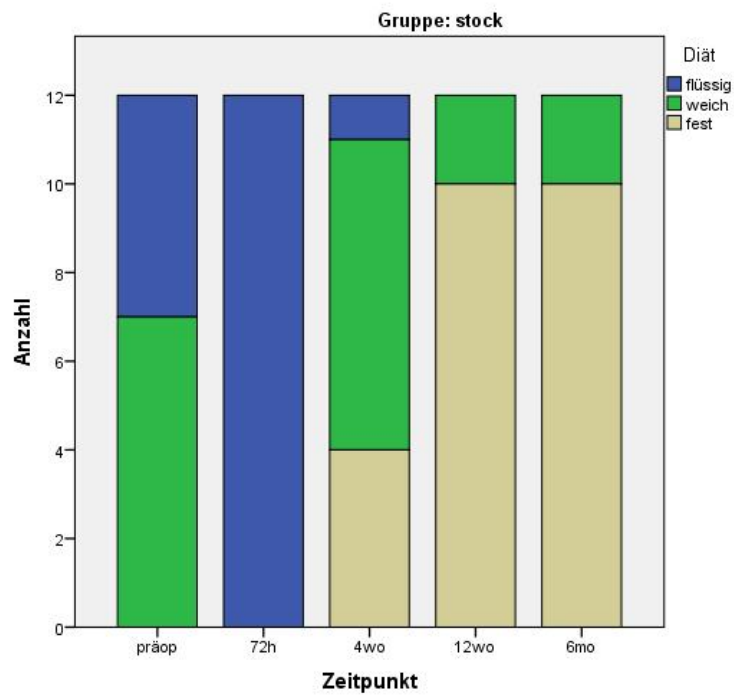


Abb. 20: Balkendiagramm zur Darstellung der Diät in der Gruppe 1 zu den fünf unterschiedlichen Zeitpunkten. Präoperativ (präop.), 72 Stunden (72h), vier Wochen (4wo), zwölf Wochen (12wo), sechs Monate (6mo).

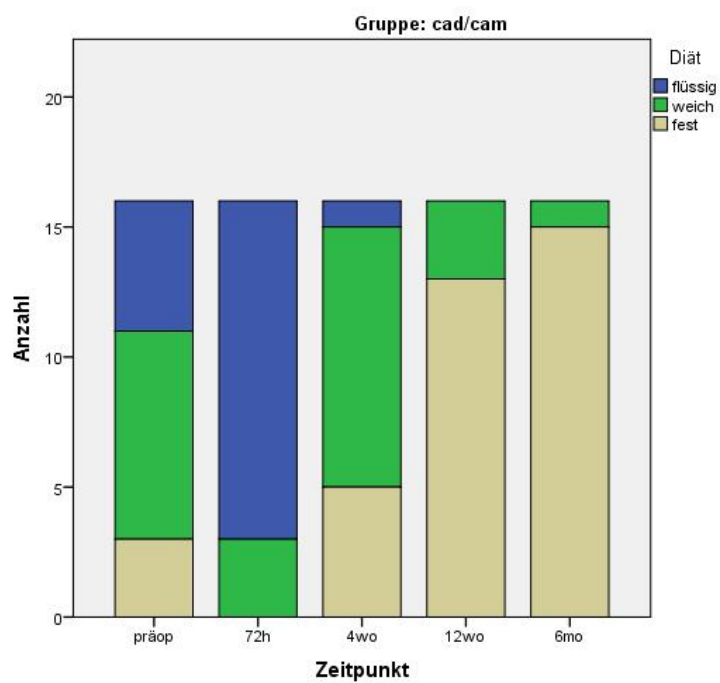


Abb. 21: Balkendiagramm zur Darstellung der Diät in der Gruppe 2 zu den fünf unterschiedlichen Zeitpunkten. Präoperativ (präop.), 72 Stunden (72h), vier Wochen (4wo), zwölf Wochen (12wo), sechs Monate (6mo).

3.8 Aufgetretene Komplikationen und Voroperationen

Die Auswertung ergab keinerlei Auftreten einer generellen Komplikation im Sinne einer Infektion, einer Nachblutung oder einer notwendigen Revision. Es wurde keine Prothesen-Lockerung oder ein -Verlust beobachtet. Ebenso traten keine postoperativen Gelenk-Luxationen auf. Insgesamt traten bei neun der insgesamt 28 Patienten (32%) überhaupt Komplikationen auf. Zu diesen komplizierten Verläufen gehörten hierbei temporäre Ausfälle im Bereich der Abgänge des N. facialis, diese sind bei insgesamt sieben Patienten aufgetreten. Ein Patient zeigte eine bleibende Lähmung des Ramus frontalis nervi facialis. Bei einem weiteren Patienten trat als Komplikation eine Speichelfistel im Bereich der Glandula parotidea auf. Schädigungen im Bereich des N. alveolaris inferior wurden nicht beobachtet.

Bei insgesamt zehn Patienten aller Patienten war anamnestisch eine bereits vorausgegangene Operation am Kiefergelenk bekannt. Die Verteilung dieser voroperierten Patienten innerhalb der Gruppe 1 und 2 war hierbei allerdings sehr unterschiedlich. In der Gruppe 1 mit den konfektionierten Prothesen war nur einer von zwölf Patienten im betreffenden Kiefergelenk voroperiert. In der Gruppe 2 mit $n = 16$ Patienten befanden sich neun voroperierte Patienten.

Gruppe 1 enthielt drei Patienten, bei denen postoperativ eine Komplikation auftrat. Keiner der drei war in dem Fall voroperiert (Abb. 22). Ein Zusammenhang zwischen einer bereits erfolgten OP am Kiefergelenk und einer Komplikation bestand somit nicht.

Im Vergleich hierzu traten in der Gruppe 2 bei sechs Patienten Komplikationen auf. Fünf der sechs Patienten zeigten hierbei einen voroperierten OP-Situs (Abb. 23).

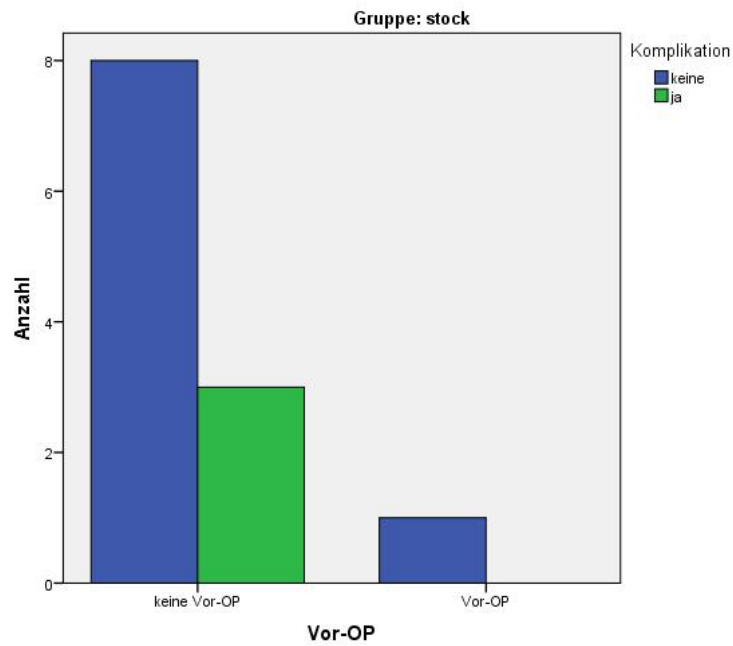


Abb. 22: Balkendiagramm zur Darstellung der Verteilung der Patienten in der Gruppe 1 mit postoperativen Komplikationen und einer vorausgegangenen Operation im betreffenden Kiefergelenk.

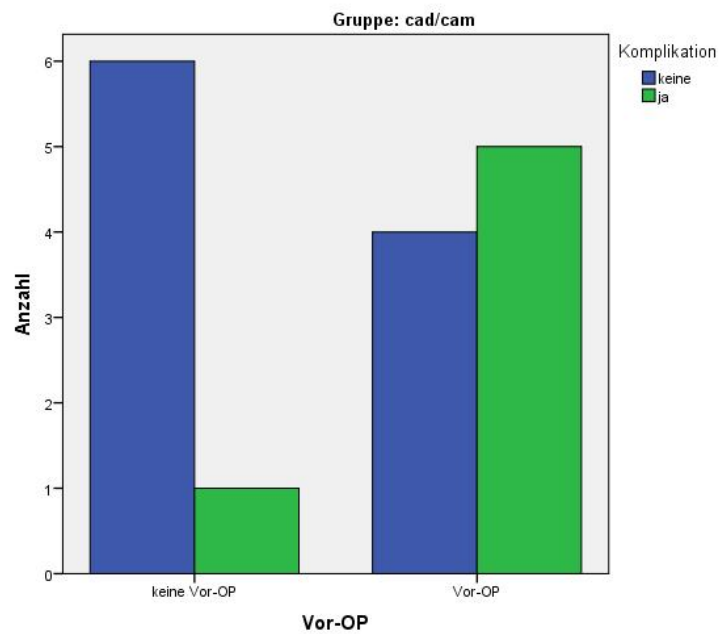


Abb. 23: Balkendiagramm zur Darstellung der Verteilung der Patienten in der Gruppe 2 mit postoperativen Komplikationen und einer vorausgegangenen Operation im betreffenden Kiefergelenk.

3.9 Subjektives Wohlbefinden und Patientenzufriedenheit

Keiner der innerhalb der Studie untersuchten Patienten gab eine Verschlechterung des subjektiven Wohlbefindens nach erfolgter KG-TEP-Implantation an.

86% aller Patienten empfanden eine Besserung des subjektiven Wohlbefindens. Die vier Patienten, welche einen subjektiv unveränderten Zustand nach TEP-Implantation angaben, befanden sich alle in der Gruppe 1 und bildeten hier ca. 34% aller Patienten.

Im Vergleich hierzu gaben 100% in der Gruppe 2 eine Verbesserung an.

4 Diskussion

Die vorliegende retrospektive Studie befasst sich mit der Untersuchung und Beurteilung des Einsatzes der Kiefergelenkendoprothetik zur Behandlung von Kiefergelenkerkrankungen im Erwachsenenalter. Die Ergebnisse beziehen sich hierbei auf die klinische Untersuchung und die Befragung der Patienten zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten. Hieran soll der Erfolg der durchgeführten Operation gemessen werden.

Die Kiefergelenkendoprothetik gilt hierbei als innovatives operatives Verfahren zur Behandlung schwerwiegender Kiefergelenkerkrankungen. Gleichzeitig stellt es ein sehr invasives Verfahren dar. Die Implantation einer KG-TEP mit gleichzeitiger vollständiger Resektion des Kiefergelenks ist ein invasiver und irreversibler Vorgang. Die Behandlung von Kiefergelenkerkrankungen durch eine TEP wird daher als Ultima Ratio der Therapiemöglichkeiten angesehen, die Indikation sollte im allgemeinen Konsens entsprechend streng gestellt werden.

Eine allgemeine Zurückhaltung gegenüber dem alloplastischen Kiefergelenkersatz besteht nicht zuletzt aufgrund der negativen Assoziationen im Zusammenhang mit dem sogenannten Proplast/Teflon®-Skandal zu Beginn der 1990er Jahre (Baird und Rea 1998, Neff 2015). Im Rahmen von offenen kiefergelenkschirurgischen Eingriffen in den 1970er und 1980er Jahren wurden nach Einbringen entsprechender Fremdmaterialien schwerwiegende Komplikationen beobachtet. Fremdkörperriesenzellreaktionen hatten hierbei ausgedehnte und progressive Destruktionen des Kiefergelenkes zur Folge. Im Rahmen von Revisionsoperationen, diese waren in den vorliegenden Fällen ebenfalls deutlich erschwert, wurden zum damaligen Zeitpunkt bei solchen „Endstage“-Kiefergelenken unter anderem auch alloplastische TEPs implantiert. Diese zeigten sowohl aufgrund der vorliegenden und noch nicht ausgereiften Mechanik als auch aufgrund der teils ähnlichen Materialkombinationen weitere schwerwiegende Komplikationen. Ein Grund hierfür liegt in dem fehlenden Wissen über die Biokompatibilität des verwendeten Implantatmaterials und die noch nicht vorhandene Kenntnis über die Biomechanik der zum damaligen Zeitpunkt verwendeten Implantate. Ein weiterer Grund besteht allerdings auch in der insgesamt großzügigen Indikationsstellung zur Durchführung offener kiefergelenkschirurgischer Eingriffe selbst. Dies führte zu vielfachen und teils schwerwiegenden Komplikationen mit desaströsem Ausmaß. Als eine sehr schlimme Komplikation wurde die Fossa beispielsweise vollständig zerstört, so dass der Kondylus in die Schädelgrube penetrierte (Baird und Rea 1998, Neff 2015).

Aufgrund dieser Vorgeschichte ist der Begriff der alloplastischen Kiefergelenkrekonstruktion, hier im Sinne von Interpositionsarthroplastiken, Kondylenersatz und totalem Ersatz unter Einbringung von Fremdmaterial in das Kiefergelenk, auch heute noch

negativ besetzt. Es besteht weltweit eine allgemeine Zurückhaltung dem Verfahren gegenüber. An die katastrophalen Folgen der damaligen Gelenkoperationen soll berechtigterweise stets erinnert werden. Die zum heutigen Zeitpunkt verwendeten Prothesensysteme sind den damaligen Systemen weit überlegen, wozu letzten Endes auch die Erkenntnisse der damaligen Vorfälle geführt haben.

Aufgrund der vergleichsweise geringeren Invasivität im Vergleich zum autologen Kiefergelenkersatz, einer geringen Komplikationsrate und einer schnellen Verfügbarkeit ist die Methode der totalen alloplastischen Rekonstruktion erneut in den Mittelpunkt des Interesses gerückt (Neff 2015). Die Untersuchung des mittel- und langfristigen Operationserfolges sowie die damit einhergehende Verbesserung der Lebensqualität ist daher von besonderer Bedeutung. Die Anzahl implantierter KG-TEPs ist in den letzten Jahren weltweit gestiegen. Gleichzeitig existieren nur wenige operative Zentren, in denen ein solches Verfahren routinemäßig durchgeführt wird oder in denen ein solches Verfahren etabliert ist.

Der parallele Einsatz von sowohl konfektionierter als auch CAD/CAM-gestützter individualisierter Prothesensysteme wirft vor allem vor dem Hintergrund eines steigenden Interesses, der schnellen Verfügbarkeit und einer Kostenersparnis die Frage auf, ob Unterschiede in der Ergebnisqualität bestehen oder ob am Ende ein vergleichbares Ergebnis erzielt werden kann.

Über die Vor- und Nachteile der verwendeten Methodik sowie über die Aussagekraft der vorliegenden Ergebnisse unter Berücksichtigung der gegenwärtigen wissenschaftlichen Datenlage soll im folgenden Kapitel im Einzelnen diskutiert werden.

4.1 Verbesserung der Mundöffnung

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigten eine signifikante Verbesserung der maximal erreichbaren SKD. Diese waren am Ende des Beobachtungsintervalls auf einem hoch signifikanten Niveau. In beiden Gruppen zeigte sich im Vergleich zum präoperativen Zustand eine deutliche Verbesserung der Mundöffnung sowie ein hochsignifikanter Unterschied im Vergleich zum Ausgangsbefund. Der Zeitpunkt T1, also 72 Stunden postoperativ, ist insofern nicht aussagekräftig, als zum einen eine elastische mandibulo-maxilläre Fixation eine weite Mundöffnung verhinderte. Durch die postoperative Ruhigstellung von Ober- und Unterkiefer sollte hierbei eine Kiefergelenksbeziehungsweise TEP-Luxation sowie ein Aufreißen der Operationswunde vermieden werden. Im Weiteren waren die Bewegungen des Kiefergelenks innerhalb der ersten postoperativen Phase bis hin zu zwei Wochen nach der Operation noch schwellungs- und schmerzbedingt deutlich eingeschränkt.

Im Vergleich der Ausgangswerte mit 12,08 mm SKD in Gruppe 1 und 11,50 mm SKD in Gruppe 2 fand sich bereits nach dem Zeitpunkt T2, vier Wochen nach der OP, ein signifikanter Unterschied, dieser erschien in der Gruppe 1 erst später. Am Ende der OP zeigte sich in beiden Gruppen eine deutliche Verbesserung mit 32,75 mm in Gruppe 1 und 33,69 mm in Gruppe 2. Vergleicht man die erzielten Werte mit der Mundöffnung eines gesunden Patienten mit einer SKD von 40 mm und mehr, so zeigen die Resultate der Studie eine noch immer eingeschränkte Mundöffnung. Berücksichtigt werden muss, dass die Patienten in der vorliegenden Studie bereits vor der Operation einen ausgedehnten irreversiblen Grad des Internal Derangement erreicht hatten und die Beweglichkeit bereits deutlich eingeschränkt war. Letztlich konnte die Mundöffnung durch die Operation in etwa verdreifacht werden. Hierbei zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2, wobei der geringe Stichprobenumfang die Aussagekraft dieses Ergebnisses relativiert.

Die erzielten Ergebnisse sind mit denen anderer Studien vergleichbar. Im Vergleich mit der Literatur ergeben sich hinsichtlich der Mundöffnungsverbesserung vergleichbare Werte (Aagaard und Thygesen 2014). Im Falle eines bereits krankhaft veränderten Kiefergelenks im fortgeschrittenem Wilkes-Stadium ist die Beweglichkeit des Unterkiefers sowie die Mundöffnungsbewegung sowohl mechanisch als auch schmerzbedingt im Vergleich zum gesunden Gelenk deutlich reduziert. Im Vergleich zum Ausgangsbefund wird durch den alloplastischen Gelenkersatz eine deutliche Verbesserung der Unterkieferbeweglichkeit erzielt. Abweichungen im Vergleich zu einem gesunden Kiefergelenk sind hierbei stets zu erwarten.

Die Untersuchung der Mundöffnung erlaubt Rückschlüsse auf die Unterkiefermotilität. Diese ist eine grundlegende Voraussetzung für die Rehabilitation der Kau- und Sprechfunktion. Im Vergleich zu der Befragung bezüglich Schmerzangabe und Verbesserung der Lebensqualität und Ernährung stellt die Untersuchung der Mundöffnung ein objektives Maß bei der Bewertung des Operationserfolges dar (Alakailly et al. 2017). Die Bewertung der statischen Mundöffnung an sich ist hierbei am Patienten einfach durchführbar und beliebig oft wiederholbar. Weitere Parameter zur Beweglichkeit des Unterkiefers, wie beispielsweise Laterotrusions- und Protusionsbewegungen, wurden innerhalb der Studie nicht untersucht. Die Arbeitsgruppe um Linsen et al. befasste sich 2012 in ihrer Arbeit mit der Kinetik des Kiefergelenks nach alloplastischem Gelenkersatz. Verglichen mit einem gesunden Kiefergelenk ergab die Unterkiefermotilität nach TEP-Implantation hierbei ebenfalls Abweichungen.

Die Beweglichkeit eines künstlichen Kiefergelenks ist mit dem physiologischen Bewegungsablauf eines gesunden Kiefergelenks nicht vergleichbar. Die dreidimensionale Beweglichkeit ist im Vergleich deutlich eingeschränkt. Im Gegensatz zu dem natürlichen Kiefergelenk handelt es sich im Falle einer alloplastischen Gelenkprothese nicht um ein kombinierte Dreh-Gleit-Bewegung, sondern es besteht eine reine Rotationsbewegung,

welche dem natürlichen Kiefergelenk wenig nachempfunden ist. Ein weiterer Grund für die eingeschränkte Beweglichkeit ist das umliegende, periartikuläre Narbengewebe und die Abwesenheit eines funktionsfähigen Kiefergelenkapparates (Linsen et al. 2012). Ansätze zur Verbesserung der Mundöffnung beinhalten eine Herabsetzung des Rotationszentrums der TEP in kaudaler Richtung im Vergleich zur Gelenkachse des natürlichen Kiefergelenks, wodurch eine Verbesserung der Rotations- und Translationsbewegung erzielt werden soll (Kraeima et al. 2018).

Die Mundöffnung bildet eine Grundvoraussetzung für die Kau- und Sprechfunktion. Die TEP-Implantation selbst ist dabei ebenso wichtig wie die Nachbehandlung der Patienten. Entscheidend für das postoperative Ergebnis ist eine postoperative Schonung und temporäre Ruhigstellung des Unterkiefers, ebenso eine postoperative flüssige Diät und Ausschaltung von Parafunktionen wie Bruxismus (ASTMJS 2005, Koslin et al. 2012). Milde Mundöffnungsbewegungen sollten erst nach einem Intervall von etwa zwei Wochen beginnen (Reich und Teschke 2012). Eine langfristige physiotherapeutische Begleitung der Patienten beeinflusst hierbei das langfristige Ergebnis nach erfolgter TEP-Implantation (Gerbino et al. 2017, Westermark et al. 2011).

Die vorliegenden Ergebnisse zeigten eine Stabilität und eine Zunahme der Mundöffnung bis zum Abschluss des Untersuchungszeitraums von sechs Monaten. Die Ergebnisse von konfektionierter und individualisierter Prothese ergaben hier beide nach sechs Monaten hoch signifikante Unterschiede im Vergleich zum Ausgangsbefund. Um die Aussage der langfristigen Stabilität zu untermauern, sind weitere Studien mit größerer Stichprobe und längere Beobachtungsintervalle notwendig. Aufgrund der noch wenig etablierten Methode und geringen Fallzahlen an nur großen medizinischen Zentren sollte ein Zusammenschluss im Rahmen einer Multicenter-Studie eine mögliche Option darstellen. Im Vergleich mit der aktuellen Literatur decken sich die Ergebnisse der vorliegenden Studie zunächst aber mit den Aussagen anderer Arbeiten (Giannakopoulos et al. 2012, Gonzalez-Perez et al. 2016, Wolford et al. 2015, Westermark 2010, Sidebottom 2009). Sie spiegeln zum momentanen Zeitpunkt einen erfolgreichen Einsatz der KG-TEP sowohl als CAD/CAM- als auch als *Stock*-Prothesensystem wider.

4.2 Schmerzreduktion

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigten eine signifikante Reduktion bestehender Schmerzen im Bereich des Kiefergelenks. Die Auswertung der VAS ergab eine signifikante Beschwerdeabnahme ab dem Zeitpunkt T3 (zwölf Wochen) in der Gruppe 1. In der Gruppe 2 zeigte sich bereits ab dem Zeitpunkt T2 (vier Wochen) ein signifikanter Unterschied im Vergleich zum präoperativen Ausgangsbefund (T0). Auch wenn wie bei der Untersuchung der SKD keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen bestanden, war hier die CAD/CAM-Prothese gegenüber der konfektionierten Prothese

überlegen. Um eventuelle signifikante Unterschiede zwischen beiden Patientengruppen zu untersuchen, sollten weitere Untersuchungen auch hier eine größere Stichprobe enthalten.

Bei der Betrachtung der einzelnen Werte bezüglich der Schmerzangabe auf der VAS im Boxplot in Abb. 19 ergaben sich zum Zeitpunkt vier Wochen postoperativ (T2) Extremwerte sowie Ausreißer in beiden Gruppen. Die empfundenen Schmerzen waren zu diesem Zeitpunkt in beiden Gruppen sehr unterschiedlich. Hier trat eine breite Streuung der einzelnen Werte bei einer insgesamt kleinen Stichprobe auf, welches zu der Entstehung der Ausreißer führte. Die Aussagekraft der statistischen Auswertung ist dadurch vor allem zu diesem Zeitpunkt herabgesetzt. Tendenziell zeigte sich bei dem Vergleich beider Gruppen zum präoperativen Ausgangsbefund dennoch zu diesem Zeitpunkt bereits eine sich abzeichnende Verbesserung des Schmerzempfindens.

Gruppe 1 lag bei der Schmerzangabe präoperativ bei 8,83 auf der VAS, nach sechs Monaten war der Mittelwert 2,08. In Gruppe 2 wurde zu Beginn ein Wert von 7,75 angegeben, hier bestand im Vergleich zu Gruppe 1 ein signifikanter Unterschied. Am Ende des Beobachtungsintervalls reduzierte sich die Schmerzangabe auch hier deutlich mit Angabe einer 1,13 als Mittelwert. Die CAD/CAM-Prothese zeigte hier bereits zu einem früheren Zeitpunkt im Vergleich zur *Stock*-Prothese hoch signifikante Unterschiede zu einem früheren Zeitpunkt als Gruppe 1. Gründe für die Überlegenheit der individualisierten Prothese sind hierbei in der Passgenauigkeit des Prothesensystems zu finden. Ein weiterer, nicht untersuchter Parameter könnte in diesem Zusammenhang die OP-Dauer sein. Die jeweilige Erfassung und vergleichende Auswertung der OP-Dauer sollte daher Bestandteil weiterer Studien sein.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigten im Vergleich aller Zeitpunkte eine deutliche Reduktion bestehender Schmerzen im Bereich des Kiefergelenks nach erfolgter KG-TEP-Implantation.

Die Schmerzreduktion trägt zur Rehabilitation der Kiefergelenksfunktion als auch zur Verbesserung der Lebensqualität bei, welches die vorliegenden Daten belegen sollen. Anhand der vorliegenden Ergebnisse stellt der alloplastische Kiefergelenkersatz mittels TEP schlussfolgernd eine effektive Methode zur zügigen und langfristigen Schmerzreduktion dar. Diese Aussage deckt sich hierbei mit denen anderer Autoren (Desai 2018, Sanovich et al. 2014, Briceño et al. 2013, Jones 2011). Weitere Untersuchungen sollten Kriterien wie OP-Dauer, Schwellungsumfang und Angabe zur bestehenden Schmerzmedikation und zur postoperativen Medikation beinhalten.

4.3 Vergleich von alloplastischem und autologem Gelenkersatz

Alternativ zum alloplastischen Gelenkersatz besteht die Möglichkeit des autologen Gewebetransfers zur Rekonstruktion des Kiefergelenks. Hierbei steht prinzipiell ein breites Spektrum körpereigener Gewebe zur Verfügung. Beispielsweise zählt hierzu der mikroanastomosierte Gewebetransfer. Weitere Möglichkeiten bestehen im costochondralen Transplantat, dem Fibula-Transplantat, dem metatarsalen Transplantat, dem Beckenkamm-Transplantat, dem sternoclavicularen oder dem Skapula-Transplantat (Neff 2015). Neuere Untersuchungen beschäftigen sich daneben mit dem Einsatz eines Transplantates vom Condylus lateralis femoris (Enzinger et al. 2018).

In einer Übersichtsarbeit von Lee et al. 2014 wurde der Einsatz eines solchen autologen Kiefergelenkersatzes mit dem alloplastischen Ersatz durch die KG-TEP verglichen. Die Methode der KG-Endoprothetik zeigte dabei weniger Komplikationen (Lee et al. 2014). Gründe hierfür liegen in dem hohen operativen Aufwand sowie in der potenziellen Morbidität im Bereich der Entnahmestelle bei körpereigenem Gewebetransfer (Hoffmann et al. 1998). Der alloplastische Gelenkersatz ist im Vergleich dazu unbegrenzt verfügbar. Zudem wird bei dem totalen Gelenkersatz kein erhalten gebliebener Diskus vorausgesetzt, wie es bei den genannten autologen Transplantaten zum Teil erforderlich ist. Die gesamte OP-Dauer und der perioperative Aufwand sind beim alloplastischen Ersatz zudem vergleichsweise gering.

Zu der Lebensdauer einer alloplastischen KG-TEP bestehen zum momentanen Zeitpunkt nur ungenaue Angaben. Sie wird auf etwa zehn Jahre geschätzt (Lenzen-Schulte 2017). Im Vergleich zum Verfahren der Knie- und Hüftgelenks-Endoprothetik besteht in der Anwendung von Kiefergelenk-Endoprothesen zum momentanen Zeitpunkt noch immer eine allgemeine Zurückhaltung. Dennoch besteht ein weltweiter Bedarf mit einer steigenden Tendenz (De Meurechy et al. 2018).

In der aktuellen Literatur wird der alloplastische Gelenkersatz auch aufgrund der anfangs genannten Vorgeschichte kontrovers diskutiert. Mercuri beschreibt den alloplastischen Gelenkersatz im Gegensatz dazu als geeignetes Verfahren der Wiederherstellung von Kiefergelenkfunktion und Lebensqualität, nicht zuletzt da das Verfahren aufgrund des relativ geringen OP-Aufwandes eine sinnvolle Alternative gegenüber dem autologen Gewebetransfer darstellt (Mercuri 2012a).

Das Spektrum der KG-Endoprothetik umfasst Patienten im Erwachsenenalter mit abgeschlossenem Wachstum. Die Rekonstruktion des Kiefergelenks im Wachstumsalter stellt eine Herausforderung dar und ist von der Rekonstruktion des erwachsenen Kiefergelenkes getrennt zu betrachten. Ein geeignetes autologes Transplantat stellt hierbei der costochondrale Gelenkersatz dar, da hier ein Wachstumspotenzial vorhanden ist (Cho

et al. 2016, Resnick 2018). Das Wachstumspotenzial ist dabei allerdings nicht eindeutig vorhersehbar und auch nicht steuerbar, die Studienlage ist diesbezüglich nicht eindeutig (Kumar et al. 2015). Zum möglichen Einsatz einer KG-TEP im Wachstumsalter sind weitere Untersuchungen erforderlich (Park et al. 2017). Eine Empfehlung hierzu besteht zum momentanen Zeitpunkt nicht. Sporniak-Tutak et al. untersuchten 2011 den Einsatz von KG-TEPs im Vergleich zu anderen Methoden zur Behandlung der Ankylose des Kiefergelenkes. Vor allem innerhalb des Wachstumsalters wurde hier der autologe Kiefergelenkersatz einem alloplastischen Gelenkersatz vorgezogen (Sporniak-Tutak et al. 2011).

Gerade im Wachstumsalter besteht davon unabhängig die Fähigkeit der Regeneration des Kiefergelenks und des Remodellings mit Entstehung eines sogenannten Neokondylus. Sharma et al. berichteten in ihrer Arbeit über die Distraction des aufsteigenden Unterkieferastes nach voraus gegangener Kondylektomie bei bestehender Ankylose. Der hierdurch entstandene „Neokondylus“ trug zur Rehabilitation der Kiefergelenksfunktion bei, so dass ein Ersatz des Kiefergelenks vermieden werden konnte (Sharma et al. 2017). Aufgrund des Wachstums- und Regenerationspotenzials sowie der Fähigkeit der Anpassung des Kiefergelenkes sollte im Kindesalter, beispielsweise bei Vorliegen gelenknaher Frakturen, eine konservative kieferorthopädische Behandlung erfolgen.

Bei Patienten mit schwerwiegenden Grunderkrankungen und bestimmten Risikofaktoren ist der Einsatz einer KG-TEP zu überdenken und sollte im Zweifelsfall nicht in Betracht kommen. Besteht allerdings die Indikation zur Rekonstruktion oder ist diese zwingend erforderlich, so ist der Einsatz alloplastischen Materials aufgrund der bereits genannten geringeren Invasivität und einer gegebenenfalls damit einhergehenden geringen Komplikationsrate als sinnvolle Alternative zum autologen Ersatz zu diskutieren.

4.4 Auftreten von Komplikationen

Die im Rahmen der Studie erhobenen Komplikationen setzten sich im überwiegenden Teil aus Nervenschädigungen im Bereich des Versorgungsgebietes des N. facialis zusammen. Diese Komplikationen resultierten aus der topographischen Lagebeziehung und der Nähe der Nervenäste des N. facialis zum OP-Gebiet. Eine Schädigung erfolgte aufgrund des Präparierens in diesem Gebiet bei der Darstellung des Kiefergelenkes. Das Auftreten einer solchen vorübergehenden Facialis-Schwäche lag innerhalb der vorliegenden Arbeit bei etwa einem Drittel der untersuchten Patienten vor. Bestehende Vernarbungen im Bereich des OP-Gebietes erschwerten hierbei zusätzlich das Auffinden der einzelnen Nervenäste innerhalb der OP. Hier liegt die Begründung, weshalb die überwiegende Anzahl an Komplikationen bei Patienten mit voroperierten Kiefergelenken auftrat.

Aufgrund der Tatsache, dass in Gruppe 1 keiner der Patienten mit Komplikationen ein voroperiertes Kiefergelenk aufwies, relativiert sich die Aussage und lässt einen Vergleich mit der Gruppe 2 nicht zu. Dieser Umstand sowie der geringe Stichprobenumfang erlauben keine weiteren Rückschlüsse, so dass auch hier auf zukünftige Folgestudien verwiesen werden muss. Zudem waren die Informationen zu den Voroperationen zum Teil nicht ausreichend. Hier waren retrospektiv keine vollständigen Angaben sowohl zu Voroperationen als auch zu deren Zeitpunkt vorliegend. Lag beispielsweise aufgrund eines Traumas eine Operation am Kiefergelenk Jahre oder Jahrzehnte zurück und hatte sich hier als Spätfolge eine Osteoarthrose des Kiefergelenks entwickelt, so konnte retrospektiv anhand der vorliegenden Aktendokumentation nicht immer herausgefunden werden, welche Art von Operation im Vorfeld in einer anderen Klinik stattgefunden hatte. Daher wurde für die Studie lediglich das Vorliegen einer Voroperation selbst anhand der Angabe „ja“ oder „nein“ dokumentiert. Dies geschah auch um eine Vergleichbarkeit der Patienten zu schaffen.

Stellt die KG-TEP das Ende eines chirurgischen Stufenschemas dar und beinhaltet die Ultima Ratio der Behandlung von austerapierten Kiefergelenkserkrankungen, so ist der Eingriff an sich aufgrund bestehender Voroperationen sicherlich erschwert. Der OP-Erfolg wird durch einen voroperierten oder vernarbten OP-Situs herabgesetzt werden. Gleichzeitig beinhaltet die TEP-Implantation eine vollständige Resektion des Kiefergelenks und sollte aufgrund seiner Invasivität daher lediglich bei ausgeprägter Zerstörung des Kiefergelenks als Ultima Ratio angewendet werden. Die sollte auch aufgrund der bereits erwähnten historisch bedingten „Vorbelastung“ dieser Methode geschehen. Eine Empfehlung, das Stufenschema zu verlassen, besteht nicht.

Die beschriebenen Nervenläsionen beziehen sich in der vorliegenden Arbeit lediglich auf einzelne Abgänge des N. facialis. Eine Schädigung ist hier in der Präparation zur Darstellung des Kiefergelenks sowie der Wahl des entsprechenden Zuganges zu finden. Diese Komplikation ist von der Implantation der TEP unabhängig und wäre wiederum auch bei anderen offenen kiefergelenkschirurgischen Eingriffen mit dem gleichen Zugangsweg möglich.

Schädigungen im Bereich des N. alveolaris inferior durch das Einbringen der Osteosyntheseschrauben zur Fixation der Kondylenkomponente wurden nicht beschrieben. Hier war der Verlauf des Nervens durch die Darstellung des Canalis mandibularis im präoperativen CT darstellbar. Durch die präoperative OP-Planung anhand des CT-Datensatzes wurde der Verlauf des Nervkanals im Bereich des Unterkiefers sowohl in Bezug auf die Lage der Schrauben als auch auf die verwendete Schraubenlänge berücksichtigt und der Nerv entsprechend geschont.

Okklusionsstörungen wurden im Rahmen der Studie nicht dokumentiert. In Bezug auf die langfristige Stabilität und den Vergleich der Planung mit dem postoperativen Ergebnis ist eine Auswertung unter Berücksichtigung radiologischer Bildgebung sinnvoll und sollte bei

weiterführenden Studien berücksichtigt werden. Da nicht alle der untersuchten Patienten ein prä- beziehungsweise postoperatives CT vorliegen hatten, ist eine Berücksichtigung im Rahmen dieser retrospektiven Studie nicht erfolgt.

Infektionen traten im Rahmen der vorliegenden Studie und innerhalb des sechsmonatigen Beobachtungsintervalls nicht auf. Die in die Studie eingeschlossenen Patienten erlitten keinerlei Abstoßungsreaktion. Es trat kein Prothesenverlust auf. Ergänzend erfolgt in diesem Zusammenhang die Aufzählung eines weiteren von der Studie ausgeschlossenen Patienten, welcher im Rahmen einer Tumorresektion bei bestehender bösartiger Grunderkrankung und vorausgegangener Radiatio im betreffenden Bereich eine KG-TEP erhalten hat. Dieser Patient erlitt postoperativ Komplikationen, welches zum konsekutiven Prothesenverlust führte.

Die Indikation der Kiefergelenkendoprothetik bei Patienten mit therapeutischer Bestrahlung in der Eigenanamnese ist dabei bislang wenig untersucht. Aufgrund der Komplikationen bei postradiogenen Veränderungen im Bereich des Weichgewebes, der Gefäße und des Knochens ist die Indikation für eine KG-TEP streng zu stellen. Besteht die Indikation zur TEP, wird für solche Patienten mit bestehenden ausgedehnten knöchernen Defekten und einer verminderten Qualität der knöchernen Substanz generell die Verwendung einer individualisierten CAD/CAM-Endoprothese empfohlen (Tang et al. 2009). Zur Vermeidung etwaiger Komplikationen sollten bestehende Risikofaktoren und Grunderkrankungen berücksichtigt werden und bei Vorliegen einer bestimmten Risikokonstellation auf einen entsprechenden Eingriff verzichtet werden.

Mercuri beschreibt das allgemeine Risiko einer Infektion im Bereich der Gelenkprothese als steigend mit der Dauer der Implantation. Dies liegt bei unter zwei Prozent innerhalb der ersten beiden Jahre und steigt bis auf über sechs Prozent in den darauffolgenden Jahren (Mercuri 2014). Risikofaktoren begünstigen das Auftreten einer Infektion, hierzu gehören beispielsweise sowohl Tabakkonsum, Übergewicht, rheumatoide Arthritis, Immunsuppression und Diabetes mellitus als auch eine bereits voraus gegangene Kiefergelenksoperation (Mercuri 2014).

In Bezug auf den Einsatz von anderen Endoprothesen, wie im Bereich der Hüfte, zeigte sich bei etwa 60% der Patienten mit einem Prothesenversagen eine Unverträglichkeit auf einen der Bestandteile der verwendeten Metall-Legierung. Hier wird eine immunvermittelte Reaktion auf Abriebpartikel vermutet (Neff 2015). Daraus resultieren Empfehlungen zur standardisierten Durchführung einer Allergietestung gegen die in der Prothese verwendeten Materialien wie Kobalt, Chrom, Molybdän und Nickel, und zwar zu einem Zeitpunkt bereits vor der TEP-Implantation, um eine entsprechende Komplikation zu vermeiden (Sidebottom und Mistry 2014). Durch die Verwendung eines metallischen Kondylenkopfes und einer Fossa aus UHMWPE wird ein metallischer Abrieb ebenfalls reduziert (Neff 2015).

Ist eine Infektion der Prothese auch in der vorliegenden Studie nicht aufgetreten, so besteht gerade bei der Konstellation bestimmter Vorerkrankungen oder Risikofaktoren die Gefahr eines späteren Prothesenversagens. Eine langfristige Nachsorge entsprechend vorbelasteter Patienten ist daher unbedingt notwendig.

Ebenso ist die perioperative antibiotische Abdeckung bei Patienten mit KG-TEPs unter bestimmten Umständen erforderlich, beispielsweise im Rahmen zahnärztlich-chirurgischer Interventionen (Hell et al. 2017). Darüber hinaus empfiehlt sich unter Umständen die Entfernung aller dentogenen Foci bereits vor der TEP-Implantation, um eine Protheseninfektion zu verhindern (Mercuri 2012b, Neff 2015).

Das Risiko einer im postoperativen Verlauf stattfindenden heterotopen Ossifikation wird vor allem nach Behandlung von Ankylosen des Kiefergelenks beobachtet. Innerhalb der vorliegenden Studie ist keine heterotope Knochenneubildung aufgetreten. Auch wenn die Rate der heterotopen Knochenbildung mit Entstehung einer Reankylose mit 0,47% der implantierten TEPs als gering angesehen wird, so ist sie dennoch nach der Infektion der zweithäufigste Grund für einen Prothesenwechsel (Neff 2015). Der Transfer von autologem Fettgewebe in den periartikulären Bereich im Rahmen der alloplastischen Kiefergelenkrekonstruktion wurde in diesem Zusammenhang als erfolgreich beschrieben (Mercuri et al. 2008).

4.5 Patientenalter und Dauer der Vorbehandlung

Die Haltbarkeit von Gelenkprothesen allgemein wird auf etwa zehn Jahren geschätzt (Lenzen-Schulte 2017). Die KG-Endoprothetik ist hierbei noch ein junges Verfahren, langfristige Studien zur Lebensdauer einer solchen TEP sowie die Effektivität und Stabilität sind vor allem unter Berücksichtigung steigender Nachfrage und Anwendung von großem Interesse. Die Verwendung der Methode hat eine steigende Tendenz und schließt Patienten jeden Alters mit ein. Eine Wechseloperation ist unter Umständen aufwendig und mit Komplikationen behaftet, vor allem muss mit der Vergrößerung des bereits vorliegenden Defektes gerechnet werden. Vor der OP sollte daher eine entsprechende differenzialtherapeutische Aufklärung erfolgen. Bei Patienten mit einer beidseitigen Kiefergelenkserkrankung ist zudem unter Umständen mit einem Progress im gegenüberliegenden Gelenk zu rechnen, so dass mittelfristig eine zweite TEP erforderlich wird, was mit den gleichen Risiken und Komplikationen einhergeht.

Das Alter der Patienten lag in der vorliegenden Arbeit zwischen 25 und 78 Jahren bei einem Mittelwert von 45 Jahren. Die Dauer der Vorbehandlung umfasste im Mittel 39 Monate. Mit dem Begriff Vorbehandlung ist hierbei die Zeitspanne von Erstdiagnosestellung durch den Vorbehandler, in der Regel durch den Hauszahnarzt, bis zum Zeitpunkt der Vorstellung in unserer Klinik und TEP-Implantation gemeint. Die

Vorbehandlung umfasste hierbei sowohl die konservative Behandlung inklusive Schienentherapie, Physiotherapie, Schmerztherapie als auch weitere Eingriffe am Kiefergelenk, beispielsweise eine Arthrozentese. Die Überweisungen der Patienten an die Bremer Klinik erfolgten hierbei überregional. Das Einzugsgebiet der Patienten erstreckte sich bundesweit bis über die Grenzen Deutschlands hinaus. Das Klinikum Bremen-Mitte bildet eines der Zentren für KG-Endoprothetik mit überregionalem Bekanntheitsgrad, hier erklärt sich die entsprechend hohe Anzahl an Eingriffen innerhalb eines kleinen Bundeslandes mit vergleichsweise kleinem Einzugsgebiet. Wird dieser Umstand nicht berücksichtigt, so erscheint die Anzahl der Patienten innerhalb des gewählten Zeitraums relativ hoch im Vergleich zu größeren mund-, kiefer- und gesichtschirurgischen Kliniken mit weitaus geringeren Fallzahlen.

Die Indikationsstellung zur TEP wurde in vielen Fällen bereits vor der Überweisung des Patienten getroffen, so dass sich die Patienten eigens zur TEP-Implantation beziehungsweise zur Mitbeurteilung und Beratung in der Klinik vorstellten.

Die mittlere Vorbehandlungsdauer von 39 Monaten ist, wenn man die KG-TEP als Ultima Ratio der Therapie von Kiefergelenkserkrankungen betrachtet, dennoch relativ gering. Auch ist das Alter der Patienten mit zum Teil Mitte 20 als sehr jung einzustufen. Bei den genannten Fällen handelte es sich um das Vorliegen von Osteoarthrosen infolge von Traumata mit entsprechend hohem Leidensdruck und Angabe starker Schmerzen. Nach differenzialtherapeutischer Aufklärung und unter Berücksichtigung anderer Therapieoptionen war zunächst eine Arthrozentese des Kiefergelenks erfolgt und erst im weiteren Verlauf eine TEP implantiert worden.

Gemäß der gemeinsamen Stellungnahme mehrerer deutscher Fachgesellschaften sollte eine chirurgische Maßnahme am Kiefergelenk grundsätzlich erst dann erfolgen, wenn morphologisch fassbare Gründe für Funktionseinschränkungen und Schmerzen vorliegen und beziehungsweise oder wenn eine konservative Therapie nicht zielführend ist. Darüber hinaus sollte eine ausreichende Erfolgsaussicht auf Beseitigung der Symptomatik bestehen (Ahlers et al. 2005). Nach diesem Leitbild ist auch die Behandlung der in der Studie untersuchten Patienten erfolgt. Das therapeutische Vorgehen nach dem genannten Stufenschema sollte hierbei im Einzelfall Abweichungen von dem üblichen Schema erlauben, so dass von Patient zu Patient individuell entschieden werden kann.

4.6 Grunderkrankung und Beeinflussung des operativen Ergebnisses

Der überwiegende Anteil der untersuchten Patienten litt an einer degenerativen Osteoarthrose. Aufgrund des geringen Stichprobenumfangs sowie der Tatsache, dass die Gruppe 1 lediglich Patienten mit einer Osteoarthrose enthielt, ist eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse beider Gruppen hinsichtlich der zugrundeliegenden Diagnose nur sehr eingeschränkt möglich gewesen. Ein Zusammenhang zwischen vorliegender Grunderkrankung und operativem Ergebnis ließ sich somit in der vorliegenden Studie nicht weiter untersuchen, so dass Folgestudien mit einem größeren Stichprobenumfang und weiteren Datenerhebungen auch hier erforderlich sind. Unabhängig von der bestehenden Grunderkrankung lag bei allen Patienten eine weitreichende Degeneration des Kiefergelenks vor. Die Einteilung der Patienten nach der Wilkes-Klassifikation sollte eine bessere Vergleichbarkeit des unterschiedlichen Patientenkollektivs bewirken. Im Vergleich der beiden Gruppen prä- und postoperativ zeigte die Studie bezüglich der Ergebnisqualität keinen signifikanten Unterschied.

4.7 Unterschiede zwischen konfektionierten und individualisierten Endoprothesen

Auf die Unterschiede zwischen konfektioniertem und individualisiertem CAD/CAM-Design soll im Folgenden ausführlich eingegangen werden.

In der vorliegenden Studie zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Patienten mit konfektionierten Prothesen und Patienten mit individualisierten CAD/CAM-Prothesen. Die Verteilung der Patienten innerhalb der Studie wurde als zufällig angenommen. Davon abgesehen gelten klare Indikationen für den Einsatz individualisierter Prothesen. Hierzu gehören ausgedehnte knöcherne Destruktionen mit Fehlen anatomischer Strukturen sowie der bereits vorausgegangene Einsatz einer KG-TEP (Gerbino et al. 2017).

Die Gruppengröße in der vorliegenden Arbeit war unterschiedlich. Gruppe 1 enthielt $n = 12$ Patienten, Gruppe 2 enthielt $n = 16$ Patienten. Davon abgesehen enthielt die Gruppe 1 lediglich Patienten mit der gleichen Grunderkrankung, im Vergleich dazu erschien Gruppe 2 in der Zusammensetzung inhomogen. Ebenso variierte in diesem Zusammenhang der Anteil an voroperierten Patienten, wodurch eine vergleichende Untersuchung bei insgesamt kleinem Stichprobenumfang zusätzlich erschwert wurde. Unter Berücksichtigung dessen zeigten die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Beide Gruppen erzielten eine signifikante bis hochsignifikante

Schmerzreduktion bei gleichzeitig verbesserter Mundöffnung und Verbesserung der Kaufunktion und einem vergleichbaren Endergebnis am Ende des Untersuchungszeitraums von einem halben Jahr.

Die Angaben zur Patientenzufriedenheit und zum subjektiven Wohlbefinden variierten hierbei. In der Gruppe 2 gaben 100% der Patienten eine Verbesserung des Wohlbefindens am Ende der Behandlung an. Im Vergleich dazu ließ sich bei nur ca. 66% der Patienten der Gruppe 1 eine Verbesserung beobachten. Bei insgesamt positiven Resultaten in beiden Gruppen erzielte die Gruppe 2 ein besseres Ergebnis. Gründe hierfür liegen am ehesten in der hohen Passgenauigkeit der CAD/CAM-Prothesen sowie der Möglichkeit, auf Patientenwünsche individuell eingehen zu können. Neben der Anpassung der Prothese an anatomische Besonderheiten durch eine virtuelle dreidimensionale OP-Planung besteht beispielsweise bei Vorliegen einer Nickelallergie die Möglichkeit, die Kobalt-Chrom-Molybdän-Nickel-Legierung des Kondylenteils entsprechend zu verändern und durch Titan zu ersetzen. Hierdurch kann eine Unverträglichkeitsreaktion vermieden werden.

Individualisierte CAD/CAM-Prothesen zeigen langzeitstabile und bereits gut untersuchte Ergebnisse und sind somit gerade in komplexen oder schwierigen Fällen zum Kiefergelenkersatz geeignet (Mercuri 2012a). Ein Nachteil der individualisierten Prothesen besteht wiederum in der aufwendigen Phase der Anfertigung. Diese umfasst in der Regel einen Zeitraum von mindestens acht Wochen. Eine schnelle Verfügbarkeit ist somit nicht gewährleistet.

Bei dringendem Behandlungswunsch, einem hohen Leidensdruck oder akuten Schmerzen stellt die konfektionierte Prothese daher eine sinnvolle Alternative dar. Dies kann mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie und einer hochsignifikanten Verbesserung von Mundöffnung und Schmerzreduktion nach einem Zeitraum von sechs Monaten untermauert werden. Die Ergebnisse waren zu diesem Zeitpunkt mit denen der CAD/CAM-Prothese vergleichbar. Die schnelle Verfügbarkeit sowie eine Kostenersparnis bei der Herstellung der konfektionierten Prothese ermöglichen außerdem den Einsatz der KG-TEP weltweit und stellen im Vergleich zu den individualisierten Prothesen einen Vorteil dar. Durch die Ökonomisierung des konfektionierten Prothesentyps gelingt somit ein vergleichbar gutes Ergebnis bei weniger präoperativem Aufwand und Kosten. Speziellen Fällen sollte jedoch stets eine individualisierte CAD/CAM-Prothese vorbehalten sein.

Weitere Untersuchungen sollen auf den Ergebnissen dieser ersten KG-TEP-Studie des Klinikums Bremen-Mitte aufbauen. Die Ergebnisse der jetzigen Studie zeigen trotz geringer Stichprobe vielversprechende Ergebnisse. Diese sollen nun den Grundstein für weitere Untersuchungen bilden. Eine größere Stichprobe und eine Untersuchung über einen mehrjährigen Zeitraum unter Berücksichtigung weiterer klinischer und radiologischer Parameter sind nun der nächste Schritt.

5 Zusammenfassung

Die Implantation einer Kiefergelenk-Endoprothese (KG-TEP) ist ein sowohl innovativer als auch invasiver Ansatz zur Behandlung schwerwiegender Kiefergelenkserkrankungen mit ausgeprägtem Internal Derangement (Wilkes-Stadium IV und V). Das Verfahren beinhaltet dabei die vollständige Resektion beider Kiefergelenkflächen und Zerstörung des umliegenden Kiefergelenkapparates sowie die Implantation eines alloplastischen Gelenkersatzes, bestehend aus einer Kondylen- und einer Fossa-Komponente. Dieser Gelenkersatz steht an der gemeinsamen Endstrecke unterschiedlicher chirurgischer Verfahren und stellt die Ultima Ratio bei der Behandlung von Kiefergelenkserkrankungen dar. Prinzipiell unterscheidet man hierbei zwischen individuell angefertigten CAD/CAM-Prothesen und konfektionierten Prothesen. Die Effektivität und Stabilität dieser Methode soll im Folgenden untersucht werden. Im Rahmen einer retrospektiven Studie in der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie und Plastische Operationen des Klinikums Bremen-Mitte erfolgte die Untersuchung von insgesamt 28 Patienten zu fünf verschiedenen Zeitpunkten (präoperativ, 72 Stunden postoperativ, vier Wochen postoperativ, zwölf Wochen postoperativ, sechs Monate postoperativ). Alle Patienten erhielten eine einseitige KG-TEP. Gruppe 1 enthielt Patienten mit konfektionierten Prothesen ($n = 12$), Gruppe 2 bestand aus Patienten mit individualisierten Prothesen ($n = 16$). Bei dem verwendeten Prothesensystem handelte es sich jeweils um Biomet®.

Die Kondylen-Komponente bestand hierbei aus einer Kobalt-Chrom-Molybdän-Nickel-Legierung, die knöchernen Auflagefläche war mit Titan-Plasma beschichtet. Die Fossa-Komponente bestand aus UHMWPE. Die Fixation erfolgte per Osteosynthese durch Titan-Schrauben. Die Untersuchung beinhaltete die Messung der maximal erreichbaren Schneidekantendistanz (mm). Bestehende Schmerzen wurden auf einer visuellen Analogskala (VAS, 0 - 10) angegeben. Die Patienten wurden bezüglich ihrer Kostform befragt (flüssige, weiche oder normale Kost). Zum Abschluss der Behandlung wurde angegeben, inwiefern sich das subjektive Wohlbefinden im Vergleich zu präoperativ verändert hat (schlechter, besser, unverändert).

Die Mundöffnung verbesserte sich in beiden Gruppen erheblich, ebenso wurde eine signifikante Schmerzreduktion beobachtet. Die Unterschiede waren in beiden Gruppen nach sechs Monaten jeweils hoch signifikant ($p < 0,001$). Bei keinem der Patienten lag nach Abschluss des Beobachtungsintervalls noch eine flüssige Diät vor. 100% der Patienten in Gruppe 2 (CAD/CAM) gaben eine Verbesserung des subjektiven Wohlbefindens an. Diese Angabe lag in der Gruppe 1 bei etwa 66%. Statistisch zeigten sich keine signifikanten Unterschiede beider Gruppen im Vergleich.

Komplikationen traten in 32% aller Fälle auf. Hierzu gehörten vorübergehende Lähmungen im Bereich des N. facialis ($n = 7$), bleibende Lähmung ($n = 1$) sowie das

Vorliegen einer Speichelfistel ($n = 1$). Infektionen, Okklusionsstörungen oder der Verlust der KG-TEP wurden nicht beobachtet.

Der Einsatz der Kiefergelenkprothetik erwies sich im Rahmen der vorliegenden Studie als erfolgreich. Das Verfahren zeigt eine langfristige Verbesserung der Mundöffnung sowie eine signifikante Schmerzreduktion als Voraussetzung zur Rehabilitation der Kau- und Sprechfunktion. Hierbei zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen konfektionierter und individuell angefertigter TEP. Weitere longitudinale Studienmodelle mit einem größeren Stichprobenumfang sowie längerem Beobachtungsintervall sind notwendig, um die vorliegenden Aussagen zu verifizieren.

6 Literaturverzeichnis

- Aagaard E, Thygesen T (2014): A prospective, single-centre study on patient outcomes following temporomandibular joint replacement using a custom-made Biomet TMJ prosthesis. *Int J Oral Maxillofac Surg* **43**, 1229-1235
- AAOMS 2017: Temporomandibular disorders.
[http://www.aaoms.org/docs/practice_resources/clinical_resources/tmd_disorders.pdf] Zugriff am 27.07.2017
- Ahlers MO, Freesmeyer, WB, Fussnegger M, Göz G, Jakstat HA, Koeck B, Neff A, Ottl P, Reiber T (2005): Zur Therapie der funktionellen Erkrankungen des kranio-mandibulären Systems. [https://www.dgzmk.de/uploads/tx_szdgzmkdocuments/Zur_Therapie_der_funktionellen_Erkrankungen_des_kraniomandibulaeren_Systems_2005.pdf] Zugriff am 14.07.2018
- Alakailly X, Schwartz D, Alwanni N, Demko C, Altay MA, Kilinc Y, Baur DA, Qureshy F (2017): Patient-centered quality of life measures after alloplastic temporomandibular joint replacement surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* **46**, 204-207
- ASTMJS 2005: Guidelines for diagnosis and management of disorders involving the Temporomandibular joint and related musculoskeletal structures.
[<http://www.astmjs.org/final%20guidelines-04-27-2005.pdf>] Zugriff am 07.12.2017
- Arnett GW, Milam SB, Gottesman L (1996): Progressive mandibular retrusion- idiopathic condylar resorption. Part I. *Am J Orthod Dentofac Orthop* **110**, 8-15
- Aumüller G, Aust G, Doll A, Engele J, Kirsch J, Mense S, Reissi D, Salvetter J, Schmidt W, Schmitz F, Schulte E, Spänel-Borowski K, Wolff W, Wurzinger LJ, Zilch H-G: *Anatomie (Duale Reihe)*. Thieme, Stuttgart 2006
- Azumi Y, Sugawara J, Takahashi I, Mitani H, Nagasaka H, Kawamura H (2004): Positional and morphologic changes of the mandibular condyle after mandibular distraction osteogenesis in skeletal class II patients. *World J Orthod* **5**, 32-39
- Baird DN, Rea WJ (1998): The temporomandibular joint implant controversy: a review of autogenous/alloplastic materials and their complications. *J Nutr Environ Med*, **8**, 289-300
- Bouillon B, Tiling T, Shafizadeh S (2003): Stellenwert von arthroskopischem Debridement und Lavage bei der Therapie der Arthrose. *Dtsch Z Sportmed* **54**, 215-217
- Briceno F, Ayala R, Delgado K, Pinango S (2013): Evaluation of temporomandibular joint total replacement with alloplastic prosthesis: observational study of 27 patients. *Craniofac Trauma Reconstr* **6**, 171-178
- Cai X-Y, Yang C, Zhi-Yuan Z, Qiu W-L, Chen M-J, Zhang S-Y (2010): Septic arthritis of the temporomandibular joint: a retrospective review of 40 cases. *J Oral Maxillofac Surg* **68**, 731-738
- Carnochan JM (1860): Mobilizing a patient's ankylosed jaw by placing a block of wood between the raw bony surfaces after resection. *Arch Med*, 284-286

- Cascone P, Valerio R, Arangio P, Vellone V, Tarsitano A, Marchetti C (2016): TMJ inferior compartment arthroplasty procedure through a 25-year follow-up (functional arthroplasty). *Ann Stomatol* 7, 60-64
- Cho JW, Park JH, Kim JW, Kim SJ (2016): The sequential management of recurrent temporomandibular joint ankylosis in a growing child: a case report. *Maxillofac Plast Reconstr Surg* 38, 39
- Christensen RW (1963): The correction of mandibular ankylosis by arthroplasty and insertion of a cast vitallium glenoid fossa. *Am J Orthop* 48,16-24
- De Coster PJ, Van den Berghe LI, Martens LC (2005): Generalized joint hypermobility and temporomandibular disorders: inherited connective tissue disease as a model with maximum expression. *J Orofac Pain* 19, 47-57
- De Meurechy N, Braem A, Mommaerts MY (2018): Biomaterials in temporomandibular joint replacement: current status and future perspectives-a narrative review. *Int J Oral Maxillofac Surg* 47, 518-533
- Desai J (2018): Patient perception following alloplastic total temporomandibular joint replacement. *Ann Maxillofac Surg* 8, 83-85
- Dias IM, Codeiro PC, Devito KL, Tavares MLF, Leite ICG, Tesch RdeS (2016): Evaluation of temporomandibular joint disc displacement as a risk factor for osteoarthritis. *Int J Oral Maxillofac Surg* 45, 313-317
- Driemel O, Braun S, Müller-Richter UD, Behr M, Reichert TE, Kunkel M, Reich R (2009): Historical development of alloplastic temporomandibular joint replacement after 1945 and state of the art. *Int J Oral Maxillofac Surg* 38, 909-920
- Enzinger S, Burger H, Gaggl A (2018): Reconstruction of the mandibular condyle using the microvascular lateral femoral condyle flap. *Int J Oral Maxillofac Surg* 47, 603-607
- Gerbino G, Zavattero E, Bosco G, Berrone S, Ramieri G (2017): Temporomandibular joint reconstruction with stock and custom-made devices: indications and results of a 14-year experience. *J Craniomaxillofac Surg* 45, 1710-1715
- Giannakopoulos HE, Sinn DP, Quinn PD (2012): Biomet microfixation temporomandibular joint replacement system: a 3-year follow-up study of patients treated during 1995 to 2005. *J Oral Maxillofac Surg* 70, 787-796
- Gluck T (1891): Referat über die durch das moderne chirurgische Experiment gewonnenen positiven Resultate, betreffend die Naht und den Ersatz von Defekten höherer Gewebe, sowie über die Verwerthung resorbierbarer und lebendiger Tampons in der Chirurgie. *Archiv Klinik Chirurgie* 41, 186-192
- Gonzalez-Perez L-M, Gonzalez-Perrez-Somarriba B, Centeno G, Vallellano C, Montes Carmona J-F (2016): Evaluation of total alloplastic temporo-mandibular joint replacement with two different types of prostheses: a three-year prospective study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 1, 766-775
- Guarda-Nardini L, Manfredini D, Ferronato G (2008): Temporomandibular joint total replacement prosthesis: current knowledge and considerations for the future. *Int J Oral Maxillofac Surg* 37, 103-110

- Gurung T, Singh RK, Mohammed S, Pal US, Mahdi AA, Kumar M (2017): Efficacy of arthrocentesis versus arthrocentesis with sodium hyaluronic acid in temporomandibular joint osteoarthritis: a comparison. *Natl J Maxillofac Surg* 8, 41-49
- Hell BH, Büddicker CA, Kley P (2017): Beidseitige Ankylose der Kiefergelenke. *Zahnärztl Mitt* 107, 92-96
- Henry TC: Prosthetic restoration of the left temporomandibular joint in a case of partial ankylosis. International Society of Plastic Surgeons. Transactions of the 2nd Congress of the ISPS, London 1960
- Hoffmann J, Ehrenfeld M, Hwang S, Schwenzer N (1998): Complications after microsurgical tissue transfer in the head and neck region. *J Cranio Max Fac Surg* 26, 255-259
- Hölzle F, Kesting M: Traumatologie des Gesichtsschädels. In: Jackowski J, Peters H, Hölzle F: Praxisleitfaden Zahnärztliche Chirurgie. Urban und Fischer/Elsevier, München 2007, 159
- Hölzle F, Riediger D, Ehrenfeld M: Mikrochirurgische Transplantate. In: Hausamen J-E, Machtens E, Reuther J, Eufinger H, Kübler A, Schliephake H (Hrsg.): Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Operationslehre und Atlas. 4., vollständig überarbeitete Auflage; Springer, Berlin 2012, 653-661
- Howlader D, Vignesh U, Bhutia DP, Pandey R, Kumar S, Chandra T, Mehrotra D (2017): Hydroxyapatite collagen scaffold with autologous bone marrow aspirate for mandibular condylar reconstruction. *J Craniomaxillofac Surg* 45, 1566-1572
- Johnson NR, Roberts M, Doi SA, Batstone MD (2017): Total temporomandibular joint replacement prostheses: a systematic review and bias-adjusted meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg* 46, 86-92
- Jones RH (2011): Temporomandibular joint reconstruction with total alloplastic joint replacement. *Aust Dent J* 56, 85-91
- Khanna JN, Ramaswami R (2017): Synovial chondromatosis of the temporomandibular joint with intracranial extension-report of two cases. *Int J Oral Maxillofac Surg* 46, 1579-1583
- Kalladka M, Quek S, Heir G, Eliav E, Mupparapu M, Viswanath A (2014): Temporomandibular joint osteoarthritis: diagnosis and long-term conservative management: a topic review. *J Indian Prosthodont Soc* 14, 6-15
- Kamradt T, Krause A, Priem S, Burmester G-R (1998) Die Lyme-Arthritis- Klinik, Diagnose und Therapie. *Dtsch Arztebl Int* 95, 214 - 219
- Koslin MG, Indresano AT, Mercuri LG (2012): Temporomandibular Joint Surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 70, e204-e231
- Kracima J, Merema BJ, Witjes MJH, Spijkervet FKL (2018): Development of a patient-specific temporomandibular joint prosthesis according to the Groningen principle through a cadaver test series. *J Craniomaxillofac Surg* 46, 779 - 784
- Kumar P, Rattan V, Rai S (2015): Do costochondral grafts have any growth potential in temporomandibular joint surgery? A systematic review. *J Oral Biol Craniofac Res* 5, 198-202
- Landes C, Sader R (2017): Kiefergelenksendoprothesen. *MKG-Chirurg* 10, 205-219

- Lee WY, Park YW, Kim SG (2014): Comparison of costochondral graft and customized total joint reconstruction for treatments of temporomandibular joint replacement. *Maxillofac Plast Reconstr Surg* 36, 135-139
- Lenzen-Schulte M (2017): Orthopädenkongress. Wenn die Prothese nicht mehr hält. *Dtsch Arztebl*, 114(48), 1911-1914
- Linsen SS, Reich RH, Teschke M (2012): Mandibular kinematics in patients with alloplastic total temporomandibular joint replacement-a prospective study. *J Oral Maxillofac Surg* 70, 2057-2064
- Marty P, Louvrier A, Weber E, Dubreuil PA, Chatelain B, Meyer C (2016): Arthrocentesis of the temporomandibular joint and intra-articular injections: an update. *Rev Stomatol Chir Maxillofac Chir Orale* 117, 266-272
- Mercuri LG (1998): Alloplastic temporomandibular joint reconstruction. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 85, 631-637
- Mercuri LG (2012a): Alloplastic temporomandibular joint replacement: rationale for the use of custom devices. *Int J Oral Maxillofac Surg* 41, 1033-1040
- Mercuri LG (2012b): Avoiding and managing temporomandibular joint total joint replacement surgical site infections. *J Oral Maxillofac Surg* 70, 2280-2289
- Mercuri LG (2014): Temporomandibular joint replacement periprosthetic joint infections: a review of early diagnostic testing options. *Int J Oral Maxillofac Surg* 43, 1236-1242
- Mercuri LG: Total temporomandibular joint replacement (custom). In: Kademani D, Tiwana P (Hrsg.): *Atlas of oral and maxillofacial surgery*. Elsevier, St. Louis, USA 2016, 1333-1339
- Mercuri LG, Giobbie-Hurder A (2004): Long-term outcomes after total alloplastic temporomandibular joint reconstruction following exposure to failed materials. *J Oral Maxillofac Surg* 62, 1088-1096
- Mercuri LG, Wolford LM, Sanders B, White RD, Hurder A, Henderson W (1995): Custom CAD/CAM total temporomandibular joint reconstruction system: preliminary multicenter report. *J Oral Maxillofac Surg* 53, 106 -115
- Mercuri LG, Ali FA, Woolsen R (2008): Outcomes of total alloplastic replacement with periarticular autogenous fat grafting for management of reankylosis of the temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg* 66, 1794-1803
- Nayyar P, Kumar, P, Nayyar PV, Singh A (2014): BOTOX: Broadening the Horizon of Dentistry. *J Clin Diagn Res* 8, 25-29
- Neff A (2013): Chirurgische Verfahren bei Erkrankungen des Kiefergelenks. *Zahnärztl Mitt* 22, 1-5
- Neff A (2015): Kiefergelenksersatz-Kontraindikationen und Risiken. *J CranioMand Func* 7, 191-210
- Nicolieolo LFP, Jacobs R, Ali Albdour E, Hoste X, Abeloos J, Politis C, Swennen G (2017) Is oestrogen associated with mandibular condylar resorption? A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg* 46, 1394-1402

- O'Connor RC, Fawthrop F, Salha R, Sidebottom AJ (2017): Management of the temporomandibular joint in inflammatory arthritis: Involvement of surgical procedures. *Eur J Rheumatol* 4, 151-156
- Pasler FA: Zahnärztliche Radiologie. 4. Auflage; Thieme, Stuttgart 2003
- Park JH, Jo E, Cho H, Kim HJ (2017): Temporomandibular joint reconstruction with alloplastic prosthesis: the outcomes of four cases. *Maxillofac Plast Reconstr Surg* 39, 6
- Peroz I, Herrligkoffer K, Lange K-P (2009): MRI-based reevaluation of patients with disc displacement without reduction. *J CranioMand Func* 1, 43-55
- Prechtel U, Ottl P, Ahlers M, Neff A (2018): Therapie der Kiefergelenksluxation. Ein systemischer Review. *Dtsch Arztebl Int* 115, 59-64
- Rehrmann A (1956): Osteoplastische Verriegelung des Kiefergelenkes in Fällen von habitueller Luxation. *Zentralbl Chir* 81, 520
- Reich RH (2008): Kiefergelenkerkrankungen. Diagnostik und Therapie aus chirurgischer Sicht. *MKG-Chirurg* 1, 59-72
- Reich RH, von Lindern J-J: Funktionelle Kiefergelenkschirurgie. In: Horch HH (Hrsg.): Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie. 4., vollständig überarb. Auflage; Urban und Fischer/Elsevier, München 2007, 184-196
- Reich RH, Teschke M (2012): Kiefergelenkschirurgie. In: Hausamen J-E, Machtens E, Reuther J, Eufinger H, Kübler A, Schliephake H (Hrsg.): Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Operationslehre und Atlas. 4., vollständig überarbeitete Auflage; Springer, Berlin 2012, 190-210
- Resnik CM (2018): Temporomandibular joint reconstruction in the growing child. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 30, 109-121
- Riedel PB: Eine systematische Analyse und Bewertung verschiedener chirurgischer Therapiekonzepte zum Internal Derangement anhand internationaler Publikationen im Vergleich mit Ergebnissen der Universitätsklinik Marburg. *Med. Diss. Marburg* 2013
- Robinson M (1960): Temporomandibular joint ankylosis corrected by creating a false stainless steel fossa. *J South Calif Dent Assoc* 6, 186-190
- Samandari F: Funktionelle Anatomie der Hirnnerven und des vegetativen Nervensystems. 2., völlig überarbeitete Auflage; Walter de Gruyter, Berlin 1994
- Sanovich R, Mehta U, Abramowicz S, Widmer C, Dolwick MF (2014): Total alloplastic temporomandibular joint reconstruction using Biomet stock prostheses: the University of Florida experience. *Int J Oral Maxillofac Surg* 43, 1091-1095
- Saka B, Petsch I, Hingst V, Härtel J (2004): The influence of pre- and intraoperative positioning of the condyle in the centre of the articular fossa on the position of the disc in orthognathic surgery. A magnetic resonance study. *Br J Oral Maxillofac Surg* 42, 120-126
- Sharma R, Manikandhan R, Sneha P, Parameswaran A, Kumar JN, Sailer HF (2017): Neocondyle distraction osteogenesis in the management of temporomandibular joint ankylosis: report of five cases with review of literature. *Indian J Dent Res* 28, 269-274
- Sidebottom AJ (2009): Current thinking in temporomandibular joint management. *Br J Oral Maxillofac Surg* 47, 91-94

- Sidebottom AJ, Mistry K (2014): Prospective analysis of the incidence of metal allergy in patients listed for total replacement of the temporomandibular joint. *Br J Oral Maxillofac Surg* 52, 85-86
- Sidebottom AJ, Cooper J, Hensher R, Korczak P, Koppell D, Penny N, Revington P, Saeed N, Simpson M, Speculand B, Worrall S (2008): Guidelines for the replacement of temporomandibular joints in the United Kingdom. *Br J Oral Maxillofac Surg* 46, 146-147
- Smeets R, Stadlinger B, Schwarz F, Beck-Broichsitter B, Jung O, Precht C, Kloss F, Grobe A, Heiland M, Ebker T (2016): Impact of dental implant surface modifications on osseointegration. *Biomed Res Int* 2016, 6285620
- Sonnenburg M, Sonnenburg I (1990): Development and clinical application of the total temporomandibular joint (TMJ) endoprosthesis. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 91, 165-169
- Sporniak-Tutak K, Janiszewska-Olszowska J, Kowalczyk R (2011): Management of temporomandibular ankylosis- compromise or individualization- a literature review. *Med Sci Monit* 17, 111-116
- Stelzenmüller W, Wiesner J: Therapie von Kiefergelenkserkrankungen. 2., überarb. und erw. Auflage; Thieme, Stuttgart 2010
- Tang W, Long J, Feng F, Guo L, Gao C, Tian W (2009): Condyle replacement after tumor resection: comparison of individual prefabricated titanium implants and costochondral grafts. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 108, 147-152
- Teschke M, Reich RH (2015): Funktionsstörungen und Erkrankungen des Kiefergelenks. *MKG-Chirurg* 8, 47 - 60
- Tillmann BN: Atlas der Anatomie des Menschen. Springer Verlag, Heidelberg 2005
- Tucker MR, Watzke IM (1991): Autogenous auricular cartilage graft for temporomandibular joint repair. A comparison of technique with and without temporary silastic implantation. *J Craniomaxillofac Surg* 19, 108-12
- Undt G, Rasse M (1996): Die chirurgische Therapie der rezidivierenden kondylären Luxation des Kiefergelenks. *Acta Chir Austriaca* 4, 233-237
- Westermark A (2010): Total reconstruction of the temporomandibular joint. Up to 8 years of follow-up of patients treated with Biomet® total joint prostheses. *Int J Oral Maxillofac Surg* 39, 951-955
- Westermark A, Heden P, Aagaard E, Cornelius CP (2011): The use of TMJ Concepts prostheses to reconstruct patients with major temporomandibular joint and mandibular defects. *Int J Oral Maxillofac Surg* 40, 487-96
- Westesson PL, Eriksson L, Lindstrom C (1987): Destructive lesions of the mandibular condyle following diskectomy with temporary silicone implant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 63, 143-50
- Wilkes CH (1989): Internal derangements of the temporomandibular joint. Pathological variations. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 115, 469-77
- Wolff KD: Plastische und Rekonstruktive Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. In: Horch HH (Hrsg.): Mund-, Kiefer-Gesichtschirurgie. 4., vollständig überarb. Auflage; Urban und Fischer/Elsevier, München 2007, 771-773

-
- Wolford LM, Mercuri LG, Schneiderman ED, Movahed R, Allen W (2015): Twenty-year follow-up study on a patient-fitted temporomandibular joint prosthesis: the Techmedica/TMJ Concepts device. *J Oral Maxillofac Surg* 73, 952-960
- Yap AU, Chua AP (2016): Sleep bruxism: current knowledge and contemporary management. *J Conserv Dent* 19, 383-389

7 Tabellenanhang

7.1 Angaben zum Wilkes-Stadium, Grunderkrankung, Alter und Geschlecht

Tab. 3: Erfassung der Patientendaten I

Laufende Nr.	Wilkes - Stadium	Grund-Erkrankung Osteoarthrose=1 Ankylose=2 benigner Tumor=3 Chondromatose = 4 Pseudoarthrose=5 Osteomyelitis = 6	Alter	Geschlecht weiblich=1 männlich=2	Gruppe stock=1 cad/cam=2	Seite R= rechts L= links
1	4	1	44	1	1	R
2	4	1	27	1	1	R
3	4	1	36	1	1	L
4	5	1	45	2	2	R
5	4	1	32	1	2	R
6	5	2	37	2	2	R
7	5	2	39	2	2	L
8	4	1	27	1	2	L
9	4	1	48	2	2	L
10	4	1	53	1	1	R
11	4	1	54	1	1	L
12	4	6	56	1	2	R
13	5	5	37	2	2	L
14	4	1	25	1	2	L
15	4	1	27	1	2	L
16	4	1	45	1	1	R
17	5	4	65	1	2	L
18	4	1	78	1	1	R
19	4	1	46	1	1	L
20	5	3	46	2	2	L
21	4	1	67	2	2	R
22	5	1	58	2	1	L
23	5	5	67	1	2	R
24	4	1	66	1	2	L
25	4	1	30	1	1	L
26	5	1	26	1	1	L
27	5	1	50	1	2	L
28	4	1	30	1	1	R

7.2 Subjektives Wohlbefinden, Voroperationen, Komplikationen

Tab. 4: Erfassung der Patientendaten II

Laufende Nr.	subjektives Wohlbefinden 0= keine Änderung 1= besser	Gruppe stock=1 cad/cam=2	Intervall zwischen initialer KG-Behandlung und KG-TEP (Monate=mo)	Vor-OP 1=nein 2= ja	Komplikationen 0= keine 1= temporäre Facialis-Lähmung 2= bleibende Lähmung R. frontalis 3=Speichelfistel
1	1	1	26	1	1
2	0	1	62	2	1
3	1	1	38	1	1
4	1	2	73	2	2
5	1	2	25	1	2
6	1	2	44	2	2
7	1	2	53	2	2
8	1	2	40	2	2
9	1	2	43	1	2
10	1	1	37	1	1
11	0	1	35	1	1
12	1	2	46	2	2
13	1	2	90	2	2
14	1	2	23	1	2
15	1	2	25	1	2
16	1	1	45	1	1
17	1	2	20	2	2
18	0	1	36	1	1
19	1	1	19	1	1
20	1	2	25	2	2
21	1	2	13	1	2
22	0	1	34	1	1
23	1	2	59	1	2
24	1	2	28	1	2
25	1	1	37	1	1
26	1	1	41	1	1
27	1	2	52	2	2
28	1	1	33	1	1

7.3 Interinzisaler Abstand, Kostform, Schmerzangabe

Tab. 5: Erfassung der Patientendaten III

Laufende Nr.	Interinzisaler Abstand (mm)	Gruppe stock=1 cad/cam=2	Zeitpunkt (T) 0=präop. 1=72h 2=4wo 3=12wo 4=6mo (wo=Wochen, mo=Monate)	Diät flüssig= 1 weich=2 normal=3	Visuelle Analogskala (VAS) 0= kein Schmerz 10= am stärksten vorstellbarer Schmerz
1	14	1	0	1	8
2	11	1	0	1	9
3	8	1	0	2	9
4	15	2	0	2	8
5	10	2	0	1	9
6	1	2	0	1	7
7	0	2	0	1	7
8	6	2	0	2	9
9	10	2	0	2	8
10	5	1	0	2	10
11	4	1	0	1	10
12	8	2	0	1	8
13	15	2	0	3	7
14	17	2	0	2	9
15	30	2	0	2	8
16	15	1	0	1	9
17	7	2	0	2	7
18	18	1	0	2	8
19	15	1	0	2	9
20	9	2	0	1	8
21	10	2	0	3	7
22	17	1	0	2	8
23	15	2	0	2	6
24	14	2	0	3	8
25	11	1	0	2	8
26	11	1	0	1	9
27	17	2	0	2	8
28	16	1	0	2	9
29	12	1	1	1	4
30	11	1	1	1	5
31	8	1	1	1	5
32	15	2	1	1	5
33	11	2	1	1	5
34	15	2	1	1	6

Laufende Nr.	Interinzisaler Abstand (mm)	Gruppe stock=1 cad/cam=2	Zeitpunkt (T) 0=präop. 1=72h 2=4wo 3=12wo 4=6mo (wo=Wochen, mo=Monate)	Diät flüssig= 1 weich=2 normal=3	Visuelle Analogskala (VAS) 0= kein Schmerz 10= am stärksten vorstellbarer Schmerz
35	12	2	1	1	4
36	9	2	1	1	3
37	11	2	1	1	4
38	5	1	1	1	5
39	5	1	1	1	5
40	8	2	1	1	4
41	15	2	1	2	3
42	15	2	1	2	3
43	20	2	1	2	3
44	13	1	1	1	3
45	12	2	1	1	4
46	9	1	1	1	5
47	13	1	1	1	3
48	15	2	1	1	5
49	10	2	1	1	6
50	16	1	1	1	3
51	12	2	1	1	3
52	16	2	1	1	2
53	12	1	1	1	4
54	11	1	1	1	3
55	13	2	1	1	2
56	15	1	1	1	2
57	21	1	2	3	3
58	19	1	2	2	4
59	20	1	2	2	3
60	25	2	2	3	2
61	22	2	2	2	2
62	16	2	2	2	3
63	20	2	2	2	3
64	15	2	2	2	2
65	25	2	2	2	0
66	19	1	2	2	2
67	12	1	2	2	3
68	15	2	2	2	4
69	23	2	2	3	1
70	35	2	2	3	2
71	32	2	2	3	0
72	25	1	2	2	3
73	25	2	2	2	3
74	20	1	2	2	5
75	27	1	2	3	2
76	25	2	2	2	3

Laufende Nr.	Interinzisaler Abstand (mm)	Gruppe stock=1 cad/cam=2	Zeitpunkt (T) 0=präop. 1=72h 2=4wo 3=12wo 4=6mo (wo=Wochen, mo=Monate)	Diät flüssig= 1 weich=2 normal=3	Visuelle Analogskala (VAS) 0= kein Schmerz 10= am stärksten vorstellbarer Schmerz
77	25	2	2	2	3
78	28	1	2	2	3
79	18	2	2	3	2
80	18	2	2	1	2
81	25	1	2	3	3
82	18	1	2	1	3
83	25	2	2	2	2
84	27	1	2	3	2
85	30	1	3	3	2
86	31	1	3	3	4
87	27	1	3	3	1
88	33	2	3	3	0
89	35	2	3	3	0
90	21	2	3	2	2
91	20	2	3	2	0
92	30	2	3	3	2
93	37	2	3	3	0
94	31	1	3	3	2
95	19	1	3	2	3
96	21	2	3	3	4
97	36	2	3	3	1
98	43	2	3	3	0
99	39	2	3	3	0
100	36	1	3	3	1
102	27	2	3	2	3
103	24	1	3	2	4
104	27	1	3	3	1
105	25	2	3	3	2
106	25	2	3	3	2
107	28	1	3	3	3
108	18	2	3	3	2
109	18	2	3	3	1
110	25	1	3	3	3
111	26	1	3	3	2
112	25	2	3	3	1
113	36	1	3	3	2
114	36	1	4	3	2
115	31	1	4	3	3
116	29	1	4	3	1
117	36	2	4	3	0
118	37	2	4	3	0
119	25	2	4	2	2

Laufende Nr.	Interinzisaler Abstand (mm)	Gruppe stock=1 cad/cam=2	Zeitpunkt (T) 0=präop. 1=72h 2=4wo 3=12wo 4=6mo (wo=Wochen, mo=Monate)	Diät flüssig= 1 weich=2 normal=3	Visuelle Analogskala (VAS) 0= kein Schmerz 10= am stärksten vorstellbarer Schmerz
120	26	2	4	3	0
121	37	2	4	3	2
122	41	2	4	3	0
123	36	1	4	3	1
124	25	1	4	2	3
125	26	2	4	3	4
126	36	2	4	3	1
127	43	2	4	3	0
128	41	2	4	3	0
129	38	1	4	3	1
130	31	2	4	3	1
131	25	1	4	2	4
132	42	1	4	3	1
134	30	2	4	3	2
135	36	2	4	3	2
136	28	1	4	3	3
137	30	2	4	3	2
138	38	2	4	3	1
139	37	1	4	3	2
140	30	1	4	3	2
141	26	2	4	3	1
142	36	1	4	3	2

Danksagung

An dieser Stelle bedanke ich mich vielmals bei allen, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt und begleitet haben. Mein besonderer Dank gilt dabei an erster Stelle Herrn Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Jan Rustemeyer, Klinikdirektor der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie und Plastische Operationen des Klinikums Bremen-Mitte, für die Überlassung dieses Promotionsthemas und seine volle Unterstützung und umfassende Beratung während der gesamten Promotionszeit. Mein besonderer Dank gilt ebenso im gleichen Umfang Herrn Dr. rer. hum. Karsten Winter vom Institut für Anatomie der Medizinischen Fakultät der Universität Leipzig für die gute Zusammenarbeit, die kompetente und umfassende Beratung und seine wertvolle Unterstützung. Ich bedanke mich ebenso für die gute und umfassende Beratung und Unterstützung sowie die kritisch-konstruktive Auseinandersetzung mit dem Promotionsthema bei meinem Zweitbetreuer Herrn Prof. Dr. med. dent. Philipp Meyer-Marcotty, Direktor der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universitätsmedizin Göttingen, sowie die von ihm erhaltene Inspiration beim Schreiben der vorliegenden Arbeit. Ohne die genannten Personen wäre das Zustandekommen der vorliegenden Arbeit nicht möglich gewesen. Das Arbeiten in diesem Team habe ich stets als wertvolle persönliche Bereicherung empfunden.