

Aus dem Institut für 3D-Dentalradiologie - MESANTIS Berlin

**DISSERTATION**

**Die Kondylenposition bei craniomandibulärer Dysfunktion:  
dreidimensional-röntgenologische Erhebung in Kombination mit  
klinischen Befunden zur Etablierung einer neuen Klassifikation**

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Sarah Steinbock

aus Groningen

Datum der Promotion: 02.03.2018

Meinen Eltern in Liebe und Dankbarkeit gewidmet.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abstrakt</b>	<b>I</b>
<b>Abstract</b>	<b>III</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>VI</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>VII</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Anatomie des Kiefergelenks	1
1.2. Kondylenposition	3
1.3 Craniomandibuläre Dysfunktion	4
1.3.1 Definition	4
1.3.2 Klinische Untersuchung	4
1.3.3 Instrumentelle Funktionsanalyse	5
1.3.4 Bildgebung	5
1.4 Kondylenposition bei CMD	9
<b>2. Zielsetzung</b>	<b>11</b>
<b>3. Methodik</b>	<b>13</b>
3.1 Allgemeine Methodik	13
3.1.1 Patientenkollektiv	13
3.1.2 DVT-Aufnahme	14
3.1.3 Röntgenologische Befundung	15
3.1.4 Klinische Befundung	19
3.2 CP-Klassifikation und spezielle Methodik	22
3.2.1 CP0 im Gruppenvergleich	24
3.2.2 CP1 im Gruppenvergleich	24
3.2.3 CP2 im Gruppenvergleich	25
3.2.4 CP3 im Gruppenvergleich	25
3.2.5 Kondylenlokalisationen im Gruppenvergleich	25
3.2.6 CP-Klassen und Funktionsbefunde der Gelenkflächen	26
3.2.7 CP-Klassen und Funktionsbefunde der Muskulatur	26
3.2.8 CP-Klassen und Knackgeräusche	26
3.2.9 CP-Klassen und Funktionsbefunde der Mundöffnung	27
3.3 Statistische Auswertung	27

<b>4. Ergebnisse</b>	<b>28</b>
4.1 CP0 im Gruppenvergleich	29
4.2 CP1 im Gruppenvergleich	30
4.3 CP2 im Gruppenvergleich	31
4.4 CP3 im Gruppenvergleich	32
4.5 Kondylenlokalisationen im Gruppenvergleich	35
4.6 CP-Klassen und Funktionsbefunde der Gelenkflächen	37
4.7 CP-Klassen und Funktionsbefunde der Muskulatur	39
4.8 CP-Klassen und Knackgeräusche	41
4.9 CP-Klassen und Funktionsbefunde der Mundöffnung	43
<b>5. Diskussion</b>	<b>45</b>
5.1 Diskussion der Methoden	45
5.1.1 Patientenkollektiv	45
5.1.2 Digitale Volumentomographie	45
5.1.3 Klinische Untersuchung	46
5.2 Diskussion der Ergebnisse	47
5.2.1 CP0 im Gruppenvergleich	47
5.2.2 CP1 im Gruppenvergleich	47
5.2.3 CP2 im Gruppenvergleich	47
5.2.4 CP3 im Gruppenvergleich	48
5.2.5 Kondylenlokalisationen im Gruppenvergleich	49
5.2.6 CP-Klassen und Funktionsbefunde der Gelenkflächen	50
5.2.7 CP-Klassen und Funktionsbefunde der Muskulatur	50
5.2.8 CP-Klassen und Knackgeräusche	50
5.2.9 CP-Klassen und Funktionsbefunde der Mundöffnung	51
5.2.10 Literaturvergleich	51
5.3 Schlussfolgerung	54
<b>6. Literaturverzeichnis</b>	<b>55</b>
<b>Eidesstattliche Erklärung</b>	<b>61</b>
<b>Curriculum Vitae</b>	<b>62</b>
<b>Danksagung</b>	<b>63</b>
<b>Anhang</b>	<b>64</b>

## **Abstrakt**

### **Einleitung**

Als möglicher Einflussfaktor einer craniomandibulären Dysfunktion ist die Kondylenposition im Kiefergelenk Gegenstand kontroverser Diskussionen. Das Ermitteln der Kondylenposition erfolgt bisher überwiegend durch die klinische Untersuchung in Kombination mit instrumenteller Funktionsanalyse. Die digitale Volumentomographie hat bis dato einen marginalen Stellenwert in diesem Diagnostikprozess, obwohl diese eine dreidimensionale Erfassung der Kondylenposition ermöglicht. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war die Entwicklung einer Klassifikation, welche die in der digitalen Volumentomographie dreidimensional ermittelte Kondylenposition mit klinischen Befunden der Manuellen Strukturanalyse bezüglich des Gelenkraums kombiniert.

### **Material und Methoden**

Das Patientenkollektiv umfasste eine Gruppe von Patienten mit craniomandibulären Dysfunktionen (CMD-Gruppe; n=101) und eine Vergleichsgruppe, deren Patienten sich in kieferorthopädischer Behandlung befanden (KFO-Gruppe; n=102). Retrospektiv wurden die Kondylenpositionen in den vorhandenen digitalen Volumentomogrammen ermittelt, mit spezifischen klinischen Befunden des Gelenkraums kombiniert und in unterschiedliche Kondylenpositionsklassen (= CP-Klassen) eingeteilt. Sowohl die Häufigkeiten der einzelnen Klassen im Gruppenvergleich, als auch das Auftreten weiterer pathologischer Befunde der Manuellen Strukturanalyse in Abhängigkeit von den CP-Klassen, wurden untersucht.

### **Ergebnisse**

Radiologisch als physiologisch bewertete Kondylenpositionen (CP0) traten in der CMD-Gruppe mit 3 % deutlich seltener auf als in der KFO-Gruppe mit 26,5 % ( $p < 0,001$ ). Gelenkentlastende Positionen (CP1) traten in der CMD-Gruppe zwar seltener auf, dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant (CMD-Gruppe: 9,4 %; KFO-Gruppe: 15,7 %;  $p = 0,056$ ). In beiden Gruppen zeigten mehr als die Hälfte aller Gelenke radiologisch eine gelenkbelastende Kondylenposition ohne dazu passenden klinischen Befund (CP2; CMD-Gruppe: 56,9 %; KFO-Gruppe: 55,9 %;  $p = 0,831$ ). Darüber hinaus

wies die CMD-Gruppe wesentlich häufiger eine radiologisch gelenkbelastende Kondylenposition mit dazu passendem klinischen Befund auf (CP3; CMD-Gruppe: 26,2 %; KFO-Gruppe: 2 %); dieser Gruppenunterschied war signifikant ( $p < 0,001$ ). Für das Auftreten weiterer pathologischer Funktionsbefunde der Manuellen Strukturanalyse (klinische Befunde der Gelenkflächen, Muskeln, Knackgeräusche und Mundöffnung) ergaben sich signifikante Abhängigkeiten zu den CP-Klassen (jeweils  $p < 0,05$ ).

### **Schlussfolgerung**

Die Kombination der radiologisch ermittelten Kondylenposition mit spezifischen klinischen Befunden der Manuellen Strukturanalyse berücksichtigt die Adaptations- und Kompensationsfähigkeit des craniomandibulären Systems. Die CP-Klassifikation ist dazu geeignet, den Einfluss der Kondylenposition auf die craniomandibuläre Dysfunktion patientenindividuell zu bewerten und in der Therapieentscheidung zu berücksichtigen.

# **Abstract**

## **Introduction**

As a possible factor influencing craniomandibular dysfunction, condylar position is the subject of controversial discussions. The condylar position has so far mainly been determined by clinical examination in combination with instrumentally supported functional analysis (*Instrumentelle Funktionsanalyse*). To date, cone beam computed tomography has been of marginal use in this diagnostic process, although it allows three-dimensional detection of the condylar position. The aim of this thesis was to develop a classification that combines the three-dimensional evaluation of condyle position in cone beam computed tomography with specific clinical findings from the manual structural analysis (*Manuelle Strukturanalyse*; MSA) regarding the joint space.

## **Material and Methods**

The examined cohort consisted of a group of patients with craniomandibular dysfunction (CMD group; n=101) and a comparison group of patients in orthodontic therapy (KFO group; n=102). The condylar positions were determined retrospectively from cone beam computed tomographs combined with specific clinical findings regarding the joint space, and classified into different condylar position classes (CP classes). The frequencies of the individual classes in the groups were compared and the occurrence of further pathological findings in the MSA in relation to the CP class was investigated.

## **Results**

Radiologically, physiological condylar positions (CP0) were significantly less frequent in the CMD group (3%) than in the KFO group (26.5%) ( $p < 0.001$ ). Joint relieving positions (CP1) also tended to be less frequent in the CMD group (CMD group: 9.4%; KFO group: 15.7%) but this difference was not significant ( $p = 0.056$ ). In both groups, more than half of all joints showed a joint loading condylar position radiologically without appropriate clinical findings (CP2; CMD group: 56.9%, KFO group: 55.9%,  $p = 0.831$ ). In addition, the CMD group presented a joint loading condylar position with appropriate clinical findings more frequently than the KFO group (CP3; CMD group: 26.2%; KFO group: 2%); this group difference was highly significant ( $p < 0.001$ ). The occurrence of further pathological findings in the MSA (e.g. muscular findings, cracking noises, mouth opening restrictions) was significantly correlated with the CP classes (in each case  $p < 0.05$ ).

## **Conclusion**

The combination of radiologically determined condylar position with specific clinical findings in the MSA takes into account the adaptation and compensatory capacity of the craniomandibular system. The CP classification is suitable for assessing the individual influence of the condylar position on craniomandibular dysfunction and can be used in the treatment decision.



## Abkürzungsverzeichnis

2D	zweidimensional
3D	dreidimensional
CMD	Craniomandibuläre Dysfunktion
CP-Klasse	Kondylenpositionsklasse
CT	Computertomographie
DGFDT	Deutsche Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
DGZMK	Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
DICOM	<i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i>
DVT	Digitale Volumetomographie
FOV	<i>Field of view</i>
KFO	Kieferorthopädie
MÖ	Mundöffnung
MÖE	Mundöffnungseinschränkung
MRT	Magnetresonanztomographie
MSA	Manuelle Strukturanalyse
PSA	Panoramaschichtaufnahme
DC/TMD	<i>Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders</i>
S1-Leitlinie	Die Leitlinie wurde von einer Expertengruppe im informellen Konsens erarbeitet (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften).
S2k-Leitlinie	Eine formale Konsensfindung hat stattgefunden (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften).

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Symptomenkomplex der craniomandibulären Dysfunktionen .....	4
Tabelle 2: Technische Angaben des DVT-Gerätes.....	14
Tabelle 3: Technische Daten des Befundmonitors .....	15
Tabelle 4: Verteilung Kondylenpositionsklasse CP0 im Gruppenvergleich .....	29
Tabelle 5: Verteilung Kondylenpositionsklasse CP1 im Gruppenvergleich .....	30
Tabelle 6: Verteilung Kondylenpositionsklasse CP2 im Gruppenvergleich .....	31
Tabelle 7: Verteilung Kondylenpositionsklasse CP3 im Gruppenvergleich .....	32
Tabelle 8: Verteilung Kondylenpositionsklasse CPX im Gruppenvergleich .....	33
Tabelle 9: Verteilung Kondylenpositionsklassen im Gruppenvergleich.....	34
Tabelle 10: Häufigkeitsverteilung der röntgenologischen Kondylenlokalisationen.....	36
Tabelle 11: Verteilung klinischer Befunde „Gelenkflächen“ .....	37
Tabelle 12: Verteilung klinischer Befunde „Muskeln“ .....	39
Tabelle 13: Verteilung klinischer Befunde „Knackgeräusche“ .....	41
Tabelle 14: Verteilung klinischer Befunde „Mundöffnung“ .....	43
Tabelle 15: Übersicht der Studieneigenschaften .....	53

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Laterale Ansicht des Kiefergelenks.....	2
Abbildung 2: Mediale Ansicht des Ramus mandibulae .....	2
Abbildung 3: Laterale Ansicht des Kiefergelenks (Schnittbild).....	3
Abbildung 4: Kiefergelenkansicht eines Patienten .....	16
Abbildung 5: Schema zur Erfassung der individuellen Kondylenposition.....	18
Abbildung 6: Ausschnitt aus dem Befundbogen .....	20
Abbildung 7: Exemplarische Darstellung einer CP2-Klasse .....	23
Abbildung 8: Exemplarische Darstellung einer CP3-Klasse .....	23
Abbildung 9: Altersverteilung des Patientenkollektivs.....	28
Abbildung 10: Verteilung Kondylenpositionsklasse CP0 im Gruppenvergleich.....	29
Abbildung 11: Verteilung Kondylenpositionsklasse CP1 im Gruppenvergleich.....	30
Abbildung 12: Verteilung Kondylenpositionsklasse CP2 im Gruppenvergleich.....	31
Abbildung 13: Verteilung Kondylenpositionsklasse CPX im Gruppenvergleich .....	33
Abbildung 14: Verteilung Kondylenpositionsklassen im Gruppenvergleich.....	34
Abbildung 15: Verteilung klinischer Befunde „Gelenkflächen“ (absolut) .....	38
Abbildung 16: Verteilung klinischer Befunde „Gelenkflächen“ (relativ) .....	38
Abbildung 17: Verteilung klinischer Befunde „Muskeln“ (absolut).....	40
Abbildung 18: Verteilung klinischer Befunde „Muskeln“ (relativ).....	40
Abbildung 19: Verteilung klinischer Befunde „Knackgeräusche“ (absolut).....	42
Abbildung 20: Verteilung klinischer Befunde „Knackgeräusche“ (relativ).....	42
Abbildung 21: Verteilung klinischer Befunde „Mundöffnung“ (absolut) .....	44
Abbildung 22: Verteilung klinischer Befunde „Mundöffnung“ (relativ) .....	44

### 1. Einleitung

Die craniomandibuläre Dysfunktion (CMD) ist ein komplexes Erkrankungsbild, welches dem Zahnarzt in der klinischen Routine regelmäßig begegnet und anspruchsvolle Diagnostik und Therapie erfordert. Im Spektrum der multifaktoriellen Genese ist die Kondylenposition ein mutmaßlicher und viel diskutierter Einflussfaktor.

Die Diagnostik der CMD umfasst klinische, instrumentelle sowie bildgebende Verfahren, welche durch stetige technische Innovationen erweitert werden. Die Digitale Volumentomographie (DVT), als zunehmend verbreitete Röntgentechnik in der Zahnmedizin, spielt in diesem Diagnostikrahmen bisher eine marginale Rolle.

In der vorliegenden Arbeit soll durch eine neuartige Kombination von dreidimensionalen Befunden der DVT mit klinischen Befunden der Manuellen Strukturanalyse ein Instrument geschaffen werden - die CP-Klassifikation - um den Einfluss der Kondylenposition auf die CMD neu zu bewerten.

#### 1.1 Anatomie des Kiefergelenks

Das Kiefergelenk des Menschen ist eine Diarthrose und durch eine Kapsel von der Umgebung getrennt. Es besteht aus mehreren knöchernen Anteilen: Die Fossa mandibularis als Fossa articularis ist die Unterfläche der Pars squamosa und damit dem Os temporale zugehörig. Der das Caput mandibulae tragende Processus articularis ist Teil der Mandibula. Der äußere Faserapparat der Gelenkkapsel bildet verstärkende Bindegewebszüge, die als Lig. temporomandibulare (Lig. laterale) und Lig. mediale bezeichnet werden. Weitere, das Kiefergelenk indirekt beeinflussende Bänder sind das Lig. stylomandibulare (vom Processus styloideus zum Angulus mandibulae) und das Lig. sphenomandibulare (vom Os sphenoidale zur Lingula mandibulae); siehe Abbildung 1 und Abbildung 2 (nachfolgende Seite).

# 1. Einleitung

---

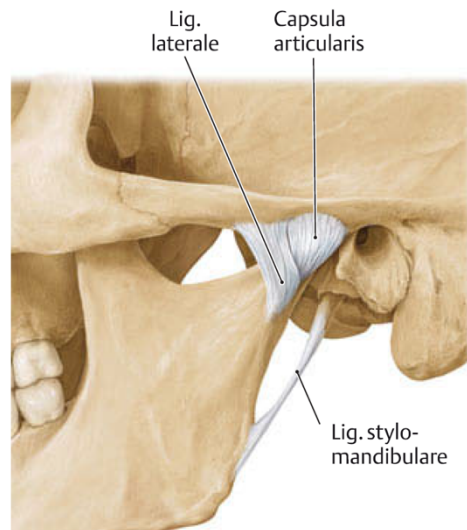


Abbildung 1: Laterale Ansicht des Kiefergelenks (aus Prometheus 2009). Mit freundlicher Genehmigung des Thieme-Verlags.

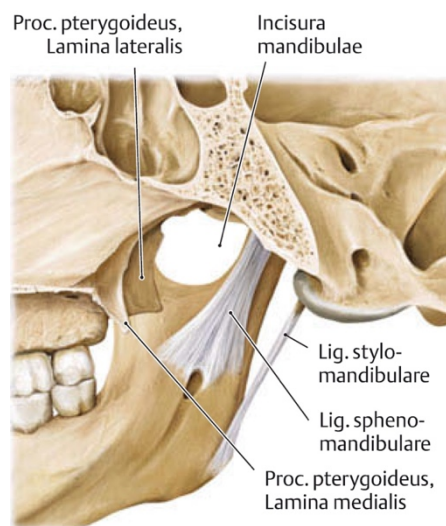


Abbildung 2: Mediale Ansicht des Ramus mandibulae (aus Prometheus 2009). Mit freundlicher Genehmigung des Thieme-Verlags.

Zwischen den Kiefergelenkanteilen des Os temporale und der Mandibula befindet sich der Discus articularis, der das Kiefergelenk in zwei separate Gelenkkammern unterteilt: nach kranial in die diskotemporale und nach kaudal in die diskomandibuläre Kammer (siehe Abbildung 3, nachfolgende Seite).

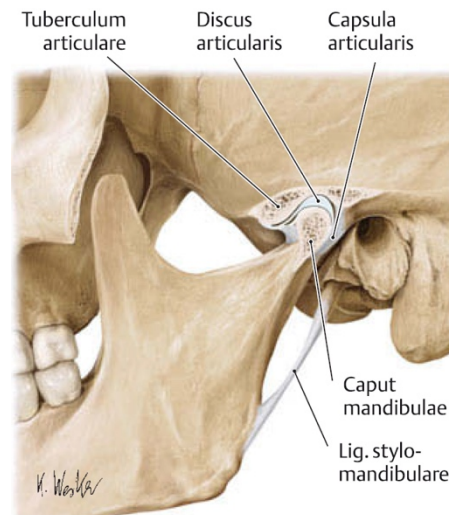


Abbildung 3: Laterale Ansicht des Kiefergelenks, welches in der Sagittalebene eröffnet ist (aus Prometheus 2009). Mit freundlicher Genehmigung des Thieme-Verlags.

In der kranialen Gelenkkammer artikuliert der Diskus-Kondylus-Komplex gegenüber der Eminentia articularis im Sinne einer Translation und in der kaudalen Kammer artikuliert der Kondylus gegenüber dem Diskus im Sinne einer Rotation. Ein besonderes Merkmal dieses Gelenks ist der Einfluss der Okklusion und der Kaumuskelatur auf die Lage des Kondylus.

## 1.2. Kondylenposition

Die optimale Lage des Kiefergelenk-Köpfchens in der Gelenkpfanne war und ist Gegenstand kontroverser Diskussionen (Schilcher 2004). Diesem Umstand tragen die Deutsche Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie in der Zahn-, Mund und Kieferheilkunde (DGFDT) und die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) in der S2k-Leitlinie zur Funktionsdiagnostik vom Dezember 2015 Rechnung, in der sie schreiben, dass bis heute “[...] die Definition grundlegender, klinisch und praktisch bedeutsamer Referenzpositionen auf theoretische Überlegungen und Beschreibungen beschränkt ist“ (DGZMK 2015a).

## 1.3 Craniomandibuläre Dysfunktion

### 1.3.1 Definition

Der früher unter dem Begriff des *Costen-Syndroms* bezeichnete Symptomen-Komplex mit Bezug auf das Kausystem wurde zuletzt in einem Positionspapier der DGFDT als spezifische Funktionsstörung definiert, welche "die Kaumuskulatur, die Kiefergelenke und/oder die Okklusion betrifft" (Hugger et al. 2016). Die Prävalenz der Erkrankung liegt zwischen 5–12 % (Schiffman et al. 2014). Tabelle 1 zeigt den möglichen Symptomenkomplex bei CMD.

<b>Schmerz</b>	Kaumuskelschmerz	Kiefergelenkschmerz	Zahnschmerz
<b>Dysfunktion</b>	Limitation/Hypermobilität/ Koordinationsstörung	Intraartikuläre Störung	Vorkontakte und Gleithindernisse

Tabelle 1: Symptomenkomplex der craniomandibulären Dysfunktion aus dem Positionspapier der Deutschen Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (Hugger et al. 2016).

### 1.3.2 Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung ist die Grundlage in der Diagnostik von CMD. Unterschiedliche Diagnostikkonzepte wie der *Helkimo-Index* oder die *Diagnostic Criteria For Temporomandibular Disorders* (DC/TMD) differieren in den Schwerpunktbetrachtungen und den entsprechenden Untersuchungsaspekten (Helkimo 1974; Michelotti et al. 2016; Schiffman et al. 2014). Auch chirurgisch fokussierte Klassifikationen sind zu finden (Dimitroulis 2013). Neben der Anamnese sollte die klinische Untersuchung alle das Kiefergelenk beeinflussenden Faktoren abbilden. In der gemeinsamen Stellungnahme „Klinische Funktionsanalyse“ der DGFDT/DGZMK werden Untersuchungen empfohlen zur Abklärung von Veränderungen „im Bereich der Zahnhartsubstanzen, der Okklusion (statisch und dynamisch), der Parodontien, der Kau- und Hilfsmuskulatur sowie der Kiefergelenke durch Inspektion, Palpation und Auskultation [...]“ (DGFDT and DGZMK 2003).

Ein weitergehender Untersuchungsschritt ist die Prüfung der Kiefergelenkstrukturen unter Belastung. Diese zusätzliche Erhebung zu den basalen Untersuchungen hat sich als sogenannte „Manuelle Strukturanalyse“ (MSA) etabliert. Das Verfahren prüft unter anderem den Funktionszustand der Kaumuskeln und Kiefergelenke unter Belastung

und geht in Deutschland auf verschiedene Autoren wie *Bumann*, *Groot Landeweer* und *Lotzmann* zurück (Bumann and Groot Landeweer 1997; Bumann and Lotzmann 1999; Rybczynsky 2012).

### 1.3.3 Instrumentelle Funktionsanalyse

Das Ziel der instrumentellen Funktionsanalyse ist die Überprüfung der Funktion des craniomandibulären Systems unter Benutzung von speziellen Instrumenten oder Geräten, um Limitationen und Störungen aufzudecken und zu interpretieren (DGZMK 2015b).

Das Spektrum der instrumentellen Funktionsanalyse umfasst auch einige Methoden, die sich mit der Position des Kondylus und/oder dessen Lageänderung unter Funktion befassen. Die wissenschaftliche Evaluation in verschiedenen Studien ergab ein breites Spektrum an Kondylenpositionen bzw. -lageveränderungen sowohl in symptomlosen Individuen als auch bei CMD-Patienten. Hierzu wurden apparative Methoden wie die Axiographie (Bongartz et al. 2012; Vahle-Hinz et al. 2009) und Achsen-Positions-Indikatoren, sogenannte indirekte Messartikulatoren, eingesetzt (Cordray 2006; Crawford 1999; Fantini et al. 2005; Padala et al. 2012; Turasi et al. 2007; Weffort and de Fantini 2010). Die Axiographie ist aufgrund der Reproduzierbarkeit vor allem als Verlaufskontrolle und zur Therapie-Evaluation der CMD geeignet (Bongartz et al. 2012).

### 1.3.4 Bildgebung

#### 1.3.4.1 Konventionelle Röntgenverfahren

Die Panoramaschichtaufnahme (PSA) hat sich in Studien als nicht brauchbar für eine gezielte Kiefergelenkdiagnostik erwiesen. Eine Übersichtsarbeit von *Hugger* hierzu grenzt den Informationsgewinn auf die Erkennung grober pathologischer Veränderungen ein (Hugger 2002). Klinische Studien bezüglich der PSA in der Kiefergelenkdiagnostik bestätigen die eingeschränkte Reliabilität - sowohl konventioneller Aufnahmen als auch gerätespezifischer „Kiefergelenk-Projektionen“ (Ahmad et al. 2009; Epstein et al. 2001; Honey et al. 2007; Mawani et al. 2005; Petersson 2010; Winocur et al. 2010).

Konventionelle spezielle Kiefergelenk-Zielaufnahmen wie die Schüller-, die Parma- sowie die Clementschitsch-Aufnahme haben lediglich historische Relevanz und finden keine Anwendung in der klinischen Routine der CMD-Diagnostik (Aquilino et al. 1985;



Berg et al. 2015; Knoernschild et al. 1991; Kundert 1976; Liedberg et al. 1985; Pullinger et al. 1985).

### 1.3.4.2 Magnetresonanztomographie

Die Magnetresonanztomographie (MRT) hat sich in der Darstellung der Weichgewebe des Kiefergelenks bewährt. Bereits im Jahr 2002 hat *Hugger* dieses zur bildgebenden Diagnostik des Diskus und zum Nachweis von Gelenkergüssen empfohlen (Hugger 2002). In der S2k-Leitlinie „Instrumentelle zahnärztliche Funktionsanalyse“ aus dem Jahr 2015 der DGFDT und DGZMK wird eine ionisierende Bildgebung zur alleinigen Darstellung der Kondylenposition aktuell abgelehnt und eine MRT, sofern sie ohnehin im Rahmen der Funktionsdiagnostik angefertigt wird, empfohlen (DGZMK 2015b).

Klinische Studien bezüglich der CMD-Diagnostik mittels MRT liegen vor: In einer Kohortenstudie von *Jung et al.* wurden 48 Patienten mit CMD untersucht und eine signifikante Korrelation zwischen den angegebenen Schmerzen und der aufzeigbaren Diskusverlagerung nachgewiesen (Jung et al. 2015). In einer retrospektiven Kohortenanalyse von symptomlosen Kindern (n=76) vor kieferorthopädischer Behandlung konnten Unterschiede in den Diskuspositionen zwischen den verschiedenen Dysgnathie-Klassen aufgezeigt werden (Gökalp 2016).

Eine MRT-Studie an 100 Studienteilnehmern untersuchte die Häufigkeit des Auftretens von Osteophyten im Kiefergelenk (28 %), konnte jedoch keinen Zusammenhang zwischen der Existenz dieser Osteophyten und den CMD-Symptomen herstellen (Grossmann et al. 2016). In all diesen genannten Studien war eine direkte Erfassung der Kondylenposition in Relation zu CMD-Befunden nicht Gegenstand der Untersuchung. Somit fehlen Studien, die eine Korrelation zwischen Kondylenposition im MRT und dem klinischen CMD-Befund überprüfen. In der Studie von *Walker et al.* wurden bei 20 symptomlosen Freiwilligen ein Zusammenhang zwischen der Kondylenposition und der Diskusposition untersucht. Da jedoch keine CMD-Patienten involviert waren, konnte ein pathophysiologischer Zusammenhang nicht betrachtet werden (Walker et al. 2016).

### 1.3.4.3 Computertomographie

Die Computertomographie (CT) hat gegenüber der MRT den Vorteil, dass sie Hartgewebe besser darstellen kann (Ahmad et al. 2009; Alkhader et al. 2010; DGZMK 2013). In einer prospektiven Studie mit einer Kohorte von 30 Studienteilnehmern, die

zwar keine CMD-Beschwerden, jedoch eine Okklusionsstörung hatten, wurde jeweils eine CT zur Evaluation einer Seitendifferenz in der Anatomie der Kiefergelenke durchgeführt und konnte präzise Positionsmessungen präsentieren (Rodrigues et al. 2009). Eine ähnliche Studie hat dieselbe Arbeitsgruppe ebenfalls mit 30 Personen ohne CMD und ohne Okklusionsstörungen durchgeführt ohne Nachweis besonderer Charakteristika in der Anatomie der Kiefergelenke (Vital et al. 2011). In der Studie von Lim und Lee wurden retrospektiv die CT-Datensätze von 466 Patienten auf ossäre Veränderungen des Kiefergelenks bei CMD-Patienten hin untersucht - jedoch nicht die Lage des Kondylus (Lim and Lee 2014). Bezüglich der Kondylenposition wurde in einer retrospektiven Kohortenstudie die Lageveränderungen der Kondylen nach kieferorthopädischer Chirurgie demonstriert (Wang et al. 2016).

Es gibt bis dato keine CT-Studie, die eine Korrelation zwischen radiologisch ermittelter Kondylenlage und den klinischen Befunden bei CMD-Beschwerden untersucht.

Trotz der guten Darstellbarkeit der ossären Strukturen wird die klassische CT zunehmend von der DVT abgelöst, da diese kostengünstiger, platzsparender und strahlungsärmer ist, bei mindestens gleichwertiger Darstellbarkeit der ossären Strukturen (DGZMK 2013). Infolgedessen empfiehlt die Europäische Kommission zur Darstellung der Hartgewebe im dentalen Bereich seit dem Jahr 2012 die DVT anstelle der CT (SEDEXCT 2012). Die DGZMK übernahm diese Empfehlung ein Jahr später in der „Leitlinie Dentale digitale Volumetomographie“ (DGZMK 2013).

### 1.3.4.4 Digitale Volumetomographie

Die DVT ist in verschiedenen Studien bezüglich der CMD-Diagnostik evaluiert worden. Die Präzision in der Darstellung von knöchernen Strukturen wurde an Humanpräparaten bereits demonstriert (Hilgers et al. 2005; Honey et al. 2007).

In der Studie von *Shetty et al.* wurden die Kiefergelenke von 62 symptomatischen CMD-Patienten auf ossäre Veränderungen hin untersucht und die Überlegenheit der DVT in der Erkennung dieser Veränderungen (u. a. Erosion, Abflachung, Osteophyten, Sklerosierung, Resorption) gegenüber der PSA demonstriert (Shetty et al. 2014).

Für die Studie von *Ikeda et al.* wurden bei 22 symptomlosen Partizipanten die Gelenkräume in allen Raumebenen vermessen, mit dem Ziel, Standards für die Kondylenposition zu ermitteln (Ikeda et al. 2011). Die Kondylenposition und –morphologie bei Patienten ohne CMD-Beschwerden (n=49) mit Okklusionsstörung vor kieferorthopädischer Therapie war Gegenstand der prospektiven Untersuchung von *Merigue et al.*: ein Zusammenhang zwischen Angle-Klasse und Kondylenposition war nicht nachweisbar (Merigue et al. 2016). In der Literaturübersicht von *Martins et al.* wurde bezüglich der Gelenkspaltgröße eine große Heterogenität in den Ergebnissen festgestellt, ein links/rechts-Unterschied war nicht nachweisbar (Martins et al. 2015). Ein Vergleich zwischen CMD-Patienten und Kontrollgruppe wurde in der prospektiven Studie von *Imanimoghaddam et al.* durchgeführt: von je 25 Teilnehmern pro Gruppe wurden die DVTs hinsichtlich der Gelenkräume ausgewertet (Imanimoghaddam et al. 2016). Hierbei zeigte sich ein Gruppenunterschied hinsichtlich der Größe des anterioren Gelenkspalts, jedoch wurden die klinischen CMD-Befunde nicht in Kontext zu den radiologisch ermittelten Kondylenpositionen gesetzt.

Neben der Studie von *Imanimoghaddam et al.*, ist die Studie von *Paknahad et al.* zu nennen: in dieser wurden die Kondylenpositionen von 30 Patienten mit CMD-Symptomen mit 30 symptomlosen Probanden verglichen. Ein Gruppenunterschied war nicht feststellbar und somit auch kein Zusammenhang zwischen der CMD-Symptomatik und der Kondylenposition (Paknahad et al. 2015).

Die gleiche Arbeitsgruppe führte jedoch nochmal eine ähnliche Studie durch, bei der 60 CMD-Patienten nach dem *Helkimo-Index* eingeteilt wurden (ohne Kontrollgruppe). Hier wurde ein Zusammenhang zwischen der Kondylenposition und dem klinischen Index nachgewiesen (Paknahad and Shahidi 2015).

### 1.4 Kondylenposition bei CMD

Beide Kiefergelenke sind durch die Mandibula zu einem Doppelgelenk verbunden und in einen engen Regelkreis mit der Kaumuskulatur und dem zentralen Nervensystem eingebunden. Es gibt viele Faktoren, die dieses komplexe System beeinflussen und Beschwerden verursachen können. Die CMD kann über die Kondylus-Diskus-Fossa-Relation beeinflusst werden durch Okklusionsstörungen (DGZMK 2015a), Schmerz (Obrez and Stohler 1996; Obrez and Türp 1998), kraniale Statik und Körperhaltung (Danner et al. 2009; Sakaguchi et al. 2007; Tripodakis et al. 1995) sowie zirkadiane Rhythmik (Latta 1992; Shafagh et al. 1975).

Trotz einer Fülle an klinischen und radiologischen Messverfahren mangelt es bis dato an einem Nachweis des Einflusses der Kondylenposition (zentral vs. exzentrisch) auf die Entwicklung, Symptomatik und/oder Therapie der CMD. Dennoch werden erfolgreich therapeutische Verfahren eingesetzt, die eine Änderung der Kondylenposition zur Folge haben: reversible Maßnahmen wie z. B. Okklusionsschienen (Christiansen 2016; Freesmeyer 1995; Friction et al. 2010; Ordelheide and Bernhardt 2009; Seifeldin and Elhayes 2015) und irreversible Maßnahmen wie das Einschleifen der Zähne, Kieferorthopädie und rekonstruktive Interventionen (DGZMK 2015a).

Die klinische Diagnostik ist nach wie vor das Fundament in der CMD-Therapie. Bildgebende Maßnahmen werden aktuell nicht als Standarddiagnostikum bezüglich der Kondylenposition empfohlen. Die „S2k-Leitlinie zur instrumentellen Funktionsanalyse“ der DGFDT und DGZMK betont, dass herkömmliche Röntgenbildverfahren (PSA, FRS) für eine exakte Positionsanalyse ungeeignet sind (DGZMK 2015b). Somit wird von (ionisierenden) bildgebenden Verfahren zur Kondylenpositionsanalyse abgeraten, auf die CT und die DVT wird in dieser Leitlinie aber nicht näher eingegangen. Die MRT wird aufgrund der Bildauflösung zur Beurteilung der exakten Kondylenposition nur eingeschränkt empfohlen und diesbezüglich nicht als primäres Diagnostikum eingestuft. In der zwei Jahre zuvor erschienen „S2k-Leitlinie Dentale digitale Volumetomographie“ derselben Fachgesellschaften wird jedoch die DVT für bestimmte Fragestellungen zur CMD-Diagnostik empfohlen (DGZMK 2013).

In Übereinstimmung mit dieser Leitlinie zeigt sich in der internationalen Literatur - wie im Kapitel 1.3.4 geschildert - eine profunde Evaluation der CT sowie der DVT in Bezug

auf Kiefergelenk- und CMD-Diagnostik. Die DVT, mit seiner im Vergleich zur CT geringeren Strahlendosis und der geringeren Artefaktbildung, ist dabei im Vorteil.

Zwar konnte lediglich in der Studie von *Paknahad et al.* ein Zusammenhang zwischen der radiologischen Kondylenposition und klinischen Befunden bei CMD (in Form des *Helkimo-Index*) nachgewiesen werden (Paknahad and Shahidi 2015). Hierbei ist jedoch zu bemerken, dass in den genannten Studien nur eine festgelegte Referenzschicht verwendet wurde: die zentrale Sagittalschicht des Kondylus. Somit erfolgte eine Reduktion des dreidimensionalen Datensatzes auf einen zweidimensionalen Ausschnitt (Imanimoghaddam et al. 2016; Paknahad et al. 2015; Paknahad and Shahidi 2015). Zudem wurden bisher keine spezifischen klinischen Befunde bezüglich des Gelenkraums berücksichtigt, sondern nur, ob allgemeine CMD-Beschwerden vorhanden waren. Dies führt zu einem weiteren methodischen Problem, da die Adaptations- und Kompensationsfähigkeit des craniomandibulären Systems unbeachtet bleiben.

Die klinische Etablierung der DVT als anerkanntes bildgebendes Diagnostikum im Rahmen der CMD-Behandlung steht gegenwärtig noch aus. Die Kombination spezifischer klinischer Befunde und dreidimensional-radiologisch ermittelter Kondylenpositionen wird bisher wenig berücksichtigt. Jedoch ist gerade diese Zusammenführung ein vielversprechender Ansatz, um der Adaptations- und Kompensationsfähigkeit des craniomandibulären Systems Rechnung zu tragen. Diese Verknüpfung soll den diagnostischen Entscheidungsprozess im Sinne der „Bewertungsebenen für therapeutische und diagnostische Interventionen“ nach *Fryback und Thornbury* (Fryback and Thornbury 1991) unterstützen.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war daher die Einführung und Prüfung einer therapieorientierten Klassifikation, welche die in der DVT dreidimensional ermittelten Kondylenpositionen mit spezifischen klinischen Befunden der MSA bezüglich des Gelenkraums kombiniert.

### 2. Zielsetzung

Die Kontroversen bezüglich der Kondylenposition und ihrer Einflüsse auf CMD sind weiterhin aktuell. Die Untersuchungen zu dieser Thematik unterscheiden sich in ihren Designs und Fragestellungen, so dass ein Vergleich schwerfällt. Studien, welche die dreidimensional-röntgenologisch erfasste Kondylenposition mit assoziierten klinischen Befunden der MSA kombinieren, fehlen bis dato. Diese Lücke möchte die vorliegende Arbeit schließen. Hierzu wird mit der CP-Klassifikation (CP = condylar position) eine neue Klassifikation vorgeschlagen und anhand einer retrospektiven Analyse von klinischen und radiologischen Daten einer CMD-Gruppe und einer Vergleichsgruppe (KFO-Gruppe) untersucht. Zur Evaluation dieser Klassifikation wurden folgende Hypothesen aufgestellt:

1. Die Patienten der CMD-Gruppe weisen radiologisch seltener eine physiologische Kondylenposition (CP0-Klasse) auf als die Patienten der KFO-Vergleichsgruppe.
2. Die Patienten der CMD-Gruppe weisen radiologisch seltener eine gelenkentlastende Kondylenposition (CP1-Klasse) auf als die Patienten der KFO-Vergleichsgruppe.
3. Die Patienten der CMD-Gruppe weisen radiologisch häufiger eine gelenkbelastende Kondylenposition ohne dazu passenden klinischen Befund (CP2-Klasse) auf als die Patienten der KFO-Vergleichsgruppe.
4. Die Patienten der CMD-Gruppe weisen radiologisch häufiger eine gelenkbelastende Kondylenposition mit dazu passendem klinischen Befund (CP3-Klasse) auf als die Patienten der KFO-Vergleichsgruppe.
5. Die radiologisch häufigste Kondylenlokalisierung ist in beiden Patientengruppen die zentrale Position.

Anschließend wurden Zusammenhänge zwischen den postulierten CP-Klassen und weiteren pathologischen Befunden der MSA gruppenunabhängig untersucht. Hierzu wurden folgende Hypothesen aufgestellt:

6. Klinische Befunde der Gelenkflächen stehen nicht in Zusammenhang mit den CP-Klassen.

## 2. Zielsetzung

---

7. Klinische Befunde der Kaumuskulatur stehen nicht in Zusammenhang mit den CP-Klassen.
8. Das Auftreten von Knackgeräuschen steht nicht in Zusammenhang mit den CP-Klassen.
9. Mundöffnungseinschränkungen stehen nicht in Zusammenhang mit den CP-Klassen.

### 3. Methodik

#### 3.1 Allgemeine Methodik

##### 3.1.1 Patientenkollektiv

Zur Überprüfung der Hypothesen wurden einerseits der DVT-Datensatz und andererseits die klinischen Befunde der MSA des jeweiligen Patienten ausgewertet. Die Datensätze (n=203) stammen aus den Jahren 2011–2013. Die Untersuchungen wurden seitenspezifisch durchgeführt, somit wurden insgesamt 406 Kiefergelenke beurteilt. Das Patientenkollektiv setzte sich aus zwei Gruppen zusammen: eine Gruppe bestand aus Patienten, die aufgrund bestehender Kiefergelenkbeschwerden untersucht wurden (n=101; im Folgenden CMD-Gruppe). Die Vergleichsgruppe bestand aus Patienten ohne bekannte Kiefergelenkbeschwerden, welche die Untersuchungen im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlung erhielten (n=102; im Folgenden KFO-Gruppe). Die Datenauswertung erfolgte retrospektiv. Das Patientengut wurde aus den Archiven der „Fachpraxis für Kieferorthopädie und CMD“ (Berlin) und des „3D-Röntgennetzwerkes MESANTIS®“ (Berlin) herausgefiltert. Für die Auswahl der Patienten wurden folgende Einschlusskriterien festgelegt:

- Zeitspanne zwischen MSA und DVT maximal 14 Monate
- Field of view (FOV) der DVT-Aufnahme 16,5 cm x 13,5 cm
- DVT-Aufnahme bei geschlossenen Zahnreihen
- Gute Bildqualität (wenig Bewegungsartefakte)

Zunächst wurden die DVT-Datensätze über eine Bildbetrachtungssoftware (Invivo5, Anatomage, San Jose, USA) - ohne Kenntnis der klinischen Befunde - analysiert und die Befunde in die elektronische Aktenführungssoftware „CMD Professional“ (pst-praxis systemtechnik, Besigheim, Deutschland) eingepflegt. Anschließend wurden die Erfassungsbögen der klinischen Untersuchung ausgewertet. Die klinische Untersuchung umfasste die MSA nach *Bumann* und *Lotzmann*, bei der das Kiefergelenk und die umgebenden Strukturen standardisiert untersucht werden (Bumann and Lotzmann 1999). Für die spätere statistische Auswertung wurden die Daten in einer Excel-Tabelle (Excel, Version 2013, Microsoft, USA) gesammelt.



### 3.1.2 DVT-Aufnahme

Die DVT-Datensätze (n=203) wurden dem Archiv des 3D-Röntgennetzwerkes MESANTIS® (Berlin) zur retrospektiven Auswertung entnommen. Die DVT-Aufnahmen stammen aus den Jahren 2011–2013. Für jede Aufnahme bestand eine rechtfertigende Indikation zur Anfertigung nach der damaligen S1-Leitlinie der DGZMK (DGZMK 2009), gestellt von einem/r fachkundigen Zahnarzt/-ärztin. Alle Aufnahmen wurden mit dem DVT-Gerät „Mesantis® line“, einer Sonderedition des „KaVo 3D eXam“ (KaVo, Biberach/Riß, Deutschland), mit einem FOV von 16,5 cm x 13,5 cm und einer Auflösung von 0,25 mm Voxelgröße, angefertigt. Die Tabelle 2 gibt die technischen Daten des DVT-Gerätes wieder.

<b>Bilddetektor</b>	Flachfeld, amorphes Silizium 23,8 cm x 19,2 cm (B x H)
<b>Strahlenprofil</b>	Kegelstrahl
<b>Graustufen</b>	14 Bit
<b>Bilderfassung</b>	360° Einzelrotation
<b>Standard-FOV</b>	16,5 cm x 13,5 cm (D x H)
<b>Voxelgröße</b>	0,4/0,3/0,25/0,2 mm
<b>Bilderfassungsdauer</b>	8,9–26,9 s
<b>Röntgenröhrenspannung</b>	120 kV
<b>Stromstärke</b>	3–7 mA

Tabelle 2: Technische Angaben des DVT-Gerätes „Mesantis® line“. Abk.: cm = Zentimeter, D = Durchmesser, H = Höhe, mm = Millimeter, s = Sekunden, kV = Kilovolt, mA = Milliampere, FOV = Field of view.

Die Durchführung der Aufnahme erfolgte standardisiert. Für die Aufnahme wurde der Kopf des sitzenden Patienten mit Hilfe eines Lichtkreuzes nach der Frankfurter Horizontalen ausgerichtet und bei geschlossenen Zahnreihen mit einem Klettband fest zwischen Kinnauflage und Hinterkopfstütze fixiert. Der Patient wurde angewiesen, sich während der Aufnahmedauer möglichst nicht zu bewegen, nicht zu schlucken und die Augen geschlossen zu halten. Die erfassten Scandaten wurden von der systemeigenen Software zu einem dreidimensionalen Datensatz rekonstruiert und in das *Digital Imaging and Communications in Medicine*-Format (DICOM) umgewandelt. Dieses dient als Industriestandard dem Austausch und der Weiterverarbeitung digitaler Bildgebung im medizinischen Bereich.

#### 3.1.3 Röntgenologische Befundung

Alle röntgenologischen Auswertungen der DVT-Aufnahmen wurden von der Autorin in einem abgedunkelten Arbeitsraum bei Mesantis® Berlin an DIN-genormten Befundungsmonitoren (DIN 6868-57) durchgeführt. Die technischen Monitordaten sind in Tabelle 3 aufgelistet.

<b>EIZO FlexScan MX240W</b>	
<b>Produktionsfirma</b>	EIZO Corporation, Japan
<b>DIN</b>	6868-57 für Anwendungskategorie B
<b>Bildpunkte</b>	1920 x 1200
<b>Kontrastverhältnis</b>	850:1
<b>Helligkeit/Leuchtdichte</b>	320cd/m <sup>2</sup>

Tabelle 3: Technische Daten des Befundmonitors. Abk.: cd/m<sup>2</sup> = Candela/Quadratmeter.

Zunächst wurden die DVT-Datensätze über eine Bildbetrachtungssoftware (Invivo5, Anatomage, San Jose, USA), mit deren Hilfe 3D-Grafiken (Volumenrenderings) sowie 2D-Schnittebenen (Sections) generiert werden können, ohne Kenntnis der klinischen Befunde, analysiert. Die Kiefergelenkansicht des Programms ermöglicht die voneinander unabhängige, gleichzeitige Darstellung beider Kiefergelenke eines Patienten. Hierzu wurden die Auswahlfenster in axialer Schicht manuell an der größten mediolateralen Ausdehnung des jeweiligen Kondylus (Kondylenlängsachse) ausgerichtet. Das Programm rekonstruierte pro Seite sechs Schnittbilder in dieser angulierten Sagittalansicht. Die koronaren Schichten der Kondylen entsprechen ebenfalls dieser Ausrichtung und verlaufen somit parallel zur jeweiligen Kondylenlängsachse. Das vertikale Ausmaß der Schnittbilder kann ebenfalls angepasst werden, um die Darstellungsbereiche für jeden Patienten individuell zu optimieren. Anpassungen im Bereich Helligkeit und Kontrast waren in dieser Untersuchung zulässig. Die Abbildung 4 (nachfolgende Seite) zeigt exemplarisch solch eine Darstellung.

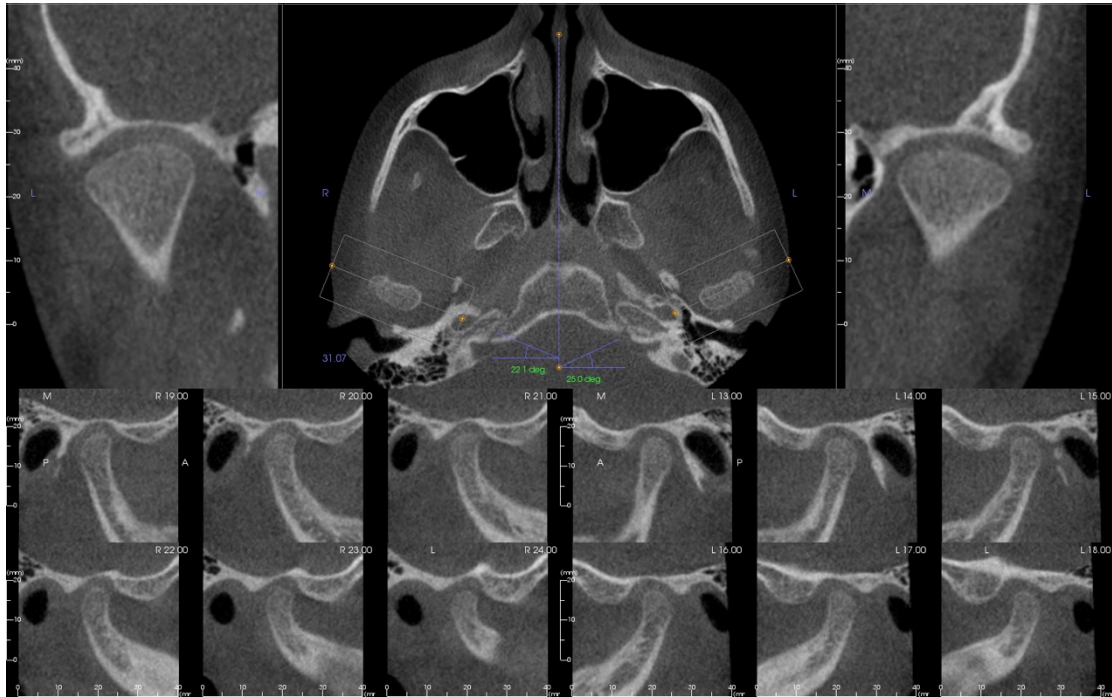


Abbildung 4: Beispielhafte Kiefergelenksansicht eines Patienten. In der Mitte oben ist die axiale Übersichtsschicht zu sehen. Seitlich davon sind die koronaren Rekonstruktionen dargestellt. In der unteren Bildhälfte finden sich die sagittalen Rekonstruktionsschnitte, die pro Seite aus sechs Schnittbildern bestehen.

Um die Dreidimensionalität der DVTs diagnostisch zu nutzen, wurde auf die Festlegung einer oder mehrerer Referenzschichten zur Evaluation der Kondylenposition verzichtet. In einer Voruntersuchung wurden 40 Kiefergelenke (zehn Patienten aus jeder Gruppe) hinsichtlich der Kondylenposition auf zwei unterschiedliche Vorgehensweisen (visuelle *versus* metrische Einteilung) eingestuft, um die optimale Auswertungsmethode zu finden. Ausgewertet wurde die angulierte Sagittalansicht hinsichtlich einer zentralen, dorsalen oder ventralen Lage des Kondylus.

#### Methode 1: Visuelle Beurteilung der Kondylenposition

Stufenloses Navigieren durch die angulierten Sagittalschichten ermöglichte die subjektive, visuelle Beurteilung des Gelenkspalts auf Gleichmäßigkeit zwischen der ossären Kondylenoberfläche und den knöchernen Strukturen der Fossa articularis. Als Gelenkspalt wurde in dieser Untersuchung der Abstand zwischen den knöchernen Strukturen festgelegt - Weichgewebe wie Bindegewebe und Knorpel wurden darstellungsbedingt nicht mit einbezogen. Verengungen oder Erweiterungen des Gelenkspalts spiegeln Lageveränderungen des Kondylus wider. In der Voruntersuchung wurden in Anlehnung an die subjektive Evaluation der Kondylenposition nach *Pullinger* und *Hollender* nur Verschiebungen nach ventral oder

dorsal berücksichtigt um den jeweiligen Kondylus einer der Kategorien „zentral“, „ventral“ oder „dorsal“ zuzuordnen (Pullinger and Hollender 1985).

#### Methode 2: Lineare Messungen zur metrischen Beurteilung der Kondylenposition

Auch bei dieser Methode wurde durch stufenloses Navigieren durch die angulierte Sagittalansicht der Gelenkspalt zunächst visuell beurteilt. Die subjektiv engste Stelle des Gelenkspalts sowohl ventral (A) als auch dorsal (P) wurde dann mit dem programminternen Messwerkzeug linear vermessen. Die Kondylenposition (*condylar ratio*) wurde dann ebenfalls nach einer Methode von *Pullinger* und *Hollender* mit folgender Formel berechnet (Pullinger et al. 1985):

$$\text{condylar ratio} = \frac{P - A}{P + A} \times 100$$

Ermittelte Werte von +/- 12 % definierten eine zentrale Kondylenposition, kleinere Werte als -12 % eine dorsale Kondylenposition und größere Werte als +12 % eine ventrale Kondylenposition.

Da beide Methoden jeweils zum gleichen Ergebnis führten und eine Berechnung auf Grundlage linearer Messungen keine erkennbaren Vorteile brachte, wurde im weiteren Verlauf der Untersuchung die Beurteilung rein visuell durchgeführt.

Die Dreidimensionalität der DVT-Aufnahme ermöglicht die räumliche Zuordnung des Kondylus zur Fossa in allen Raumebenen. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, wurde in dieser Studie der Gelenkraum in allen Ansichten ausgewertet, um alle Kondylenpositionen, die umgebende Strukturen belasten könnten, zu erfassen. In der angulierten Sagittalansicht wurden somit nicht nur Lageveränderungen nach dorsal oder ventral, sondern auch nach kranial oder kaudal erfasst. Die Auswertung der koronaren Schichten diente neben der Bewertung kranialer Platzverhältnisse vor allem auch der Detektion transversaler Verschiebungen nach medial oder lateral.

### 3. Methodik

---

Zur Erfassung der Ergebnisse diente das Schema aus dem Befundbogen der Diagnostiksoftware CMD Professional (Abbildung 5). Mehrere Richtungsangaben pro Kondylus waren möglich (z. B. dorsal & kranial = dorsokranial).

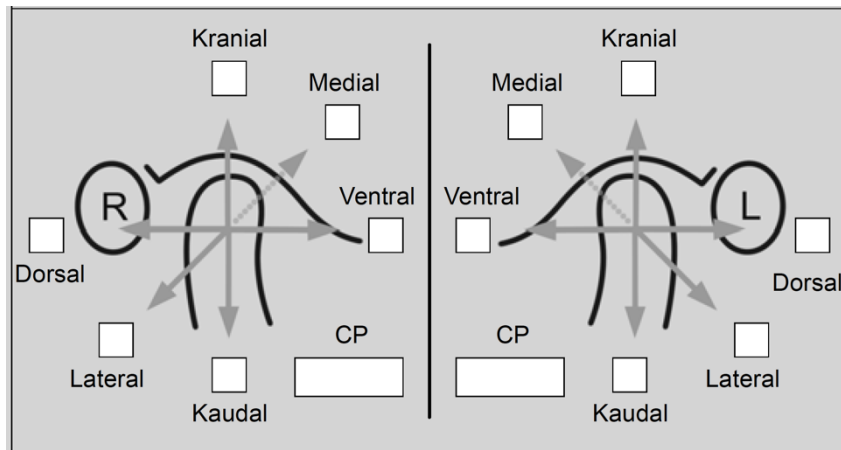


Abbildung 5: Schema zur Erfassung der individuellen Kondylenposition. Ausschnitt aus Seite 4 der Diagnostiksoftware CMD Professional (siehe Anhang). Abk.: CP = *condylar position*.

#### 3.1.4 Klinische Befundung

Anschließend an die röntgenologische Befundung wurden die Erfassungsbögen der klinischen Untersuchungen retrospektiv ausgewertet (Aktenführungssoftware CMD Professional). Die klinische Untersuchung umfasste die MSA gemäß *Bumann* und *Lotzmann*, bei der das Kiefergelenk und seine umgebenden Strukturen standardisiert untersucht werden (Bumann and Lotzmann 1999). Insgesamt waren acht Zahnärzte an den klinischen Untersuchungen beteiligt, welche das praktische Vorgehen alle vom selben Referenten erlernt hatten.

Die MSA beinhaltet neben der Erfassung der Anamnese und der Symptome eine Prüfung der Okklusion, des neuronalen Status des N. trigeminus und N. facialis sowie der aktiven und passiven Unterkieferbeweglichkeit. Weiterhin umfasst sie die Untersuchung der Gelenkflächen durch dynamische Kompression sowie der bilaminären Zone durch passive Kompression und der Kapsel und ihrer Ligamente durch Traktion und Translation. Die Erhebung der Muskelbefunde und Knackgeräusche schließt die Untersuchung ab. Für die vorliegende Arbeit wurden die Parameter „Mundöffnung“, „Gelenkflächen“, „Bilaminäre Zone“, „Kapsel/Ligamente“ „Muskeln“ sowie „Knackgeräusche“ berücksichtigt (siehe Abbildung 6, nachfolgende Seite).

### 3. Methodik

Aktive Bewegungen, passive Weiterführung und Endgefühl										
Bewegung (Normwerte)	Aktiv		Schmerz		Kondylusmobilität		Passiv	Schmerz		Endgefühl
		HWS-Extension	R	L	R	L		R	L	
Mundöffnung (49-56 mm)										
Laterotrusion links (10-11mm)										
Laterotrusion rechts (10-11mm)										
Protrusion (10-11mm)										
Retrusion (0-1mm)										

Dynamische Kompressionen und dynamische Kompression mit Translation (Gelenkflächen)												
<input type="radio"/> kein Krepitus, kein Schmerz	<b>Dynamische Kompression</b>				Pro	MÖ	R	L	<b>Kompression mit lateraler Translation</b>		R	L
	Zunahme von Krepitus				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zunahme von Krepitus		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Zunahme von Krepitus und Schmerz				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<b>Kompression mit medialer Translation</b>		R	L
	Zunahme von Schmerz und Limitation				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Zunahme von Krepitus		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Passive Kompressionen (Bilaminäre Zone)					Traktionen und Translationen (Kapsel / Ligamente)				
DKL: <input type="text"/>	KiP: <input type="text"/>	KiP: <input type="text"/>	DKL: <input type="text"/>				Med.: <input type="text"/> Ventr.: <input type="text"/> Lat.: <input type="text"/> Kaud.: <input type="text"/> EF: <input type="text"/>	Med.: <input type="text"/> Ventr.: <input type="text"/> Lat.: <input type="text"/> Kaud.: <input type="text"/> EF: <input type="text"/>	R: <input type="radio"/> L: <input type="radio"/>
DK: <input type="text"/> LK: <input type="text"/> K: <input type="text"/>	K: <input type="text"/> LK: <input type="text"/> DK: <input type="text"/>	MK: <input type="text"/>	MK: <input type="text"/>	DL: <input type="text"/>					

Isometrische Anspannung (Muskeln)					Länge der suprahyoidalen Strukturen	
	Rechts		Links		Vertikale Verkürzung	
	Schmerz	Kraft	Schmerz	Kraft	Sagittale Verkürzung	
Mundschließer						
Mundöffner						
Pterigoideus lateralis rechts						
Pterigoideus lateralis links						

Positive Palpationsbefunde				
Rechts		Links		

Dynamische Kompressionen und Translationen (Knackgeräusche)					Diskusverlagerung mit Reposition					
<b>Aktive Bewegung</b>	R	L	<b>Dynamische Translation</b>	R	L	<b>Ausmaß der Verlagerung</b>	R	L		
Auf/zu mit Zahnkontakt			Lateral			partiell	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
Auf/zu ohne Zahnkontakt			Medial			total	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
Auf/zu aus Neutralokklusion			Lateral mit Kompression			<b>Konvexität pars posterior</b>	R	L		
			Medial mit Kompression			stabil (+)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
			Mundöffnung			indifferent (=)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
						instabil (-)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
<b>Dyn. Kompression exkursiv</b>	R	L	<b>Dyn. Kompression inkursiv</b>	R	L	<b>Repositionszeitpunkt</b>	R	L		
Zeitpunktveränderung			Zeitpunktveränderung			initial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
Intensitätsveränderung						intermediär	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
Mundöffnung						terminal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		

Legende:  
 + : lauter oder später  
 - : leiser oder früher  
 = : gleich  
 : kein Geräusch

Gruppendifferenzierung (Zeitpunkt/Intensität):  
 I: Ligamentum laterale / Diskushypermobilität (=/-)  
 II: partielle / totale DV mit Rep. (+/+)  
 III: Diskusadhäsion / Knorpelhypertrophie (=/+)  
 IV: DV mit term. Rep. / Kondylushypermobilität

Abbildung 6: Ausschnitt aus Seite 2 (Befundbogen) der Diagnostiksoftware CMD Professional. Abk.: HWS = Halswirbelsäule, R = rechts, L = links, Pro = Protrusion, MÖ = Mundöffnung, DKL = dorsokraniolateral, DK = dorsokraniel, DL = dorsolateral, D = dorsal, LK = laterokraniel, KIP = Kompression in Protrusion, K = kranial, MK = mediokraniel, DiF = dorsal in Flexion, Lat. = lateral, Kaud. = kaudal, Med. = medial, Ventr. = ventral, EF = Endgefühl, DV = Diskusverlagerung, term. = terminaler, Rep. = Reposition.

Für die vorliegende Arbeit wurde die in Millimetern erfasste Mundöffnung (MÖ) in folgende Kategorien eingeteilt: keine Mundöffnungseinschränkung (MÖ > 48 mm), moderate Mundöffnungseinschränkung (MÖ 41–48 mm) und starke Mundöffnungseinschränkung (MÖ < 41 mm).

Während die Befunde der Gelenkflächen, Muskeln und Knackgeräusche dahingehend berücksichtigt wurden, ob generell Pathologien vorhanden waren, kam den Befunden der bilaminären Zone und der Gelenkkapsel eine besondere Bedeutung zu: Zusammen mit der röntgenologisch dreidimensional erfassten Kondylenposition ergab sich hieraus die Einteilung in die entsprechende CP-Klasse (*condylar position*).

Die CP-Klassifikation wird nachfolgend erläutert.



## 3.2 CP-Klassifikation und spezielle Methodik

### CP-Klassifikation

Die Kiefergelenke wurden grundsätzlich seitenspezifisch analysiert, d. h. die radiologischen Befunde des linken Kiefergelenks wurden den klinischen Befunden der linken Patientenseite gegenübergestellt und *vice versa*. Die Einteilung in die sogenannten CP-Klassen (*condylar position*) erfolgte anhand der radiologisch ermittelten Kondylenposition und den klinischen Befunden der Kategorien „Bilaminäre Zone“ und „Kapsel/Ligamente“. Die CP-Klassen wurden in der vorliegenden Studie wie folgt definiert:

### CP0

Physiologische Kondylenposition: Radiologisch weist das Kiefergelenk in allen Ebenen einen gleichmäßigen Gelenkspalt auf, dies entspricht einer zentralen Kondylenposition.

### CP1

Gelenkentlastende Kondylenposition: Radiologisch weist der Kondylus Lageveränderungen nach ventral und/oder kaudal auf - Positionen, die als potenziell entlastend für die Gelenkflächen und die umgebenden Gewebestrukturen gewertet werden.

### CP2

Gelenkbelastende Kondylenposition ohne passende MSA-Befunde: Radiologisch weist der Gelenkspalt Verengungen auf, die eine Lageveränderung des Kondylus in mindestens eine der folgenden, potenziell belastenden Richtungen anzeigen: dorsal, kranial, medial oder lateral. Kombinationen untereinander sind ebenso möglich (z. B. dorsolateral) wie Kombinationen mit potenziell entlastenden Positionen (z. B. dorsal & kaudal). Die MSA weist hingegen keine pathologischen Befunde (auslösbare Schmerzen) in der radiologisch bestimmten Belastungsrichtung auf. Siehe Abbildung 7, nachfolgende Seite.

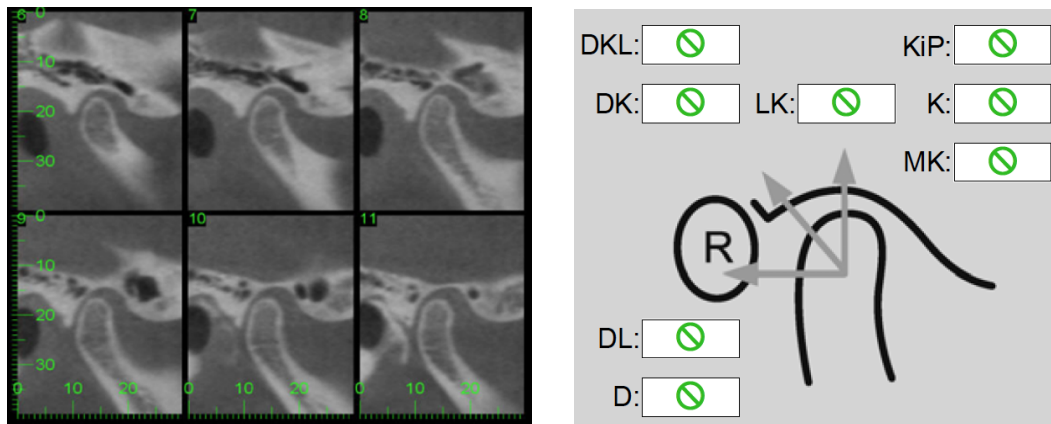


Abbildung 7: Exemplarische Darstellung einer CP2-Klasse bei dorsaler Kondylenposition. Linkes Bild: Darstellung im DVT durch angulierte Sagittalansichten rechts. Rechtes Bild: die korrelierenden klinischen Befunde der bilaminären Zone (Ausschnitt aus dem klinischen Befundbogen).

### CP3

Gelenkbelastende Kondylenposition mit passenden MSA-Befunden: Radiologisch zeigen sich Kondylenpositionen wie bei der CP2. Nun allerdings zusätzlich mit pathologischen klinischen Befunden (auslösbaren Schmerzen) in der radiologisch bestimmten Belastungsrichtung. Die Übereinstimmung in nur einem Teilbereich ist bereits ausreichend für die Zuordnung zu dieser Klasse. Siehe Abbildung 8.

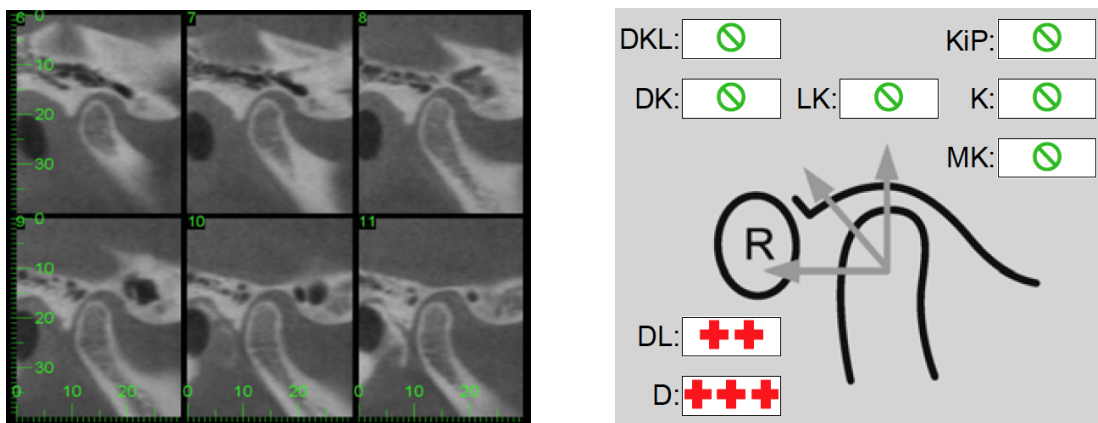


Abbildung 8: Exemplarische Darstellung der CP3-Klasse bei dorsaler Kondylenposition. Linkes Bild: Darstellung im DVT durch angulierte Sagittalansichten rechts. Rechtes Bild: Korrelierende klinische Befunde der bilaminären Zone (Ausschnitt aus dem klinischen Befundbogen).

#### CPX

Zuweisung zu CP-Klasse 0–3 nicht möglich: Ist eine röntgenologische Lagebestimmung des Kondylus durch eine ausgeprägte Deformation der knöchernen Strukturen nicht möglich oder die klinische Untersuchung ergibt eine unspezifische Kapsulitis, welche eine Differenzierung der überlasteten Gelenkstruktur nicht zulässt, erfolgt die Einteilung in die Klasse CPX.

#### 3.2.1 CP0 im Gruppenvergleich

##### 1. Hypothese:

Die Patienten der CMD-Gruppe weisen radiologisch seltener eine physiologische Kondylenposition (CP0-Klasse) auf als die Patienten der KFO-Vergleichsgruppe.

Um die Hypothese zu testen, erfolgte die Zuordnung der Kiefergelenke in die CP-Klassen durch die Kombination der radiologisch ermittelten Kondylenposition mit den spezifischen klinischen Gelenkraumbefunden. Anschließend wurden die Daten in einer Excel-Tabelle gesammelt und die Verteilung der CP0-Klasse innerhalb der Gruppen im Vergleich zu den anderen CP-Klassen ermittelt. Hiernach erfolgte die statistische Testung durch den Chi-Quadrat-Test in IBM SPSS Statistics 24 (SPSS Inc. an IBM Company, Chicago, IL).

#### 3.2.2 CP1 im Gruppenvergleich

##### 2. Hypothese:

Die Patienten der CMD-Gruppe weisen radiologisch seltener eine gelenkentlastende Kondylenposition (CP1-Klasse) auf als die Patienten der KFO-Vergleichsgruppe.

Um die Hypothese zu testen, erfolgte die Zuordnung der Kiefergelenke in die CP-Klassen durch die Kombination der radiologisch ermittelten Kondylenposition mit den spezifischen klinischen Gelenkraumbefunden. Anschließend wurden die Daten in einer Excel-Tabelle gesammelt und die Verteilung der CP1-Klasse in den Gruppen im Vergleich zu den anderen CP-Klassen ermittelt. Hiernach erfolgte die statistische Testung durch den Chi-Quadrat-Test in SPSS.

#### 3.2.3 CP2 im Gruppenvergleich

##### 3. Hypothese:

Die Patienten der CMD-Gruppe weisen radiologisch häufiger eine gelenkbelastende Kondylenposition ohne dazu passenden klinischen Befund (CP2-Klasse) auf als die Patienten der KFO-Vergleichsgruppe.

Um die Hypothese zu testen, erfolgte die Zuordnung der Kiefergelenke in die CP-Klassen durch die Kombination der radiologisch ermittelten Kondylenposition mit den spezifischen klinischen Gelenkraumbefunden. Anschließend wurden die Daten in einer Excel-Tabelle gesammelt und die Verteilung der CP2-Klasse in den Gruppen im Vergleich zu den anderen CP-Klassen ermittelt. Hiernach erfolgte die statistische Testung durch den Chi-Quadrat-Test in SPSS.

#### 3.2.4 CP3 im Gruppenvergleich

##### 4. Hypothese:

Die Patienten der CMD-Gruppe weisen radiologisch häufiger eine gelenkbelastende Kondylenposition mit dazu passendem klinischen Befund (CP3-Klasse) auf als die Patienten der KFO-Vergleichsgruppe.

Um die Hypothese zu testen, erfolgte die Zuordnung der Kiefergelenke in die CP-Klassen durch die Kombination der radiologisch ermittelten Kondylenposition mit den spezifischen klinischen Gelenkraumbefunden. Anschließend wurden die Daten in einer Excel-Tabelle gesammelt und die Verteilung der CP3-Klasse in den Gruppen im Vergleich zu den anderen CP-Klassen ermittelt. Hiernach erfolgte die statistische Testung durch den Chi-Quadrat-Test in SPSS.

#### 3.2.5 Kondylenlokalisationen im Gruppenvergleich

##### 5. Hypothese:

Die radiologisch häufigste Kondylenlokalisation ist in beiden Patientengruppen die zentrale Position.

Um die Hypothese zu testen, wurde die Kondylenposition dreidimensional ermittelt wie in Kapitel 3.1.3 beschrieben. Zur Erfassung der Ergebnisse diente das Schema aus dem Befundbogen der Diagnostiksoftware CMD Professional (Abbildung 5 auf Seite 18). Mehrere Richtungsangaben pro Kondylus waren möglich (z. B. dorsal & kranial =

dorsokraniel). Anschließend erfolgte die Zuordnung in die CP-Klassen. Die Ergebnisse wurden deskriptiv in einer Excel-Tabelle dargestellt.

#### 3.2.6 CP-Klassen und Funktionsbefunde der Gelenkflächen

##### 6. Hypothese:

Klinische Befunde der Gelenkflächen stehen nicht in Zusammenhang mit den CP-Klassen.

Um diese Hypothese zu testen, wurden die CP-Klassen den klinischen Befunden der Gelenkflächen gruppenunabhängig in einer Kontingenztafel gegenübergestellt. Als statistischer Test wurde in SPSS der Chi-Quadrat-Test auf linearen Trend angewendet.

#### 3.2.7 CP-Klassen und Funktionsbefunde der Muskulatur

##### 7. Hypothese:

Klinische Befunde der Kaumuskulatur stehen nicht in Zusammenhang mit den CP-Klassen.

Um diese Hypothese zu testen, wurden die CP-Klassen den klinischen Muskelbefunden gruppenunabhängig in einer Kontingenztafel gegenübergestellt. Als statistischer Test wurde in SPSS der Chi-Quadrat-Test auf linearen Trend angewendet.

Bestimmte Diagnosen in der MSA führen zu einer Nichterhebung der Muskelbefunde (z. B. unspezifische, dekompenzierte Kapsulitis). Um diese Patienten in der Gesamtanalyse nicht unberücksichtigt zu lassen, war dies kein Ausschlusskriterium.

#### 3.2.8 CP-Klassen und Knackgeräusche

##### 8. Hypothese:

Das Auftreten von Knackgeräuschen steht nicht in Zusammenhang mit den CP-Klassen.

Um diese Hypothese zu testen, wurden die CP-Klassen den Knackgeräuschen gruppenunabhängig in einer Kontingenztafel gegenübergestellt. Als statistischer Test wurde in SPSS der Chi-Quadrat-Test auf linearen Trend angewendet. Wurden Knackgeräusche bei der MSA nicht erhoben, war dies kein Ausschlusskriterium, um diese Patienten der Gesamtanalyse nicht zu entziehen.

#### 3.2.9 CP-Klassen und Funktionsbefunde der Mundöffnung

##### 9. Hypothese:

Mundöffnungseinschränkungen stehen nicht in Zusammenhang mit den CP-Klassen. Um diese Hypothese zu testen, wurden die CP-Klassen den klinischen Befunden der Mundöffnung gruppenunabhängig in einer Kontingenztafel gegenübergestellt. Als statistischer Test wurde in SPSS der Chi-Quadrat-Test auf linearen Trend angewendet.

#### 3.3 Statistische Auswertung

Quantitative Größen wurden anhand von Mittelwert und Standardabweichung, Minimum und Maximum sowie den Quartilen beschreibend dargestellt und mittels Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung geprüft. Aufgrund signifikanter Abweichungen von einer Normalverteilung erfolgte der Vergleich der KFO-Gruppe mit der CMD-Gruppe als unabhängige Stichproben mit dem Mann-Whitney-U-Test. Zu ordinal und nominal skalierten Größen wurden absolute und prozentuale Häufigkeiten angegeben. Je zwei Größen dieser Skalierung wurden in Kontingenztafeln gegenübergestellt, so dass mit dem Chi-Quadrat-Test geprüft werden konnte, ob eine Abhängigkeit bestand. Bei zu kleinen erwarteten Häufigkeiten wurde alternativ der exakte Test nach Fisher eingesetzt. Um Abhängigkeiten zwischen ordinal skalierten Parametern zu untersuchen wurde der Chi-Quadrat-Test auf linearen Trend eingesetzt. Es wurde zweiseitig getestet und ein Signifikanzniveau von 5 % zugrunde gelegt. Eine Alpha-Adjustierung für multiples Testen fand nicht statt, die Ergebnisse haben demnach explorativen und beschreibenden Charakter. Die statistischen Berechnungen wurden durchgeführt mit IBM SPSS Statistics 24 (SPSS Inc. an IBM Company, Chicago, IL).

## 4. Ergebnisse

Da die Untersuchungen der Patienten (n=203) seitenspezifisch durchgeführt wurden, ergab sich eine Gesamtanzahl von 406 untersuchten Kiefergelenken (KFO-Gruppe n=204, CMD-Gruppe n=202). Es waren 70 % der Patienten weiblich (n=142) und 30 % männlich (n=61). Das mediane Alter war in der CMD-Gruppe 36 Jahre (14–72 Jahre) und in der KFO-Gruppe 13 Jahre (8–50 Jahre). Beide Gruppen zeigten signifikante Abweichungen von einer Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Test;  $p < 0,05$ ), wobei die Patienten in der CMD-Gruppe signifikant älter waren (Mann-Whitney-U-Test;  $p < 0,001$ ); siehe Abbildung 9.

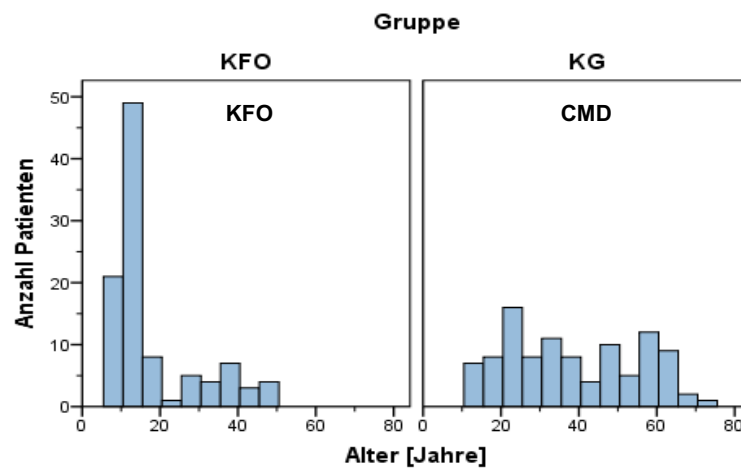


Abbildung 9: Altersverteilung des Patientenkollektivs.

### 4.1 CP0 im Gruppenvergleich

Tabelle 4 zeigt die Verteilung der Kondylenpositionsklasse CP0 im Gruppenvergleich.

		Gruppe	
		KFO	CMD
Kondylenpositions- klasse	CP0	54 (26,5 %)	6 (3,0 %)
	Andere	150 (73,5 %)	196 (97,0 %)
Gesamt		204 (100 %)	202 (100 %)

Tabelle 4: Verteilung der Kondylenpositionsklasse CP0 im Gruppenvergleich. Der obere Wert pro Zelle gibt die absolute Anzahl wieder, darunter steht die prozentuale Verteilung innerhalb der Gruppe in Klammern. Abk.: KFO = Kieferorthopädie, CMD = craniomandibuläre Dysfunktion.

Die CP0-Klasse war mit 26,5 % in der KFO-Gruppe häufiger vertreten als in der CMD-Gruppe mit 3 %. Der Chi-Quadrat-Test ergab einen signifikanten Gruppenunterschied im Auftreten von CP0 im Vergleich zu den anderen CP-Klassen mit  $p < 0,001$ . Abbildung 10 veranschaulicht die Verteilung.

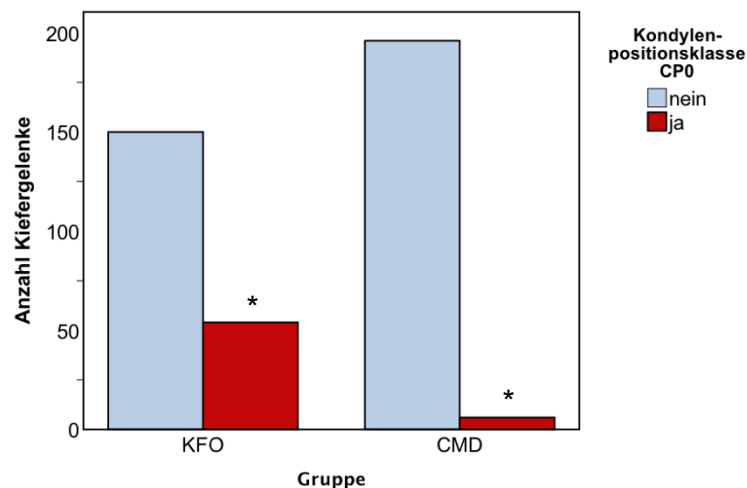


Abbildung 10: Verteilung der Kondylenpositionsklasse CP0 im Gruppenvergleich. Absolute Werte. \* $p < 0,001$ .



## 4.2 CP1 im Gruppenvergleich

Tabelle 5 zeigt die Verteilung der Kondylenpositionsklasse CP1 im Gruppenvergleich.

		Gruppe	
		KFO	CMD
Kondylenpositions- klasse	CP1	32 (15,7 %)	19 (9,4 %)
	Andere	172 (84,3 %)	183 (90,6 %)
Gesamt		204 (100 %)	202 (100 %)

Tabelle 5: Verteilung der Kondylenpositionsklasse CP1 im Gruppenvergleich. Der obere Wert pro Zelle gibt die absolute Anzahl wieder, darunter steht die prozentuale Verteilung innerhalb der Gruppe in Klammern. Abk.: KFO = Kieferorthopädie, CMD = craniomandibuläre Dysfunktion.

Die CP1-Klasse war in der KFO-Gruppe mit 15,7 % vertreten, in der CMD-Gruppe mit 9,4 %. Es war kein signifikanter Gruppenunterschied nachweisbar (Chi-Quadrat-Test,  $p=0,056$ ). Abbildung 11 veranschaulicht die Verteilung.

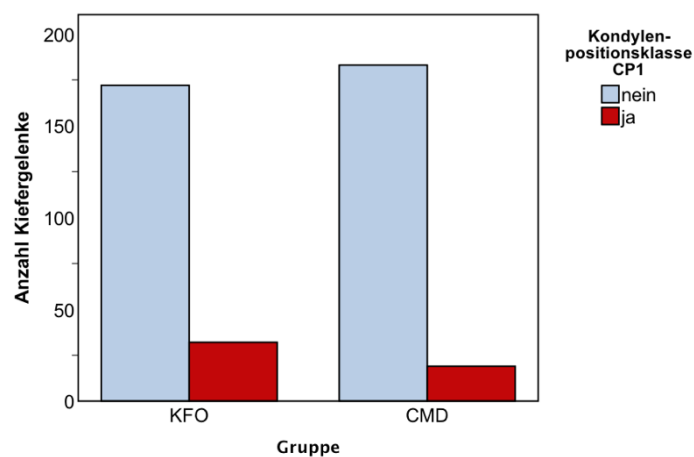


Abbildung 11: Verteilung der Kondylenpositionsklasse CP1 im Gruppenvergleich. Absolute Werte.  $p=0,056$ .

### 4.3 CP2 im Gruppenvergleich

Tabelle 6 zeigt die Verteilung der Kondylenpositionsklasse CP2 im Gruppenvergleich.

		Gruppe	
		KFO	CMD
Kondylenpositions- klasse	CP2	114 (55,9 %)	115 (56,9 %)
	Andere	90 (44,1 %)	87 (43,1 %)
Gesamt		204 (100 %)	202 (100 %)

Tabelle 6: Verteilung der Kondylenpositionsklasse CP2 im Gruppenvergleich. Der obere Wert pro Zelle gibt die absolute Anzahl wieder, darunter steht die prozentuale Verteilung innerhalb der Gruppe in Klammern. Abk.: KFO = Kieferorthopädie, CMD = craniomandibuläre Dysfunktion.

Die CP2-Klasse war in der KFO-Gruppe mit 55,9 % vertreten, in der CMD-Gruppe mit 56,9 %. Es war kein signifikanter Gruppenunterschied nachweisbar (Chi-Quadrat-Test,  $p=0,831$ ). Abbildung 12 veranschaulicht die Verteilung.

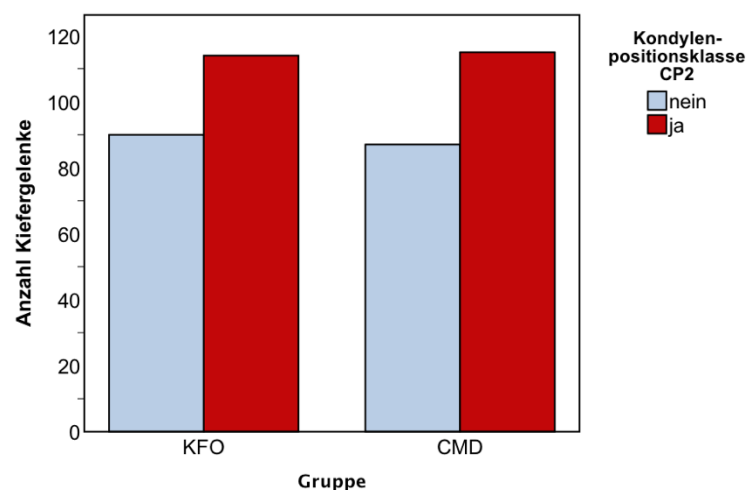


Abbildung 12: Verteilung der Kondylenpositionsklasse CP2 im Gruppenvergleich. Absolute Werte.  $p=0,831$ .

### 4.4 CP3 im Gruppenvergleich

Tabelle 7 zeigt die Verteilung der Kondylenpositionsklasse CP3 im Gruppenvergleich.

		Gruppe	
		KFO	CMD
Kondylenpositions- klasse	CP3	4 (2,0 %)	53 (26,2 %)
	Andere	200 (98,0 %)	149 (73,8 %)
Gesamt		204 (100 %)	202 (100 %)

Tabelle 7: Verteilung der Kondylenpositionsklasse CP3 im Gruppenvergleich. Der obere Wert pro Zelle gibt die absolute Anzahl wieder, darunter steht die prozentuale Verteilung innerhalb der Gruppe in Klammern. Abk.: KFO = Kieferorthopädie, CMD = craniomandibuläre Dysfunktion.

Die CP3-Klasse war mit 26,2 % in der CMD-Gruppe häufiger vertreten als in der KFO-Gruppe mit 2 %. Der Chi-Quadrat-Test ergab einen signifikanten Gruppenunterschied im Auftreten von CP3 im Vergleich zu den anderen CP-Klassen mit  $p < 0,001$ . Abbildung 13 veranschaulicht die Verteilung.

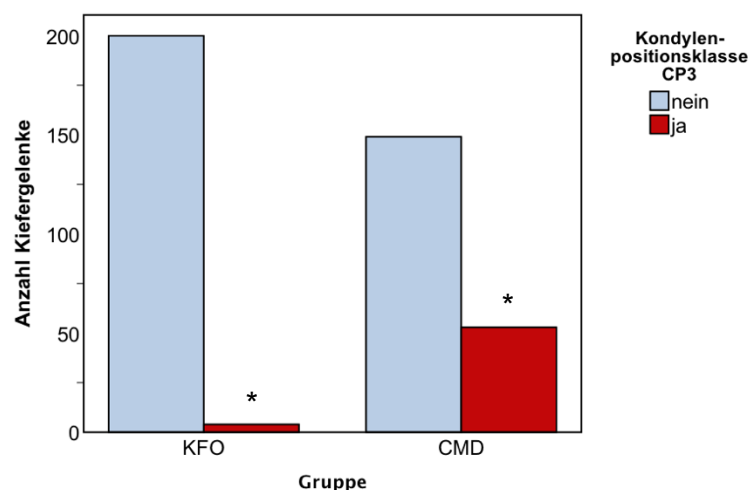


Abbildung 13: Verteilung der Kondylenpositionsklasse CP3 im Gruppenvergleich. Absolute Werte.  $*p < 0,001$ .

## 4. Ergebnisse

### CPX

Tabelle 8 zeigt die Verteilung der Kondylenpositionsklasse CPX im Gruppenvergleich.

		Gruppe	
		KFO	CMD
Kondylenpositionsklasse	CPX	0 (0 %)	9 (4,5 %)
	Andere	204 (100 %)	193 (95,5 %)
Gesamt		204 (100 %)	202 (100 %)

Tabelle 8: Verteilung der Kondylenpositionsklasse CPX im Gruppenvergleich. Der obere Wert pro Zelle gibt die absolute Anzahl wieder, darunter steht die prozentuale Verteilung innerhalb der Gruppe in Klammern. Abk.: KFO = Kieferorthopädie, CMD = craniomandibuläre Dysfunktion.

Die CPX-Klasse war nur in der CMD-Gruppe mit 4,5 % vertreten. Der Chi-Quadrat-Test ergab einen signifikanten Gruppenunterschied im Auftreten von CPX im Vergleich zu den anderen CP-Klassen mit  $p=0,002$ . Abbildung 14 veranschaulicht die Verteilung.

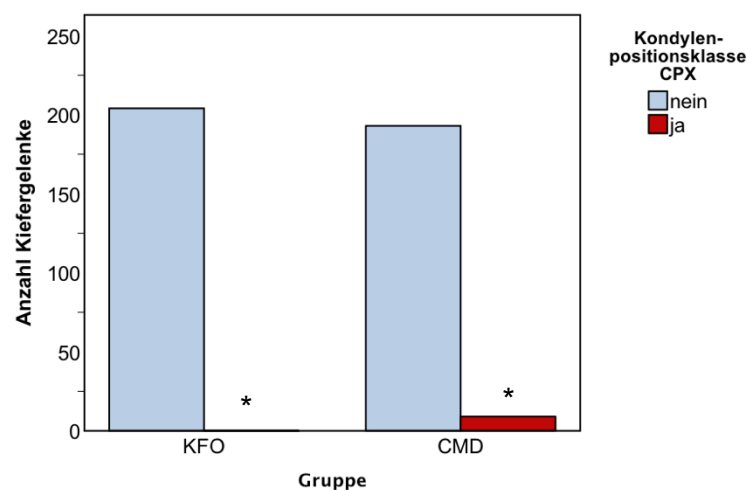


Abbildung 14: Verteilung der Kondylenpositionsklasse CPX im Gruppenvergleich. Absolute Werte. \* $p=0,002$ .

### Kondylenpositionsklassen im Gruppenvergleich

Die Tabelle 9 zeigt zusammenfassend die Verteilung der Kondylenpositionsklassen im Gruppenvergleich.

		Gruppe	
		KFO	CMD
<b>Kondylenpositionsklasse</b>	CP0	54 (26,5 %)	6 (3,0 %)
	CP1	32 (15,7 %)	19 (9,4 %)
	CP2	114 (55,9 %)	115 (56,9 %)
	CP3	4 (2,0 %)	53 (26,2 %)
	CPX	0 (0 %)	9 (4,5 %)
<b>Gesamt</b>		204 (100 %)	202 (100 %)

Tabelle 9: Verteilung der Kondylenpositionsklassen im Gruppenvergleich. Der obere Wert pro Zelle gibt die absolute Anzahl wieder, darunter steht die prozentuale Verteilung innerhalb der Gruppe in Klammern. Abk.: KFO = Kieferorthopädie, CMD = craniomandibuläre Dysfunktion.

Es zeigte sich eine signifikante Abhängigkeit zwischen der Gruppenzugehörigkeit und den CP-Klassen (Chi-Quadrat-Test,  $p < 0,001$ ). Abbildung 15 veranschaulicht die Verteilung.

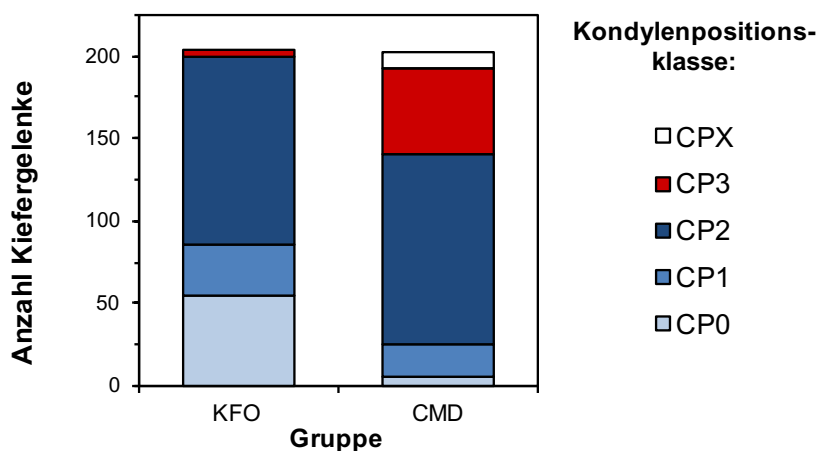


Abbildung 15: Verteilung der Kondylenpositionsklassen im Gruppenvergleich. Absolute Werte.

## 4.5 Kondylenlokalisationen im Gruppenvergleich

KFO-Gruppe

Die drei häufigsten Kondylenlokalisationen in dieser Gruppe (n=204) waren die zentrale Position mit 26,5 % (n=54), gefolgt von der ventralen Position mit 12,3 % (n=25) und der kranio-lateralen Position mit 10,3 % (n=21).

CMD-Gruppe

Die drei häufigsten Kondylenlokalisationen in dieser Gruppe (n=202) waren die dorsokranio-laterale Position mit 18,3 % (n=37), gefolgt von der dorsokranialen Position mit 14,4 % (n=29) und der kranio-lateralen Position mit 10,9 % (n=22).

In Tabelle 10 werden die Kondylenlokalisationen innerhalb der einzelnen CP-Klassen dargestellt.

Kondylenpositions- klasse	röntgenol. Position	KFO-Gruppe	CMD-Gruppe
<b>CP0</b>	zentral	54	6
Gesamt		<b>54</b>	<b>6</b>
<b>CP1</b>	ventral	25	9
	kaudal	3	3
	ventrokaudal	4	7
Gesamt		<b>32</b>	<b>19</b>
<b>CP2</b>	dorsal	7	12
	kranial	4	7
	dorsokranial	6	14
	lateral	14	5
	dorsolateral	5	3
	kranio-lateral	21	18
	dorsokranio-lateral	14	29
	medial	8	0
	dorsomedial	6	4
	kranio-medial	3	1

#### 4. Ergebnisse

<b>CP2</b>	dorsokraniomedial	3	3
	lateral + ventral	9	3
	lateral + kaudal	0	2
	lateral + ventrokaudal	0	4
	medial + ventral	10	2
	medial + ventrokaudal	0	1
	dorsal + kaudal	3	7
	dorsomedial + kaudal	1	0
<b>Gesamt</b>		<b>114</b>	<b>115</b>
<b>CP3</b>	dorsal	1	6
	kranial	0	3
	dorsokraniel	1	15
	lateral	1	2
	dorsolateral	0	3
	kraniolateral	0	4
	dorsokraniolateral	1	8
	dorsokraniomedial	0	4
	lateral + ventral	0	1
	lateral + ventrokaudal	0	1
	dorsal + kaudal	0	5
	dorsomedial + kaudal	0	1
<b>Gesamt</b>		<b>4</b>	<b>53</b>
<b>CPX</b>	Zuweisung zu CP0–CP3 nicht möglich	0	9
<b>Gesamt</b>		<b>0</b>	<b>9</b>

Tabelle 10: Häufigkeitsverteilung der röntgenologischen Kondylenlokalisationen innerhalb der einzelnen CP-Klassen im Gruppenvergleich. Absolute Werte.

## CP-Klassen und Funktionsbefunde

Im Folgenden wurden die Korrelationen zwischen den CP-Klassen und weiteren klinischen Befunden der MSA, unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit, untersucht. Berücksichtigt wurden die Parameter „Gelenkflächen“, „Muskeln“, „Knackgeräusche“ und „Mundöffnung“.

### 4.6 CP-Klassen und Funktionsbefunde der Gelenkflächen

Tabelle 11 zeigt die Verteilung der klinischen Befunde der Gelenkflächen mit den Teilbefunden „Kein Krepitus/kein Schmerz“, „Zunahme Krepitus“, „Zunahme Krepitus & Schmerz“ und „Zunahme Schmerz & Limitation“ innerhalb der CP-Klassen.

		Kondylenpositionsklasse				
		CP0	CP1	CP2	CP3	CPX
<b>Funktions- befunde der Gelenk- flächen</b>	Kein Krepitus, kein Schmerz	59 (98,3 %)	49 (96,1 %)	206 (90,0 %)	30 (52,6 %)	3 (33,3 %)
	Zunahme Krepitus	1 (1,7 %)	1 (2,0 %)	17 (7,4 %)	12 (21,1 %)	1 (11,1 %)
	Zunahme Krepitus & Schmerz	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	5 (8,8 %)	0 (0 %)
	Zunahme Schmerz & Limitation	0 (0 %)	1 (2,0 %)	6 (2,6 %)	10 (17,5 %)	5 (55,5 %)
Gesamt n=406		60 (100 %)	51 (100 %)	229 (100 %)	57 (100 %)	9 (100 %)

Tabelle 11: Verteilung der klinischen Befunde der Untersuchung „Gelenkflächen“. Der obere Wert pro Zelle gibt die absolute Anzahl wieder, darunter steht die prozentuale Verteilung pro Klasse.

Eine relative Häufung der pathologischen Gelenkflächenbefunde zeigte sich in den Klassen CP3 und CPX. Der Chi-Quadrat-Test auf linearen Trend ergab eine signifikante Abhängigkeit der Gelenkflächenbefunde zu den CP-Klassen ( $p < 0,05$ ). Abbildung 16 (folgende Seite) veranschaulicht die Verteilung in absoluten Werten und danach Abbildung 17 die Verteilung in relativen Werten, bezogen auf die jeweilige CP-Klasse.



## 4. Ergebnisse

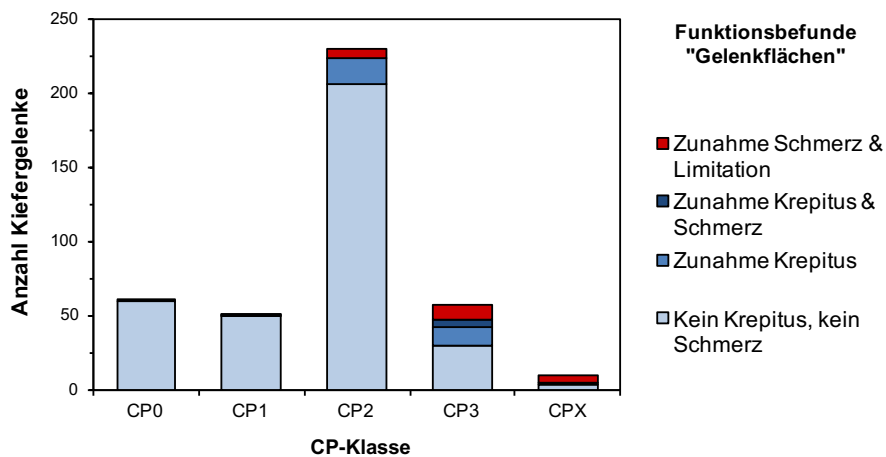


Abbildung 16: Verteilung der klinischen Befunde der Untersuchung „Gelenkflächen“. Absolute Werte.

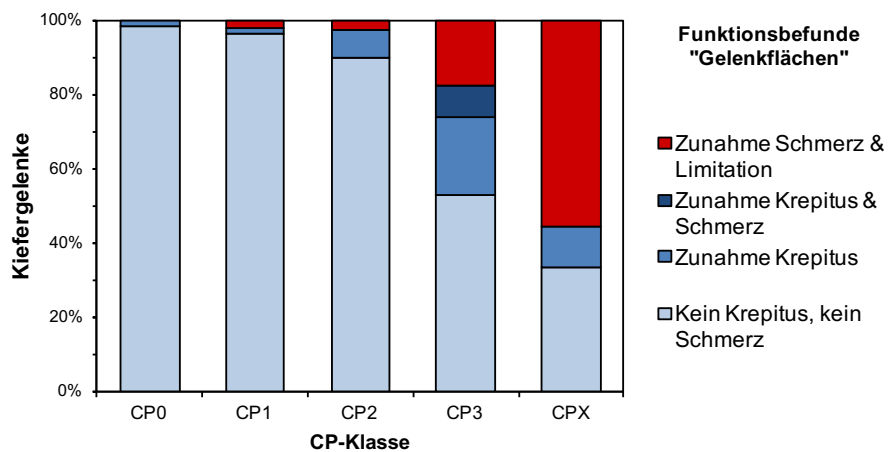


Abbildung 17: Verteilung der klinischen Befunde der Untersuchung „Gelenkflächen“. Prozentuale Werte.

## 4.7 CP-Klassen und Funktionsbefunde der Muskulatur

Tabelle 12 zeigt die Verteilung der klinischen Befunde der Muskeln mit den Teilbefunden „Keine Muskelbefunde“, „schmerzhafte Muskelbefunde“ und „Muskelbefunde nicht erhoben“ innerhalb der CP-Klassen.

		Kondylenpositionsklasse				
		CP0	CP1	CP2	CP3	CPX
<b>Funktions- befunde der Muskulatur</b>	Keine Muskelbefunde	57 (95,0 %)	41 (80,4 %)	173 (75,5 %)	23 (40,4 %)	1 (11,1 %)
	schmerzhafte Muskelbefunde	3 (5,0 %)	9 (17,6 %)	51 (22,3 %)	33 (57,9 %)	5 (55,6 %)
	Muskelbefunde nicht erhoben	0 (0 %)	1 (2,0 %)	5 (2,2 %)	1 (1,7 %)	3 (33,3 %)
Gesamt n=406		60 (100 %)	51 (100 %)	229 (100 %)	57 (100 %)	9 (100 %)

Tabelle 12: Verteilung der klinischen Befunde der Untersuchung „Muskeln“. Der obere Wert pro Zelle gibt die absolute Anzahl wieder, darunter steht die prozentuale Verteilung pro Klasse.

Eine relative Häufung der pathologischen Muskelbefunde zeigte sich in den Klassen CP3 und CPX. Der Chi-Quadrat-Test auf linearen Trend ergab eine signifikante Abhängigkeit der Muskelbefunde zu den CP-Klassen ( $p < 0,05$ ). Abbildung 18 (folgende Seite) veranschaulicht die Verteilung in absoluten Werten und danach Abbildung 19 die Verteilung in relativen Werten, bezogen auf die jeweilige CP-Klasse.

## 4. Ergebnisse

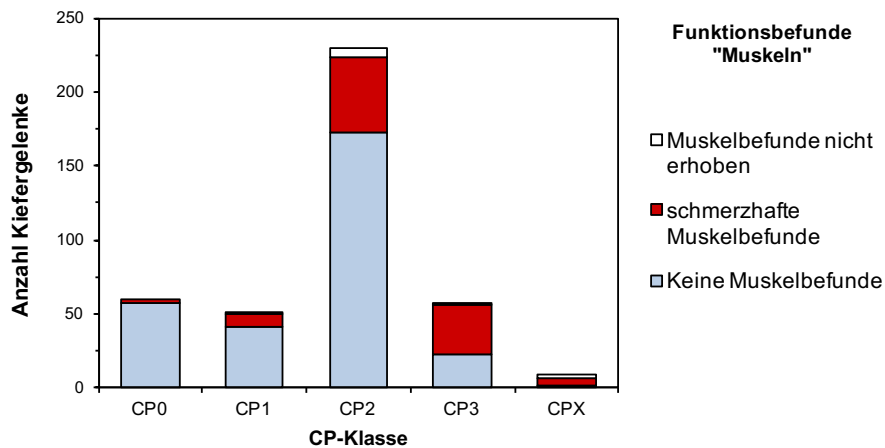


Abbildung 18: Verteilung der klinischen Befunde der Untersuchung „Muskeln“. Absolute Werte.

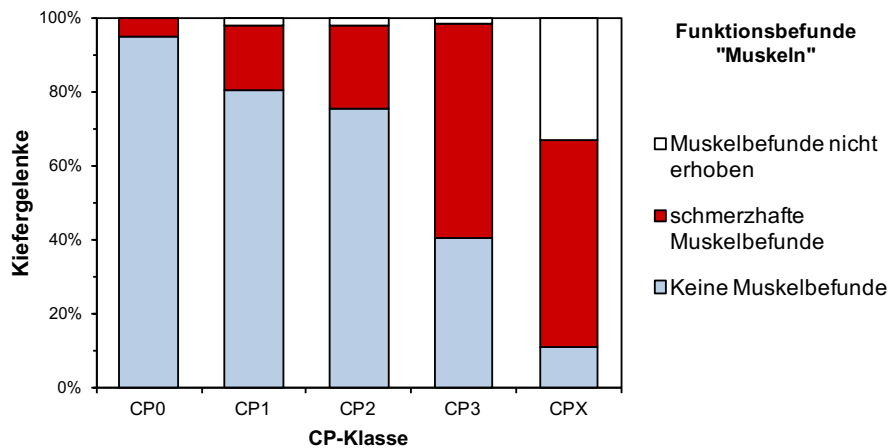


Abbildung 19: Verteilung der klinischen Befunde der Untersuchung „Muskeln“. Prozentuale Werte.

## 4.8 CP-Klassen und Knackgeräusche

Tabelle 13 zeigt die Verteilung der klinischen Befunde der Untersuchung „Knackgeräusche“ mit den Teilbefunden „Keine Knackgeräusche“, „Knackgeräusche“ und „Knackgeräusche nicht erhoben“ innerhalb der CP-Klassen.

		Kondylenpositionsklasse				
		CP0	CP1	CP2	CP3	CPX
<b>Knack- geräusche</b>	Keine Knackgeräusche	52 (86,7 %)	41 (80,4 %)	169 (73,8 %)	33 (57,9 %)	9 (100 %)
	Knackgeräusche	8 (13,3 %)	7 (13,7 %)	58 (25,3 %)	21 (36,8 %)	0 (0 %)
	Knackgeräusche nicht erhoben	0 (0 %)	3 (5,9 %)	2 (0,9 %)	3 (5,3 %)	0 (0 %)
Gesamt n=406		60 (100 %)	51 (100 %)	229 (100 %)	57 (100 %)	9 (100 %)

Tabelle 13: Verteilung der klinischen Befunde der Untersuchung „Knackgeräusche“. Der obere Wert pro Zelle gibt die absolute Anzahl wieder, darunter steht die prozentuale Verteilung pro Klasse.

Knackgeräusche traten am häufigsten in den Klassen CP2 (25,3 %) und CP3 (36,8 %) auf. Der Chi-Quadrat-Test auf linearen Trend ergab für das Auftreten von Knackgeräuschen eine signifikante Abhängigkeit zu den CP-Klassen ( $p < 0,05$ ). Abbildung 20 (folgende Seite) veranschaulicht die Verteilung in absoluten Werten, Abbildung 21 die relative Verteilung, bezogen auf die jeweilige CP-Klasse.

## 4. Ergebnisse

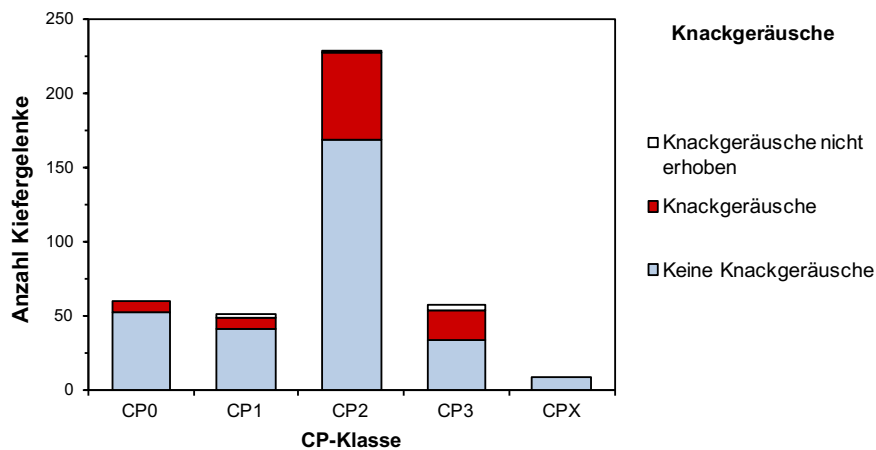


Abbildung 20: Verteilung der klinischen Befunde der Untersuchung „Knackgeräusche“. Absolute Werte.

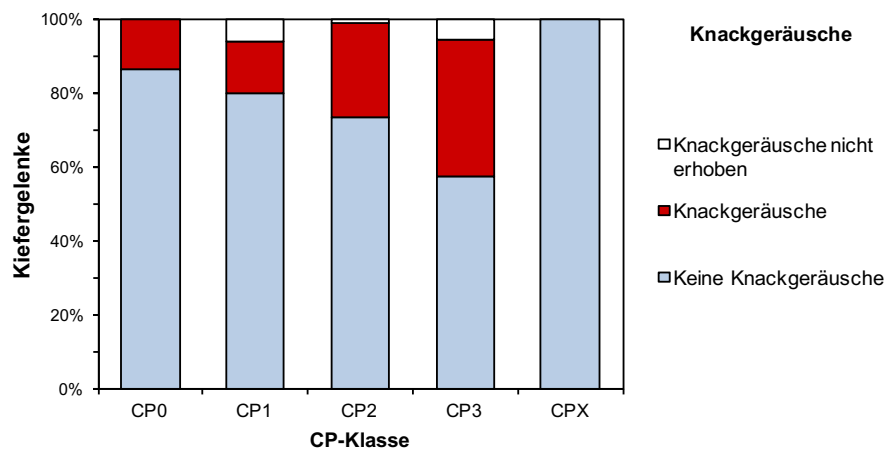


Abbildung 21: Verteilung der klinischen Befunde der Untersuchung „Knackgeräusche“. Prozentuale Werte.

## 4.9 CP-Klassen und Funktionsbefunde der Mundöffnung

Tabelle 14 zeigt die Verteilung der klinischen Befunde der Mundöffnung (MÖ) mit den Teilbefunden „Keine Mundöffnungseinschränkung“ (MÖE), „Mundöffnung 41–48 mm“ und „Mundöffnung bis 40 mm“ innerhalb der CP-Klassen.

		Kondylenposition				
		CP0	CP1	CP2	CP3	CPX
<b>Mund- öffnung</b>	Keine MÖE	43 (71,7 %)	36 (70,6 %)	128 (55,9 %)	16 (28,1 %)	1 (11,1 %)
	MÖ 41 bis 48 mm	15 (25,0 %)	12 (23,5 %)	70 (30,6 %)	28 (49,1 %)	3 (33,3 %)
	MÖ bis 40 mm	2 (3,3 %)	3 (5,9 %)	31 (13,5 %)	13 (22,8 %)	5 (55,6 %)
Gesamt n=406		60 (100 %)	51 (100 %)	229 (100 %)	57 (100 %)	9 (100 %)

Tabelle 14: Verteilung der klinischen Befunde der Untersuchung „Mundöffnung“. Der obere Wert pro Zelle gibt die absolute Anzahl wieder, darunter steht die prozentuale Verteilung pro Klasse. Abk.: MÖ = Mundöffnung, MÖE = Mundöffnungseinschränkungen.

Eine relative Häufung der eingeschränkten Mundöffnung ist in den höheren CP-Klassen zu finden. Der Chi-Quadrat-Test auf linearen Trend ergab für das Auftreten eingeschränkter Mundöffnungen eine signifikante Abhängigkeit zu den CP-Klassen ( $p < 0,05$ ). Abbildung 22 (folgende Seite) veranschaulicht die Verteilung in absoluten Werten, danach Abbildung 23 die Verteilung in relativen Werten, bezogen auf die jeweilige CP-Klasse.

## 4. Ergebnisse

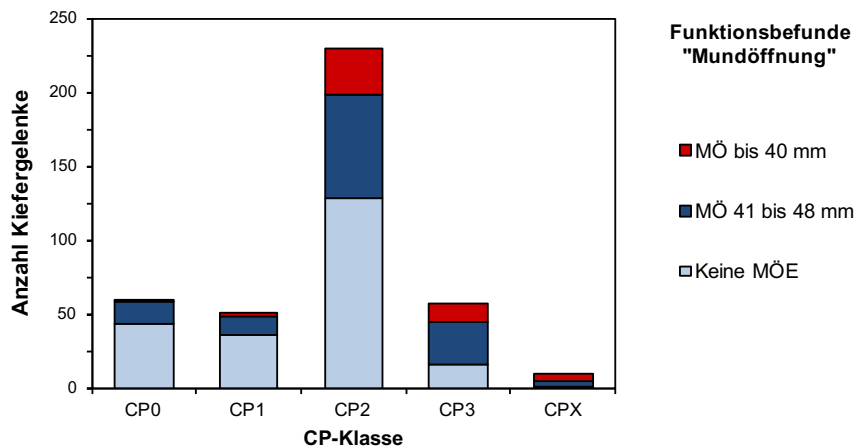


Abbildung 22: Verteilung der klinischen Befunde der Untersuchung „Mundöffnung“. Absolute Werte. Abk.: MÖ = Mundöffnung, MÖE = Mundöffnungseinschränkungen.

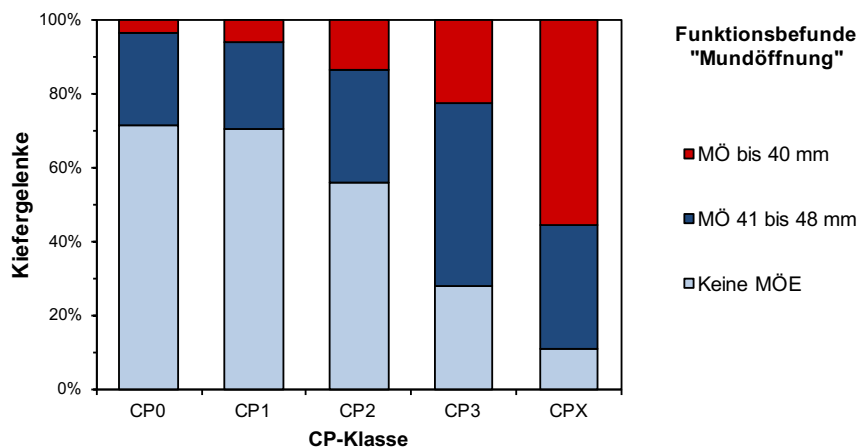


Abbildung 23: Verteilung der klinischen Befunde der Untersuchung „Mundöffnung“. Prozentuale Werte. Abk.: MÖ = Mundöffnung, MÖE = Mundöffnungseinschränkungen.

### 5. Diskussion

#### 5.1 Diskussion der Methoden

##### 5.1.1 Patientenkollektiv

Das Patientenkollektiv wurde retrospektiv aus Archivdaten gewonnen, hierbei stellten die Einschlusskriterien eine hohe Datenqualität sicher. Beide Patientengruppen wiesen eine vergleichbare Geschlechterverteilung auf.

Die KFO-Vergleichsgruppe ist nicht im Sinne einer gesunden Kontrollgruppe zu verstehen, die frei von jedweden Pathologien ist. Okklusionsstörungen und/oder Lage- und Formabweichung der Kiefer könnten unter anderem zu einer röntgenologisch nachweisbaren Veränderung der Kondylenposition geführt haben.

Auch die unterschiedliche Altersverteilung in den Gruppen gilt es zu berücksichtigen, da sich die KFO-Patienten im Gegensatz zu den CMD-Patienten überwiegend im Wachstum befanden. Dies könnte zu Einschränkungen in der Vergleichbarkeit führen. Das Alter der CMD-Patienten entspricht einer Verteilung, die bereits andere Studien mit ähnlichen Kohorten aufwiesen (Paknahad et al. 2015; Paknahad and Shahidi 2015).

Die im Vergleich zu anderen Arbeiten höhere Anzahl an Patienten sowie die Einbeziehung der MSA sind in dieser Studie neuartig. Die Größe des Patientenkollektivs (n=203) liegt deutlich oberhalb von vergleichbaren Studien, die zwischen 50–62 Patienten untersuchten (Imanimoghaddam et al. 2016; Paknahad et al. 2015; Paknahad and Shahidi 2015; Shetty et al. 2014).

##### 5.1.2 Digitale Volumentomographie

Die DVT wurde bei allen Patienten mit demselben Gerät, mit standardisierten Einstellungen und nach einem standardisierten Ablauf durchgeführt. Die Röntgenbildbefundung erfolgte an einem dafür zugelassenen Befundungsmonitor.

Zu kritisieren ist die Tatsache, dass die röntgenologische Befundung zwar ohne Kenntnis der klinischen Befunde erfolgte, jedoch mit Wissen um die Gruppenzugehörigkeit, womit sich eine unbewusste Beeinflussung des Untersuchers nicht ausschließen lässt.



Die röntgenologische Auswertung der Kondylenposition wurde visuell durchgeführt, um eine uneingeschränkte Positionsanalyse im dreidimensionalen Raum zu ermöglichen. Die visuelle Beurteilung der Kondylenposition führte zu gleichen Ergebnissen wie die lineare Vermessung, was eine Voruntersuchung an 40 Kiefergelenken zeigen konnte (siehe auch 3.1.3 *Röntgenologische Befundung* auf Seite 15). Schon *Pullinger* und *Hollender* bestätigten die Anwendbarkeit der visuellen Auswertung (*subjective evaluation*), gaben jedoch zu bedenken, dass die Beurteilung der Kondylenposition auch abhängig ist von der Erfahrung des Untersuchers (Pullinger and Hollender 1986; Pullinger and Hollender 1985).

### 5.1.3 Klinische Untersuchung

Die MSA ist eine etablierte klinische Untersuchungsmethode in der CMD-Diagnostik. Ihr grundsätzlicher Aufbau und ihre verschiedenen Modifikationen sind durch die Deutsche Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie beschrieben worden, in der vorliegenden Arbeit wurde die MSA nach *Bumann* und *Lotzmann* angewendet (Bumann and Lotzmann 1999). Durch den standardisierten Ablauf (siehe auch 3.1.4 *Klinische Befundung* auf Seite 19) dieser Untersuchung ist die Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit der klinischen Ergebnisse gewährleistet.

### 5.2 Diskussion der Ergebnisse

Im Folgenden werden die aufgestellten Hypothesen einzeln nacheinander diskutiert. Der Vergleich mit der Literatur folgt am Ende dieser Diskussion für alle Ergebnisse.

#### Kondylenpositionsklassen im Gruppenvergleich

##### 5.2.1 CP0 im Gruppenvergleich

Die erste Hypothese, dass Patienten der CMD-Gruppe seltener eine radiologisch physiologische Kondylenposition aufweisen als die Patienten der KFO-Vergleichsgruppe, hat sich bewährt. Die CP0-Klasse, die einer zentralen Kondylenposition entspricht, war in der KFO-Gruppe mit 26,5 %, im Vergleich zu der CMD-Gruppe mit 3 %, deutlich stärker vertreten ( $p < 0,001$ ).

Dies stützt die Annahme, dass eine zentrale Kondylenposition weniger mit CMD-Beschwerden vergesellschaftet ist: In der CMD-Therapie wird diese Position durch Okklusionsschienen angestrebt, um eine physiologische Kondylus-Diskus-Fossa-Relation wiederherzustellen (DGZMK 2015a).

##### 5.2.2 CP1 im Gruppenvergleich

Die zweite Hypothese, dass Patienten der CMD-Gruppe seltener eine radiologisch gelenkentlastende Kondylenposition als die Patienten der KFO-Gruppe aufweisen, hat sich nicht bewährt. Die CP1-Klasse war mit 15,7 % in der KFO-Gruppe zwar stärker vertreten als in der CMD-Gruppe, in der sie mit einer Häufigkeit von 9,4 % auftrat, dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant ( $p = 0,056$ ).

Eine Zuweisung in die CP1-Klasse lässt keine Rückschlüsse auf eine eventuell vorhandene CMD-Problematik zu. Eine Indikation zur therapeutischen Lageveränderung des Kondylus ist nicht gegeben.

##### 5.2.3 CP2 im Gruppenvergleich

Die dritte Hypothese: „Die Patienten der CMD-Gruppe weisen häufiger eine radiologisch gelenkbelastende Kondylenposition ohne dazu passenden klinischen Befund (CP2-Klasse) auf, als die Patienten der KFO-Vergleichsgruppe“, hat sich nicht bewährt. Die CP2-Klasse war innerhalb der KFO-Gruppe mit einer Häufigkeit von

55,9 % vertreten und innerhalb der CMD-Gruppe mit 56,9 %, was statistisch keinen signifikanten Unterschied ergab ( $p=0,831$ ).

Eine Zuweisung in die CP2-Klasse lässt keine Rückschlüsse auf eine eventuell vorhandene CMD-Problematik zu. Die Zugehörigkeit zu dieser Klasse identifiziert keine therapiebedürftige Kondylenposition. Es ist bemerkenswert, dass in der vorliegenden Studie in beiden Gruppen über die Hälfte der Patienten radiologisch gelenkbelastende Kondylenpositionen ohne passenden klinischen Befund des Gelenkraums aufwiesen. Diese hohe Anzahl lässt sich möglicherweise damit erklären, dass der Gelenkraum dreidimensional durch stufenloses Navigieren in allen Ebenen beurteilt wurde. Ausschlaggebend für die Einteilung waren dementsprechend die ungünstigsten Gelenkspaltbereiche, unabhängig davon, ob nur Teilbereiche betroffen waren und/oder wo sich diese im Gelenk befanden. Die vermehrte Feststellung nicht-zentraler Kondylenpositionen muss daher nicht Ausdruck einer hohen Anzahl pathologischer Positionen sein. Vielmehr ist sie das Ergebnis detaillierterer Darstellungsmöglichkeiten in der Bildgebung durch technologischen Fortschritt.

### 5.2.4 CP3 im Gruppenvergleich

Die vierte Hypothese: „Die Patienten der CMD-Gruppe weisen häufiger eine radiologisch gelenkbelastende Kondylenposition mit dazu passendem klinischen Befund (CP3-Klasse) auf, als die Patienten der KFO-Vergleichsgruppe“, hat sich bewährt. Die CP3-Klasse weist eine deutlich unterschiedliche Häufigkeitsverteilung zwischen den Patienten-Gruppen auf. Ließ sie sich in der KFO-Gruppe nur in 2 % der Fälle nachweisen, so ist sie mit 26,2 % sehr viel häufiger in der CMD-Gruppe nachweisbar ( $p<0,001$ ).

Hier zeigt sich, dass die Kondylenposition Einfluss auf das Gelenk und somit auf CMD-Beschwerden nehmen kann: Eine radiologisch nachweisbare Verlagerung des Kondylus bei auslösbaren Schmerzen in ebendieser Belastungsrichtung ist typisch für Patienten mit CMD-Beschwerden.

Eine Zuweisung zu der CP3-Klasse identifiziert eine behandlungsbedürftige Verlagerung des Kondylus, welche einer kausalen okklusalen Therapie zugeführt werden sollte.

### 5.2.5 Kondylenlokalisationen im Gruppenvergleich

Die fünfte Hypothese, dass die radiologisch häufigste Kondylenposition in beiden Patientengruppen die zentrale Position ist, muss zurückgewiesen werden. Die zentrale Kondylenposition ist zwar in der KFO-Gruppe mit einem Anteil von 26,5 % aller Positionen in dieser Gruppe am häufigsten zu finden, jedoch trifft dies nicht auf die CMD-Gruppe zu. Hier ist die dorsokraniolaterale Kondylenposition mit 18,3 % am häufigsten vertreten; die zentrale Kondylenposition findet sich in dieser Gruppe lediglich in 3 % der Fälle.

Die zentrale Kondylenposition ist zwar in der KFO-Gruppe die häufigste Position, repräsentiert aber selbst in dieser Gruppe nur circa ein Viertel aller Befunde. Diese Erkenntnis wurde erst durch die dreidimensionale Gelenkraumauswertung ermöglicht und zeigt eindrucksvoll, dass auch nicht-zentrale Kondylenpositionen nicht pathologisch sein müssen. Die bisher übliche zweidimensionale Ermittlung der Kondylenposition in einer Referenzschicht lässt nur wenige Positionsangaben wie zum Beispiel anterior/zentriert/posterior zu (Cho and Jung 2012; Imanimoghaddam et al. 2016; Paknahad et al. 2015; Paknahad and Shahidi 2015). Wohingegen die Auswertung des Gelenkraums in allen drei Raumrichtungen sehr viel mehr detailliertere Positionsangaben ermöglicht, wie in Tabelle 10 auf Seite 35 + 36 ersichtlich.

#### CPX-Klasse

War eine röntgenologische Lagebestimmung des Kondylus durch eine ausgeprägte Deformation der knöchernen Strukturen nicht möglich oder die klinische Untersuchung ergab eine unspezifische Kapsulitis, welche eine Differenzierung der überlasteten Gelenkstruktur nicht zulässt, so erfolgte eine Zuweisung in diese Klasse. Dieser Fall trat nur selten und nur in der CMD-Gruppe auf (n=9).

Bei Zuweisung zu dieser Klasse kann von einer CMD-Problematik ausgegangen werden, es lassen sich jedoch keine Rückschlüsse auf den Einfluss der Kondylenposition ziehen. Ein weiteres differenziertes diagnostisches und therapeutisches Vorgehen ist erforderlich.

### CP-Klassen und klinische Befunde

Die folgenden klinischen Funktionsbefunde der MSA zeigten in Ihrer Verteilung alle eine signifikante Abhängigkeit zu den Kondylenpositionsklassen mit je  $p < 0,05$  im Chi-Quadrat-Test auf linearen Trend: „Gelenkflächen“, „Muskeln“, „Knackgeräusche“ und „Mundöffnung“.

#### 5.2.6 CP-Klassen und Funktionsbefunde der Gelenkflächen

Die Hypothese, dass klinische Befunde der Gelenkflächen nicht in Zusammenhang mit den CP-Klasse stehen, hat sich nicht bewährt. Der Chi-Quadrat-Test auf linearen Trend ergab eine signifikante Abhängigkeit der Gelenkflächenbefunde zu den CP-Klassen ( $p < 0,05$ ).

Die vorliegende Arbeit konnte zeigen, dass pathologische Befunde der Gelenkflächen mit höheren CP-Klassen vergesellschaftet sind.

#### 5.2.7 CP-Klassen und Funktionsbefunde der Muskulatur

Die Hypothese, dass klinische Befunde der Kaumuskulatur nicht in Zusammenhang mit den CP-Klassen stehen, hat sich nicht bewährt. Der Chi-Quadrat-Test auf linearen Trend ergab eine signifikante Abhängigkeit der Muskelbefunde zu den CP-Klassen ( $p < 0,05$ ).

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass pathologische Befunde der Kaumuskulatur mit höheren CP-Klassen vergesellschaftet sind.

#### 5.2.8 CP-Klassen und Knackgeräusche

Die Hypothese, dass das Auftreten von Knackgeräuschen nicht in Zusammenhang mit den CP-Klassen steht, hat sich nicht bewährt. Der Chi-Quadrat-Test auf linearen Trend ergab für das Auftreten von Knackgeräuschen eine signifikante Abhängigkeit zu den CP-Klassen ( $p < 0,05$ ).

Die vorliegende Arbeit konnte zeigen, dass das Auftreten von Knackgeräuschen mit höheren CP-Klassen vergesellschaftet ist.

### 5.2.9 CP-Klassen und Funktionsbefunde der Mundöffnung

Die Hypothese, dass Mundöffnungseinschränkungen nicht in Zusammenhang mit den CP-Klassen stehen, hat sich nicht bewährt. Der Chi-Quadrat-Test auf linearen Trend ergab für das Auftreten eingeschränkter Mundöffnungen eine signifikante Abhängigkeit zu den CP-Klassen ( $p < 0,05$ ).

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass das Auftreten von Mundöffnungseinschränkungen mit höheren CP-Klassen vergesellschaftet ist.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass auch pathologische Funktionsbefunde, die sich nicht auf den ersten Blick in Zusammenhang mit der Kondylenposition bringen lassen, eng mit den CP-Klassen korrelieren: je höher die CP-Klasse, desto mehr pathologische Funktionsbefunde sind nachweisbar.

### 5.2.10 Literaturvergleich

Vergleicht man die gewonnenen Ergebnisse mit den in der Literatur verfügbaren, fällt auf, dass es kaum vergleichbare Studien gibt. Zum einen prüften nur wenige Studien überhaupt einen Zusammenhang zwischen der röntgenologischen Kondylenposition und klinischen CMD-Befunden, zum anderen gibt es bis dato keine Arbeit, die eine den CP-Klassen vergleichbare Einteilung vorgenommen und geprüft hat.

In der Studie von *Imanimoghaddam et al.* wurden bei 25 Patienten pro Gruppe (CMD-Gruppe und nicht-CMD-Vergleichsgruppe) die Gelenkspaltdistanzen verglichen (vorderer/oberer/hinterer Gelenkspalt) und ein größerer anteriorer Gelenkspalt in der CMD-Gruppe festgestellt ( $p < 0,05$ ), was einer exzentrischen Verlagerung des Kondylus nach dorsal entspricht (Imanimoghaddam et al. 2016).

Eine weitere Studie, die Kondylenpositionen einer CMD-Gruppe mit einer nicht-CMD-Gruppe vergleicht, ist diejenige von *Paknahad et al.* (Paknahad et al. 2015): Die Analyse von jeweils 30 Patienten pro Gruppe konnte keinen signifikanten Unterschied in der Verteilung der Kondylenpositionen (anterior/zentriert/posterior) zwischen den Gruppen feststellen ( $p = 0,22$ ).

Die gleiche Arbeitsgruppe führte jedoch noch eine weitere Studie durch: Diesmal wurde statt eines Kohortenvergleichs eine Querschnittsstudie durchgeführt. Eine CMD-Population ( $n = 60$ ) wurde nach dem *Helkimo-Index* eingeteilt (*dysfunction index I-III*) und es wurde auf einen Zusammenhang zwischen Index und Kondylenposition im DVT

hin untersucht. Es konnte ein Unterschied zwischen allen Gruppen festgestellt werden und die dorsale Kondylenposition trat dabei signifikant häufiger in der Gruppe mit dem Dysfunktionsindex III auf (Paknahad and Shahidi 2015).

Hierbei ist jedoch anzumerken, dass in den genannten Studien für die röntgenologische Positionsbestimmung des Kondylus nur die zentrale Sagittalschicht als singular festgelegte Referenzschicht verwendet wurde. Somit erfolgte eine Reduktion des dreidimensionalen Datensatzes auf einen zweidimensionalen Ausschnitt. Zudem wurden keine spezifischen klinischen Befunde bezüglich des Gelenkraums berücksichtigt, sondern nur, ob allgemeine CMD-Befunde vorhanden waren, um die Patienten einer Gruppe zuordnen zu können. Daher sind diese Studiendesigns nur eingeschränkt dazu geeignet, den Einfluss der Kondylenposition auf CMD zu untersuchen, da die Mechanismen der Adaptation und Kompensation unberücksichtigt bleiben.

Die in der vorliegenden Arbeit postulierte und evaluierte CP-Klassifikation wird diesen Anforderungen gerecht: die Kondylenposition wird dreidimensional erfasst und mit spezifischen klinischen Befunde des Gelenkraums kombiniert. Die im Vergleich hohe Patientenzahl unterstreicht dabei die Aussagekraft der Ergebnisse.

Die Tabelle 15 (folgende Seite) listet die Kennzahlen der Studien auf und bietet einen Vergleich mit der vorliegenden Arbeit.

Studie	Pat. (n)	Gruppen	Klinische Untersuchung	3-D Erfassung der Kondylenposition	Kombination radiologische Kondylenposition + klinische Befunde des Gelenkraums
(Paknahad and Shahidi 2015)	60 42w/18m	1 CMD-Gruppe	Helkimo-Index	nein	nein
(Paknahad et al. 2015)	60 38w/22m	1 CMD-Gruppe 1 Vergleichsgruppe (nicht-CMD-Patienten)	Allgemeine CMD-Symptome	nein	nein
(Imanimoghaddam et al. 2016)	50 37w/13m	1 CMD-Gruppe 1 Vergleichsgruppe (DVT zw. Implantatplanung)	Allgemeine CMD-Symptome	nein	nein
Vorliegende Arbeit	203 142w/61m	1 CMD-Gruppe 1 Vergleichsgruppe (KFO-Patienten)	MSA	ja	ja

Tabelle 15: Übersicht der Studieneigenschaften „Anzahl der Patienten“, „Anzahl der Kiefergelenke“ und Gruppeneigenschaften vergleichbarer Studien. Abk.: 3-D = dreidimensional, CMD = craniomandibuläre Dysfunktion, w = weiblich, m = männlich, MSA = Manuelle Strukturanalyse.



### 5.3 Schlussfolgerung

Die DVT ist im klinischen Alltag noch kein routinemäßig eingesetztes Diagnostikum im Rahmen der CMD-Behandlung, trotz entsprechender Berücksichtigung in der „S2k-Leitlinie Dentale digitale Volumentomographie“ (DGZMK 2013). Der technologische Fortschritt und die damit einhergehende Reduzierung der Strahlenbelastung führt zu ihrer zunehmenden Verbreitung in der Zahnmedizin. Kommt die DVT im klinischen Alltag zum Einsatz, sollte das Kiefergelenk nicht unberücksichtigt bleiben. Die Arbeitsgruppe von *De Boer* demonstrierte bereits den Einfluss der DVT auf Therapieentscheidungen in der Behandlung von CMD (de Boer et al. 2014).

Die vorliegende Arbeit konnte zeigen, dass die Kombination der radiologisch ermittelten Kondylenposition mit spezifischen klinischen Befunden der MSA das Spektrum der diagnostischen Möglichkeiten bezüglich der CMD erweitert, da die Adaptations- und Kompensationsfähigkeit des craniomandibulären Systems berücksichtigt wird. Die Ergebnisse bestätigen, dass die CP-Klassifikation dazu geeignet ist, den Einfluss der Kondylenposition auf die CMD patientenindividuell zu bewerten.

Hierdurch wird es möglich, Kondylenpositionen mit Indikation zur therapeutischen Lageveränderung des Kondylus (CP3) von solchen ohne Indikation zur therapeutischen Lageveränderung (CP0, CP1, CP2) abzugrenzen. Somit wird die Grundlage für eine zielgerichtete Therapie geschaffen.

#### Ausblick

Diese Arbeit ist der Versuch einer Klassifikation und erhebt keinen Anspruch auf unbedingte Gültigkeit. Sie soll vielmehr Grundlage sein für weiterführende klinische Studien zur Kondylenposition und ihren möglichen Einfluss auf die CMD. Diese Arbeit soll einem besseren Verständnis dieser Zusammenhänge dienen und letztlich die Diagnostik und Therapie dieses komplexen Erkrankungsbildes zum Wohle des Patienten verbessern. Darüber hinaus dient sie als Impuls für eine konstruktive Diskussion: das bisherige Dogma der zentrischen Kondylenposition sollte überdacht werden.

## 6. Literaturverzeichnis

**Ahmad M**, Hollender L, Anderson Q, Kartha K, Ohrbach R, Truelove EL, John MT, Schiffmann EL. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders (RDC/TMD): development of image analysis criteria and examiner reliability for image analysis. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 2009 Jun;107(6):844–60.

**Alkhader M**, Ohbayashi N, Tetsumura A, Nakamura S, Okochi K, Momin MA, Kurabayashi T. Diagnostic performance of magnetic resonance imaging for detecting osseous abnormalities of the temporomandibular joint and its correlation with cone beam computed tomography. *Dento Maxillo Facial Radiol.* 2010 Jul;39(5):270–6.

**Aquilino SA**, Matteson SR, Holland GA, Phillips C. Evaluation of condylar position from temporomandibular joint radiographs. *J. Prosthet. Dent.* 1985 Jan;53(1):88–97.

Berg DDB-I, Zeilhofer H-F, Haßfeld S, Jürgens P. Ethik in der dentomaxillofazialen Bildgebung. *MKG-Chir.* 2015 Apr 15;8(2):74–82.

**de Boer EWJ**, Dijkstra PU, Stegenga B, de Bont LGM, Spijkervet FKL. Value of cone-beam computed tomography in the process of diagnosis and management of disorders of the temporomandibular joint. *Br. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2014 Mar;52(3):241–6.

**Bongartz K**, Kinzinger G, Gülden N, Riediger D, Ghassemi A, Gerressen M. TMD diagnostics: manual structural analysis (MSA) and axiography versus MRI. *J CranioMand Func.* 2012;4(3):213–26.

**Bumann A**, Groot Landeweer G. Die “manuelle Funktionsanalyse”. Erweiterte Untersuchung. *Phillip J.* 1997;(5):207–14.

**Bumann A**, Lotzmann U. Band 12: Funktionsdiagnostik und Therapieprinzipien: Zus.-Arb.: Axel Bumann, Ulrich Lotzmann. Georg Thieme Verlag; 1999.

**Cho B-H**, Jung Y-H. Osteoarthritic changes and condylar positioning of the temporomandibular joint in Korean children and adolescents. *Imaging Sci. Dent.* 2012;42(3):169–74.

**Christiansen G**. Das Kiefergelenk-Buch: ein Patientenratgeber und Leitfaden für Mediziner und Zahnmediziner. Ingolstadt: CMD Compact; 2016.

**Cordray FE**. Three-dimensional analysis of models articulated in the seated condylar position from a deprogrammed asymptomatic population: a prospective study. Part 1. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. Off. Publ. Am. Assoc. Orthod. Its Const. Soc. Am. Board Orthod.* 2006 May;129(5):619–30.

- Crawford** SD. Condylar axis position, as determined by the occlusion and measured by the CPI instrument, and signs and symptoms of temporomandibular dysfunction. *Angle Orthod.* 1999 Apr;69(2):103-115; discussion 115-116.
- Danner** H, **Jakstat** H, **Ahlers** M. Correlations between posture and jaw relations. *J CranioMand Func.* 2009;1(2):149–63.
- DGFDT**, **DGZMK**. Klinische Funktionsanalyse. Gemeinsame Stellungnahme der DGZMK und der Deutschen Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie (FDT) in der DGZMK. 2003.
- DGZMK**. S1-Leitlinie Dentale Volumentomographie [Internet]. 2009 [cited 2017 Mar 12]. Available from: <http://www.dgzmk.de/zahnaerzte/wissenschaft-forschung/leitlinien/details/document/dentale-volumentomographie-s1.html>
- DGZMK**. S2k-Leitlinie Dentale-Volumentomographie. **2013**.
- DGZMK**. Zur Therapie der funktionellen Erkrankungen des kranio-mandibulären Systems. **2015a**.
- DGZMK**. S2k Leitlinie instrumentelle Funktionsanalyse. **2015b**.
- Dimitroulis** G. A new surgical classification for temporomandibular joint disorders. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2013 Feb 1;42(2):218–22.
- Epstein** JB, **Caldwell** J, **Black** G. The utility of panoramic imaging of the temporomandibular joint in patients with temporomandibular disorders. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 2001 Aug;92(2):236–9.
- Fantini** SM de, **Paiva** JB de, **Rino Neto** J, **Dominguez** GC, **Abrão** J, **Vigoritto** JW. Increase of condylar displacement between centric relation and maximal habitual intercuspation after occlusal splint therapy. *Braz. Oral Res.* 2005 Sep;19(3):176–82.
- Freesmeyer** W. Okklusionsschienen. 3. Koeck B, editor. München: Urban & Schwarzenberg; 1995.
- Fricton** J, **Look** JO, **Wright** E, **Alencar** FGP, **Chen** H, **Lang** M, **Ouyang** W, **Velly** AM. Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials evaluating intraoral orthopedic appliances for temporomandibular disorders. *J. Orofac. Pain.* 2010;24(3):237–54.
- Fryback** DG, **Thornbury** JR. The efficacy of diagnostic imaging. *Med. Decis. Mak. Int. J. Soc. Med. Decis. Mak.* 1991 Jun;11(2):88–94.
- Gökalp** H. Disc position in clinically asymptomatic, pretreatment adolescents with Class I, II, or III malocclusion: A retrospective magnetic resonance imaging study. *J. Orofac. Orthop. Fortschritte Kieferorthopädie OrganOfficial J. Dtsch. Ges. Kieferorthopädie.*

2016 May;77(3):194–202.

**Grossmann E**, Remedi MP, Ferreira LA, Carvalho ACP. Magnetic Resonance Image Evaluation of Temporomandibular Joint Osteophytes: Influence of Clinical Factors and Artrogenics Changes. *J. Craniofac. Surg.* 2016 Mar;27(2):334–8.

**Helkimo M**. Studies on function and dysfunction of the masticatory system. 3. Analyses of anamnestic and clinical recordings of dysfunction with the aid of indices. *Sven. Tandlök. Tidskr. Swed. Dent. J.* 1974 May;67(3):165–81.

**Hilgers ML**, Scarfe WC, Scheetz JP, Farman AG. Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2005 Dezember;128(6):803–11.

**Honey OB**, Scarfe WC, Hilgers MJ, Klueber K, Silveira AM, Haskell BS, Farman AG. Accuracy of cone-beam computed tomography imaging of the temporomandibular joint: comparisons with panoramic radiology and linear tomography. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. Off. Publ. Am. Assoc. Orthod. Its Const. Soc. Am. Board Orthod.* 2007 Oct;132(4):429–38.

**Hugger A**. [Diagnostic imaging assessment of temporomandibular joint pain]. *Schmerz Berl. Ger.* 2002;16(5):355–64.

**Hugger A**, Lange M, Schindler H, Türp JC. Begriffsbestimmungen: Funktionsstörung, Dysfunktion, craniomandibuläre Dysfunktion (CMD), Myoarthropathie des Kausystems (MAP). *DGFDT*; 2016.

**Ikeda K**, Kawamura A, Ikeda R. Assessment of optimal condylar position in the coronal and axial planes with limited cone-beam computed tomography. *J. Prosthodont. Off. J. Am. Coll. Prosthodont.* 2011 Aug;20(6):432–8.

**Imanimoghaddam M**, Madani AS, Mahdavi P, Bagherpour A, Darijani M, Ebrahimnejad H. Evaluation of condylar positions in patients with temporomandibular disorders: A cone-beam computed tomographic study. *Imaging Sci. Dent.* 2016 Jun;46(2):127–31.

**Jung Y-W**, Park S-H, On S-W, Song S-I. Correlation between clinical symptoms and magnetic resonance imaging findings in patients with temporomandibular joint internal derangement. *J. Korean Assoc. Oral Maxillofac. Surg.* 2015 Jun;41(3):125–32.

**Knoernschild KL**, Aquilino SA, Ruprecht A. Transcranial radiography and linear tomography: a comparative study. *J. Prosthet. Dent.* 1991 Aug;66(2):239–50.

**Kundert M**. [The value of Schüller's temporomandibular joint radiography for the diagnosis of joint related malocclusion]. *Schweiz. Monatsschrift Für Zahnheilkd. Rev.*

Mens. Suisse Odonto-Stomatol. SSO. 1976 Apr;86(4):393–412.

**Latta** GH. Influence of circadian periodicity on reproducibility of centric relation records for edentulous patients. *J. Prosthet. Dent.* 1992 Nov;68(5):780–3.

**Liedberg** J, Rohlin M, Westesson PL. Observer performance in assessment of condylar position in temporomandibular joint radiograms. *Acta Odontol. Scand.* 1985 Mar;43(1):53–8.

**Lim** M-J, Lee J-Y. Computed tomographic study of the patterns of oosteoarthritic change which occur on the mandibular condyle. *J. Cranio-Maxillo-fac. Surg. Off. Publ. Eur. Assoc. Cranio-Maxillo-fac. Surg.* 2014 Dec;42(8):1897–902.

**Martins** E, Silva J-C, Pires CA, Ponces-Ramalhão M-J-F, Lopes J-D. Coronal joint spaces of the Temporomandibular joint: Systematic review and meta-analysis. *J. Clin. Exp. Dent.* 2015;7(3):e435-440.

**Mawani** F, Lam EWN, Heo G, McKee I, Raboud DW, Major PW. Condylar shape analysis using panoramic radiography units and conventional tomography. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 2005 Mar;99(3):341–8.

**Merigue** LF, Conti AC de CF, Oltramari-Navarro PVP, Navarro R de L, Almeida MR de. Tomographic evaluation of the temporomandibular joint in malocclusion subjects: condylar morphology and position. *Braz. Oral Res.* 2016;30.

**Michelotti** A, Alstergren P, Goulet JP, Lobbezoo F, Ohrbach R, Peck C, Schiffman E, List T. Next steps in development of the diagnostic criteria for temporomandibular disorders (DC/TMD): Recommendations from the International RDC/TMD Consortium Network workshop. *J. Oral Rehabil.* 2016 Jun;43(6):453–67.

**Obrez** A, Stohler CS. Jaw muscle pain and its effect on gothic arch tracings. *J. Prosthet. Dent.* 1996 Apr;75(4):393–8.

**Obrez** A, Türp JC. The effect of musculoskeletal facial pain on registration of maxillomandibular relationships and treatment planning: a synthesis of the literature. *J. Prosthet. Dent.* 1998 Apr;79(4):439–45.

**Ordelheide** A, Bernhardt O. The effectiveness of occlusal splints for the treatment of craniomandibular dysfunctions – an overview of national and international publications. *J CranioMand Func.* 2009;1(4):323–38.

**Padala** S, Padmanabhan S, Chithranjan AB. Comparative evaluation of condylar position in symptomatic (TMJ dysfunction) and asymptomatic individuals. *Indian J. Dent. Res. Off. Publ. Indian Soc. Dent. Res.* 2012 Feb;23(1):122.

**Paknahad** M, Shahidi S. Association between mandibular condylar position and clinical dysfunction index. *J. Cranio-Maxillofac. Surg. [Internet].* 2015 [cited 2015 Mar 9]; Available

from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1010518215000153>

**Paknahad M**, Shahidi S, Iranpour S, Mirhadi S, Paknahad M. Cone-Beam Computed Tomographic Assessment of Mandibular Condylar Position in Patients with Temporomandibular Joint Dysfunction and in Healthy Subjects. *Int. J. Dent.* 2015;2015:301796.

**Petersson A**. What you can and cannot see in TMJ imaging--an overview related to the RDC/TMD diagnostic system. *J. Oral Rehabil.* 2010;37(10):771–8.

**Pullinger A**, Hollender L. Assessment of mandibular condyle position: A comparison of transcranial radiographs and linear tomograms. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1985;60(3):329–34.

**Pullinger A**, Hollender L. Variation in condyle-fossa relationships according to different methods of evaluation in tomograms. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1986 Dec;62(6):719–27.

**Pullinger AG**, Hollender L, Solberg WK, Petersson A. A tomographic study of mandibular condyle position in an asymptomatic population. *J. Prosthet. Dent.* 1985 May;53(5):706–13.

**Rodrigues AF**, Fraga MR, Vitral RWF. Computed tomography evaluation of the temporomandibular joint in Class I malocclusion patients: condylar symmetry and condyle-fossa relationship. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. Off. Publ. Am. Assoc. Orthod. Its Const. Soc. Am. Board Orthod.* 2009 Aug;136(2):192–8.

**Rybczynsky A**. Manuelle Strukturanalyse zur Differenzierung craniomandibulärer Dysfunktionen - Verteilung muskulärer Befunde in einer klinischen Studie und diagnostischer Nutzen. Dissertation. Hamburg; 2012.

**Sakaguchi K**, Mehta NR, Abdallah EF, Forgione AG, Hirayama H, Kawasaki T, Yokoyama A. Examination of the relationship between mandibular position and body posture. *Cranio J. Craniomandib. Pract.* 2007 Oct;25(4):237–49.

**Schiffman E**, Ohrbach R, Truelove E, Look J, Anderson G, Goulet J-P, List T, Svensson P, Gonzalez Y, Lobbezoo F. Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) for Clinical and Research Applications: recommendations of the International RDC/TMD Consortium Network and Orofacial Pain Special Interest Group. *J. Oral Facial Pain Headache.* 2014;28(1):6–27.

**Schilcher C** von. Die Position des Condylus mandibulae - eine kritische Literaturübersicht Dissertation. Würzburg; 2004.

**SEDENTEXCT.** Guidelines on CBCT for Dental and Maxillofacial Radiology. Commission Européenne. Directorate-General for Energy Directorate D -Nuclear Energy; 2012. Report No.: 172.

**Seifeldin SA, Elhayes KA.** Soft versus hard occlusal splint therapy in the management of temporomandibular disorders (TMDs). *Saudi Dent. J.* 2015 Oct;27(4):208–14.

**Shafagh I, Yoder JL, Thayer KE.** Diurnal variance of centric relation position. *J. Prosthet. Dent.* 1975 Nov;34(5):574–82.

**Shetty US, Burde KN, Naikmasur VG, Sattur AP.** Assessment of condylar changes in patients with temporomandibular joint pain using digital volumetric tomography. *Radiol. Res. Pract.* 2014;2014:106059.

**Tripodakis AP, Smulow JB, Mehta NR, Clark RE.** Clinical study of location and reproducibility of three mandibular positions in relation to body posture and muscle function. *J. Prosthet. Dent.* 1995 Feb;73(2):190–8.

**Turasi B, Ari-Demirkaya A, Biren S.** Comparison of increased overjet cases and controls: normative data for condylar positions. *J. Oral Rehabil.* 2007 Feb;34(2):129–35.

**Vahle-Hinz K, Rybczynski A, Jakstat H, Ahlers MO.** Condylar position analysis with a new electronic condylar position measuring instrument E-CPM: influence of different examiners and a working bite on reproducibility. *Int. J. Comput. Dent.* 2009;12(3):235–46.

**Vitral RWF, da Silva Campos MJ, Rodrigues AF, Fraga MR.** Temporomandibular joint and normal occlusion: Is there anything singular about it? A computed tomographic evaluation. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. Off. Publ. Am. Assoc. Orthod. Its Const. Soc. Am. Board Orthod.* 2011 Jul;140(1):18–24.

**Walker TF, Broadwell BK, Noujeim ME.** MRI assessment of temporomandibular disc position among various mandibular positions: a pilot study. *Cranio J. Craniomandib. Pract.* 2016 Mar 30;1–5.

**Wang T, Han JJ, Oh H-K, Park H-J, Jung S, Kook M-S.** Comparison of Orthodontics-First and Surgery-First Approach in Positional Changes of the Condyle After Mandibular Setback Surgery Using Three-Dimensional Analysis. *J. Oral Maxillofac. Surg. Off. J. Am. Assoc. Oral Maxillofac. Surg.* 2016 Jul 26;

**Weffort SYK, de Fantini SM.** Condylar displacement between centric relation and maximum intercuspation in symptomatic and asymptomatic individuals. *Angle Orthod.* 2010 Jun 25;80(5):835–42.

**Winocur E, Reiter S, Krichmer M, Kaffe I.** Classifying degenerative joint disease by the RDC/TMD and by panoramic imaging: a retrospective analysis. *J. Oral Rehabil.* 2010 Mar;37(3):171–7.

## **Eidesstattliche Erklärung**

„Ich, Sarah Steinbock versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: “Die Kondylenposition bei craniomandibulärer Dysfunktion: dreidimensional - röntgenologische Erhebung in Kombination mit klinischen Befunden zur Etablierung einer neuen Klassifikation.” selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung (siehe „Uniform Requirements for Manuscripts (URM)“ des ICMJE -[www.icmje.org](http://www.icmje.org)) kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) entsprechen den URM (s. o.) und werden von mir verantwortet.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem/der Betreuer/in, angegeben sind. Sämtliche Publikationen, die aus dieser Dissertation hervorgegangen sind und bei denen ich Autor bin, entsprechen den URM (s. o.) und werden von mir verantwortet.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§156,161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum            Sarah Steinbock

## **Anteilerklärung an etwaigen erfolgten Publikationen**

entfällt



## **Curriculum Vitae**

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

### **Danksagung**

Mein erster Dank gilt Prof. Dr. Axel Bumann. Neben der Überlassung des Themas und der schnellen und intensiven Betreuung gab er mir das Vertrauen und die Unterstützung, diese Arbeit erfolgreich durchzuführen.

Frau Ulrike von Hehn von Medistat danke ich für die Evaluation der Statistik.


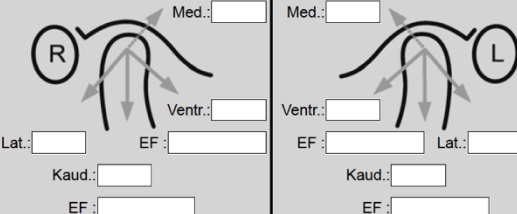
Den Mitarbeitern von Mesantis danke ich für Ihre Geduld und Hilfsbereitschaft, hervorzuheben ist Dr. Juliane König, die mir die Stunden im Institut mit ihrer Fachkenntnis und ihrem Humor leichtgemacht hat.


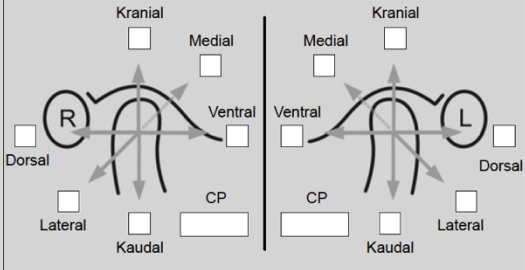
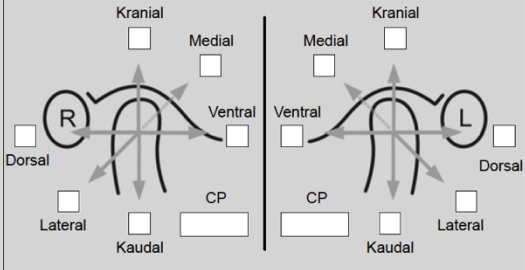
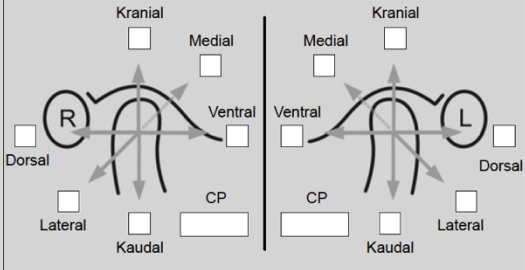
Mein besonderer Dank gilt meiner Familie, insbesondere meinen Eltern, die mir mein Studium ermöglicht und mich in all meinen Entscheidungen unterstützt haben. Meinem Vater Dr. Christoph Steinbock und meinem Bruder Dr. Jonas Steinbock danke ich darüber hinaus für kritische Diskussionen und stetige Motivation. Auch meine Großmutter Dr. Barbara Steinbock möchte ich erwähnen, deren Lebensweg mir Vorbild und deren Begeisterungsfähigkeit noch immer ansteckend ist.

Ich danke meinen Freundinnen Elisabeth Bilewicz, Masechaba Remmler und Susanne Szyzewski, die mich mit viel Verständnis und Beistand durch alle Lebensphasen begleiten.

Abschließend möchte ich meinem Mann Dr. Dr. Stefan Steinbock-Hartwig danken für seine bedingungslose Unterstützung in allen Belangen.



<b>Okklusion</b> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:50%;"></td> <td style="width:10%; text-align: center;">R</td> <td style="width:10%; text-align: center;">L</td> <td style="width:30%;"></td> </tr> <tr> <td>Neutralokklusion</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Distalokklusion</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mesialokklusion</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Infraokklusion</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Offener Biss</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Overjet <input style="width:40px;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Kreuzbiss</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Overbite <input style="width:40px;" type="text"/></td> </tr> </table>		R	L		Neutralokklusion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Distalokklusion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Mesialokklusion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Infraokklusion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Offener Biss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Overjet <input style="width:40px;" type="text"/>	Kreuzbiss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Overbite <input style="width:40px;" type="text"/>	<b>Störungen N. trigeminus / N. facialis</b> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:50%;"></td> <td style="width:10%; text-align: center;">R</td> <td style="width:10%; text-align: center;">L</td> <td style="width:30%;"></td> </tr> <tr> <td>N. frontalis</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>N. maxillaris</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>N. mandibularis</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>N. facialis</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </table>		R	L		N. frontalis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		N. maxillaris	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		N. mandibularis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		N. facialis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<b>Sonstige Befunde</b> <p>Ligamentäre Schwächen <input type="checkbox"/></p> <p>Asymmetrien <input type="checkbox"/></p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>																											
	R	L																																																																											
Neutralokklusion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																											
Distalokklusion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																											
Mesialokklusion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																											
Infraokklusion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																											
Offener Biss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Overjet <input style="width:40px;" type="text"/>																																																																										
Kreuzbiss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Overbite <input style="width:40px;" type="text"/>																																																																										
	R	L																																																																											
N. frontalis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																											
N. maxillaris	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																											
N. mandibularis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																											
N. facialis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																											
<b>Aktive Bewegungen, passive Weiterführung und Endgefühl</b>																																																																													
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Bewegung (Normwerte)</th> <th colspan="2">Aktiv</th> <th colspan="2">Schmerz</th> <th colspan="2">Kondylusmobilität</th> <th rowspan="2">Passiv</th> <th colspan="2">Schmerz</th> <th rowspan="2">Endgefühl</th> </tr> <tr> <th>HWS-Extension</th> <th></th> <th>R</th> <th>L</th> <th>R</th> <th>L</th> <th>R</th> <th>L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mundöffnung (49-56 mm)</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Laterotrusion links (10-11mm)</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Laterotrusion rechts (10-11mm)</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Protrusion (10-11mm)</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Retrusion (0-1mm)</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>				Bewegung (Normwerte)	Aktiv		Schmerz		Kondylusmobilität		Passiv	Schmerz		Endgefühl	HWS-Extension		R	L	R	L	R	L	Mundöffnung (49-56 mm)											Laterotrusion links (10-11mm)											Laterotrusion rechts (10-11mm)											Protrusion (10-11mm)											Retrusion (0-1mm)										
Bewegung (Normwerte)	Aktiv		Schmerz		Kondylusmobilität		Passiv	Schmerz		Endgefühl																																																																			
	HWS-Extension		R	L	R	L		R	L																																																																				
Mundöffnung (49-56 mm)																																																																													
Laterotrusion links (10-11mm)																																																																													
Laterotrusion rechts (10-11mm)																																																																													
Protrusion (10-11mm)																																																																													
Retrusion (0-1mm)																																																																													
<b>Dynamische Kompressionen und dynamische Kompression mit Translation (Gelenkflächen)</b>																																																																													
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="4" style="width:15%; text-align: center; vertical-align: middle;"> <input type="radio"/> kein Krepitus, kein Schmerz             </td> <td style="width:35%;"><b>Dynamische Kompression</b></td> <td style="width:10%; text-align: center;">Pro</td> <td style="width:10%; text-align: center;">MO</td> <td style="width:10%; text-align: center;">R</td> <td style="width:10%; text-align: center;">L</td> <td style="width:10%;"></td> <td style="width:10%;"></td> </tr> <tr> <td>Zunahme von Krepitus</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td><b>Kompression mit lateraler Translation</b></td> <td style="text-align: center;">R L</td> </tr> <tr> <td>Zunahme von Krepitus und Schmerz</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td><b>Kompression mit medialer Translation</b></td> <td style="text-align: center;">R L</td> </tr> <tr> <td>Zunahme von Schmerz und Limitation</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Zunahme von Krepitus</td> <td style="text-align: center;">R L</td> </tr> </table>				<input type="radio"/> kein Krepitus, kein Schmerz	<b>Dynamische Kompression</b>	Pro	MO	R	L			Zunahme von Krepitus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Kompression mit lateraler Translation</b>	R L	Zunahme von Krepitus und Schmerz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Kompression mit medialer Translation</b>	R L	Zunahme von Schmerz und Limitation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zunahme von Krepitus	R L																																													
<input type="radio"/> kein Krepitus, kein Schmerz	<b>Dynamische Kompression</b>	Pro	MO		R	L																																																																							
	Zunahme von Krepitus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Kompression mit lateraler Translation</b>	R L																																																																					
	Zunahme von Krepitus und Schmerz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Kompression mit medialer Translation</b>	R L																																																																					
	Zunahme von Schmerz und Limitation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zunahme von Krepitus	R L																																																																						
<b>Passive Kompressionen (Bilaminäre Zone)</b> <p>DKL: <input style="width:40px;" type="text"/> KIP: <input style="width:40px;" type="text"/> KIP: <input style="width:40px;" type="text"/> DKL: <input style="width:40px;" type="text"/></p> <p>DK: <input style="width:40px;" type="text"/> LK: <input style="width:40px;" type="text"/> K: <input style="width:40px;" type="text"/> K: <input style="width:40px;" type="text"/> LK: <input style="width:40px;" type="text"/> DK: <input style="width:40px;" type="text"/></p> <p>MK: <input style="width:40px;" type="text"/> MK: <input style="width:40px;" type="text"/></p> <p>DL: <input style="width:40px;" type="text"/> DL: <input style="width:40px;" type="text"/></p> <p>D: <input style="width:40px;" type="text"/> D: <input style="width:40px;" type="text"/></p> 		<b>Traktionen und Translationen (Kapsel / Ligamente)</b> <p>Med.: <input style="width:40px;" type="text"/> Med.: <input style="width:40px;" type="text"/></p> <p>Ventr.: <input style="width:40px;" type="text"/> Ventr.: <input style="width:40px;" type="text"/></p> <p>Lat.: <input style="width:40px;" type="text"/> EF: <input style="width:40px;" type="text"/> Lat.: <input style="width:40px;" type="text"/> EF: <input style="width:40px;" type="text"/></p> <p>Kaud.: <input style="width:40px;" type="text"/> Kaud.: <input style="width:40px;" type="text"/></p> <p>EF: <input style="width:40px;" type="text"/> EF: <input style="width:40px;" type="text"/></p> 																																																																											
<b>Isometrische Anspannung (Muskeln)</b> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Rechts</th> <th colspan="2">Links</th> </tr> <tr> <th>Schmerz</th> <th>Kraft</th> <th>Schmerz</th> <th>Kraft</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mundschließer</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Mundöffner</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Pterygoideus lateralis rechts</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Pterygoideus lateralis links</td> <td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>			Rechts		Links		Schmerz	Kraft	Schmerz	Kraft	Mundschließer					Mundöffner					Pterygoideus lateralis rechts					Pterygoideus lateralis links					<b>Länge der suprahyoidealen Strukturen</b> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Vertikale Verkürzung</td> <td style="width:40px;"></td> <td style="width:40px;"></td> </tr> <tr> <td>Sagittale Verkürzung</td> <td style="width:40px;"></td> <td style="width:40px;"></td> </tr> </table>		Vertikale Verkürzung			Sagittale Verkürzung																																									
	Rechts		Links																																																																										
	Schmerz	Kraft	Schmerz	Kraft																																																																									
Mundschließer																																																																													
Mundöffner																																																																													
Pterygoideus lateralis rechts																																																																													
Pterygoideus lateralis links																																																																													
Vertikale Verkürzung																																																																													
Sagittale Verkürzung																																																																													
<b>Dynamische Kompressionen und Translationen (Knackgeräusche)</b> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Aktive Bewegung</th> <th>R</th> <th>L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Auf/zu mit Zahnkontakt</td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Auf/zu ohne Zahnkontakt</td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Auf/zu aus Neutralokklusion</td> <td></td><td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Dyn. Kompression exkursiv</th> <th>R</th> <th>L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zeitpunktveränderung</td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Intensitätsveränderung</td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Mundöffnung</td> <td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>		Aktive Bewegung	R	L	Auf/zu mit Zahnkontakt			Auf/zu ohne Zahnkontakt			Auf/zu aus Neutralokklusion			Dyn. Kompression exkursiv	R	L	Zeitpunktveränderung			Intensitätsveränderung			Mundöffnung			<b>Diskusverlagerung mit Reposition</b> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ausmaß der Verlagerung</th> <th>R</th> <th>L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>partiell</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>total</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Konvexität pars posterior</th> <th>R</th> <th>L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>stabil (+)</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>indifferent (=)</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>instabil (-)</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Repositionszeitpunkt</th> <th>R</th> <th>L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>initial</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>intermediär</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>terminal</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		Ausmaß der Verlagerung	R	L	partiell	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	total	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Konvexität pars posterior	R	L	stabil (+)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	indifferent (=)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	instabil (-)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Repositionszeitpunkt	R	L	initial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	intermediär	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	terminal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																	
Aktive Bewegung	R	L																																																																											
Auf/zu mit Zahnkontakt																																																																													
Auf/zu ohne Zahnkontakt																																																																													
Auf/zu aus Neutralokklusion																																																																													
Dyn. Kompression exkursiv	R	L																																																																											
Zeitpunktveränderung																																																																													
Intensitätsveränderung																																																																													
Mundöffnung																																																																													
Ausmaß der Verlagerung	R	L																																																																											
partiell	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																											
total	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																											
Konvexität pars posterior	R	L																																																																											
stabil (+)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																											
indifferent (=)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																											
instabil (-)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																											
Repositionszeitpunkt	R	L																																																																											
initial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																											
intermediär	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																											
terminal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																											
<p>Legende: + : lauter oder später - : leiser oder früher = : gleich : kein Geräusch</p> <p>Gruppendifferenzierung (Zeitpunkt/Intensität): I: Ligamentum laterale / Diskushypermobilität (=/-) II: partielle / totale DV mit Rep. (+/+) III: Diskusadhäsion / Knorpelhypertrophie (=/+) IV: DV mit term. Rep. / Kondylushypermobilität</p>																																																																													

<b>Patientendaten</b> Nachname <input type="text"/> Vorname <input type="text"/> Geburtsdatum <input type="text"/> Geschlecht <input type="text"/> Patienten-Nr. <input type="text"/> Beihilfe <input type="checkbox"/> Straße, Nr. <input type="text"/> Land <input type="text"/> PLZ <input type="text"/> Ort <input type="text"/> E-Mail Patient <input type="text"/> E-Mail Überweiser <input type="text"/>	KONSILBOGEN DIGITALE VOLUMENTOMOGRAFIE 	Praxisstempel <div style="border: 1px solid black; height: 80px; width: 100%;"></div> Aufgenommen durch <input type="text"/> Datum <input type="text"/>																																			
<b>Gewebespezifische Hauptdiagnosen der Manuellen Strukturanalyse (MSA)</b> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:25%;">Rechts</th> <th style="width:25%;">Hauptbelastungsvektor rechts</th> <th style="width:25%;">Links</th> <th style="width:25%;">Hauptbelastungsvektor links</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>			Rechts	Hauptbelastungsvektor rechts	Links	Hauptbelastungsvektor links																															
Rechts	Hauptbelastungsvektor rechts	Links	Hauptbelastungsvektor links																																		
<b>Anforderung einer DVT-Untersuchung der Kiefergelenke</b> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:50%;">Rechtfertigende Indikationen</th> <th style="width:10%;">R</th> <th style="width:10%;">L</th> <th style="width:30%;">DVT-Untersuchung</th> <th style="width:10%;">R</th> <th style="width:10%;">L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ausschluss primärer Gelenkerkrankungen</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Zu untersuchendes Gelenk</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Ausschluss osteoarthrotischer Veränderungen</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Auflösung</td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Ausschluss therapeutisch relevanter Kondyluspositionen</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>FOV</td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Ausschluss therapeutisch relevanter Blockaden Os temporale</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Verwendetes Programm / Einstellung</td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>			Rechtfertigende Indikationen	R	L	DVT-Untersuchung	R	L	Ausschluss primärer Gelenkerkrankungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zu untersuchendes Gelenk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ausschluss osteoarthrotischer Veränderungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Auflösung	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Ausschluss therapeutisch relevanter Kondyluspositionen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	FOV	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Ausschluss therapeutisch relevanter Blockaden Os temporale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verwendetes Programm / Einstellung	<input type="text"/>	<input type="text"/>					
Rechtfertigende Indikationen	R	L	DVT-Untersuchung	R	L																																
Ausschluss primärer Gelenkerkrankungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zu untersuchendes Gelenk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
Ausschluss osteoarthrotischer Veränderungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Auflösung	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																
Ausschluss therapeutisch relevanter Kondyluspositionen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	FOV	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																
Ausschluss therapeutisch relevanter Blockaden Os temporale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verwendetes Programm / Einstellung	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																
<b>Spezifische Befunde</b> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:45%;">Primäre Kiefergelenkerkrankungen</th> <th style="width:10%;">R</th> <th style="width:10%;">L</th> <th style="width:35%;">Kondylenposition bei gleichmäßigem dorsalen Gelenkspalt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Keine</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td rowspan="10">  </td> </tr> <tr><td>Fraktur</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Hyperplasie des Processus condylaris</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Hypoplasie des Processus condylaris</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Aplasie des Processus condylaris</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Verkürzter aufsteigender Unterkiefer-Ast</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Verlängerter aufsteigender Unterkiefer-Ast</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Hyperplasie des Processus coronoideus</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Osteomyelitis</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Raumfordernder Prozess am Kondylus</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </tbody> </table>			Primäre Kiefergelenkerkrankungen	R	L	Kondylenposition bei gleichmäßigem dorsalen Gelenkspalt	Keine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Fraktur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hyperplasie des Processus condylaris	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hypoplasie des Processus condylaris	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aplasie des Processus condylaris	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verkürzter aufsteigender Unterkiefer-Ast	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verlängerter aufsteigender Unterkiefer-Ast	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hyperplasie des Processus coronoideus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Osteomyelitis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Raumfordernder Prozess am Kondylus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Primäre Kiefergelenkerkrankungen	R	L	Kondylenposition bei gleichmäßigem dorsalen Gelenkspalt																																		
Keine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Fraktur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Hyperplasie des Processus condylaris	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Hypoplasie des Processus condylaris	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Aplasie des Processus condylaris	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Verkürzter aufsteigender Unterkiefer-Ast	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Verlängerter aufsteigender Unterkiefer-Ast	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Hyperplasie des Processus coronoideus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Osteomyelitis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Raumfordernder Prozess am Kondylus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:45%;">Degenerative Veränderungen</th> <th style="width:10%;">R</th> <th style="width:10%;">L</th> <th style="width:35%;">Ungleichmäßiger dorsaler Gelenkspalt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Keine degenerativen knöchernen Veränderungen (OA0)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td rowspan="5"> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:70%;">Lateral eng / medial weit</th> <th style="width:15%;">R</th> <th style="width:15%;">L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lateral eng / medial weit</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Lateral weit / medial eng</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> </tbody> </table> </td> </tr> <tr><td>Sklerosierung (OA1)</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Abflachung (OA2)</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Sklerosierte osteoarthrotische Deform. o. Knochenspitzen (OA3)</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Sklerosierte osteoarthrotische Deform. m. Knochenspitzen (OA4)</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Nicht sklerosierte osteoarthrotische Deformation (OA5)</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </tbody> </table>			Degenerative Veränderungen	R	L	Ungleichmäßiger dorsaler Gelenkspalt	Keine degenerativen knöchernen Veränderungen (OA0)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:70%;">Lateral eng / medial weit</th> <th style="width:15%;">R</th> <th style="width:15%;">L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lateral eng / medial weit</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Lateral weit / medial eng</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> </tbody> </table>	Lateral eng / medial weit	R	L	Lateral eng / medial weit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Lateral weit / medial eng	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sklerosierung (OA1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abflachung (OA2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sklerosierte osteoarthrotische Deform. o. Knochenspitzen (OA3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sklerosierte osteoarthrotische Deform. m. Knochenspitzen (OA4)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nicht sklerosierte osteoarthrotische Deformation (OA5)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Degenerative Veränderungen	R	L	Ungleichmäßiger dorsaler Gelenkspalt																																		
Keine degenerativen knöchernen Veränderungen (OA0)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:70%;">Lateral eng / medial weit</th> <th style="width:15%;">R</th> <th style="width:15%;">L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lateral eng / medial weit</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> <tr> <td>Lateral weit / medial eng</td> <td><input type="radio"/></td> <td><input type="radio"/></td> </tr> </tbody> </table>	Lateral eng / medial weit	R	L	Lateral eng / medial weit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		Lateral weit / medial eng	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																								
Lateral eng / medial weit	R	L																																			
Lateral eng / medial weit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																																			
Lateral weit / medial eng	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																																			
Sklerosierung (OA1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Abflachung (OA2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Sklerosierte osteoarthrotische Deform. o. Knochenspitzen (OA3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Sklerosierte osteoarthrotische Deform. m. Knochenspitzen (OA4)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
Nicht sklerosierte osteoarthrotische Deformation (OA5)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																			
<b>Bemerkungen</b> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>																																					