

Bilder Copyright Dr. W. Schupp

# ALIGNER UND FUNKTION – MÖGLICHKEITEN UND GRENZEN

**Dr. Werner Schupp, Köln**

**Themenschwerpunkte:** In-Office-Alignertherapie, digitale Kieferorthopädie,  
3D-Druck, kranio-mandibuläre Dysfunktion (CMD), Okklusionsschiene,  
Basisdiagnostik

**252. Veranstaltung**

**Gnathologischer Arbeitskreis Stuttgart**



Referent: Dr. Werner Schupp  
Datum: 22.10.2021  
Ort: Hotel Graf Zeppelin Stuttgart  
Eröffnung und Vorstellung: Dr. Julia Glögger  
Berichterstatterin: Sophia Weber, Ulm

# Inhaltsverzeichnis

1. Curriculum Vitae von Dr. Werner Schupp .....	1
2. Editorial.....	2
3. Möglichkeiten und Grenzen der Alignertherapie .....	3
4. Algorithmus der Diagnose und Behandlungsplanung in der Kieferorthopädie .....	7
5. Behandlung mit Okklusionsschienen und deren Herstellung im digitalen Workflow .....	12
6. CMD-Behandlung mit COPA-Onlays & In-Office Aligner Orthodontics .....	13
7. Literaturverzeichnis .....	16

# 1. Curriculum Vitae von Dr. Werner Schupp

- ◆ 1958: geboren in Wissen
- ◆ 1985: Staatsexamen Zahnmedizin, Münster
- ◆ 1986: Promotion zum Dr. med. dent.
- ◆ 1987-1989: Fachzahnarztausbildung für Kieferorthopädie (Westfälische Wilhelms-Universität Münster)
- ◆ 1989-1990: Mitarbeit in der kieferorthopädischen Praxis Dr. D.E. Toll, D.D.S. (USA)
- ◆ Seit 1990: Niederlassung in eigener Praxis in Köln - Rodenkirchen
- ◆ Publikation der Bücher:
  - ◆ 2000: "Funktionslehre in der Kieferorthopädie", Fachdienst der Kieferorthopäden GmbH zusammen mit Dr. D.E. Toll
  - ◆ 2012: "Kraniomandibuläres und Muskuloskelettales System" Quintessenz zusammen mit Dr. W. Boisserée
  - ◆ 2015: "Aligner Orthodontics" zusammen mit Dr. J. Haubrich, Quintessence Publishing
- ◆ 2016: Best Lecture Award der European Aligner Society (EAS)
- ◆ Über 6000 Patienten behandelt mit Aligner Kieferorthopädie
- ◆ Herausgeber des "Journal of Aligner Orthodontics" Quintessence, Publishing Editor für die Zeitschrift "Manuelle Medizin und Kieferorthopädie" (Springer Verlag), Advisory Board für die "Kieferorthopädie" Quintessenz Verlag
- ◆ Zertifiziert in Manueller Medizin und Osteopathie für Kieferorthopäden (DGMM / GBO)
- ◆ Gründungsmitglied, ehemaliger Präsident des German Board of Orthodontics and Orofacial Orthopedics (GBO)
- ◆ Lehrbeauftragter der Medizinischen Universität Innsbruck, Österreich
- ◆ Vorsitzender der internationalen Studiengruppe "Craniomandibular and musculoskeletal Medicine"
- ◆ Ehem. Visiting Professor, University of Ferrara, Italy (Chairman Prof. Giuseppe Siciliani)
- ◆ Visiting Professor, School of Stomatology, Capital Medical University, Beijing, P.R. China (Chairman Prof. Yuxing Bai, D.D.S., Ph.D)



## 2. Editorial

(In Anlehnung an das Editorial zum GAK 252 von Dr. Werner Schupp und Dr. Julia Glögger)

Die Alignertherapie hat sich im Zuge der Digitalisierung in den vergangenen 20 Jahren als bewährte kieferorthopädische Behandlungsmethode etabliert. Dadurch steigt die Anzahl mit Alignern behandelten Fällen weltweit an. Im Zeitalter von Aligner-to-go-Shops hat nahezu jeder erwachsene Patient, der zur Erstberatung in der Praxis erscheint, diese unsichtbaren Schienen bereits gegoogelt und möchte damit behandelt werden. Auch das Indikationsspektrum zur Alignertherapie wird basierend auf der Software unterstützten Behandlungsplanung und durch die verbesserten Eigenschaften des Alignermaterials immer mehr erweitert. Damit werden die Kontraindikationen der Aligner weniger.

Es stellt sich die Frage: Wie sieht die klinische Realität aus? Was kann man Stand heute von einer Behandlung mit Alignern auch im Hinblick auf die Funktion erwarten? Wie lassen sich Aligner auch in zahnärztliche Behandlungen, z.B. präprothetisch, integrieren?

Generell leitet sich die Diagnose des Patienten vor allem von der Untersuchung des kranio-mandibulären und des muskuloskelettalen Systems ab und ist Grundstein der Therapieplanung und der kieferorthopädischen Behandlung. Basis der gesamten Zahnmedizin ist die ungestörte physiologische Kaufunktion, denn Kaufunktionsstörungen haben Konsequenzen für nahezu alle Teildisziplinen der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Demnach zielen die Funktionskieferorthopädie, die Multibracket- und heute vermehrt die Alignertherapie nicht nur auf eine Verbesserung der Ästhetik ab, sondern vor allem auf eine Wiederherstellung der Funktion und damit der Gesundheit des Patienten. In diesem Zusammenhang erhält der Patient am Ende der orthodontischen Therapie das „Smile als Giveaway zur verbesserten Funktion“.

Mit viel Wissen kombiniert mit praktischer Erfahrung zeigte Herr Dr. Schupp die Möglichkeiten und Grenzen der Alignertherapie auf. In diesem Kontext wurde dem bislang eher üblichen outsourced Workflow das in-Office-Verfahren gegenübergestellt. Auch der in-Office-Workflow der Alignertherapie in Kombination mit Okklusionsschienen bei Patienten mit kranio-mandibulärer Dysfunktion (CMD) war ein Schwerpunkt des Vortrags.

### **3. Möglichkeiten und Grenzen der Alignertherapie**

Durch die sich ausweitenden digitalen Methoden steigt das Interesse an der Alignertherapie stetig, sodass inzwischen auch schwierigere und umfangreichere Zahnbewegungen mittels Aligner möglich sind.

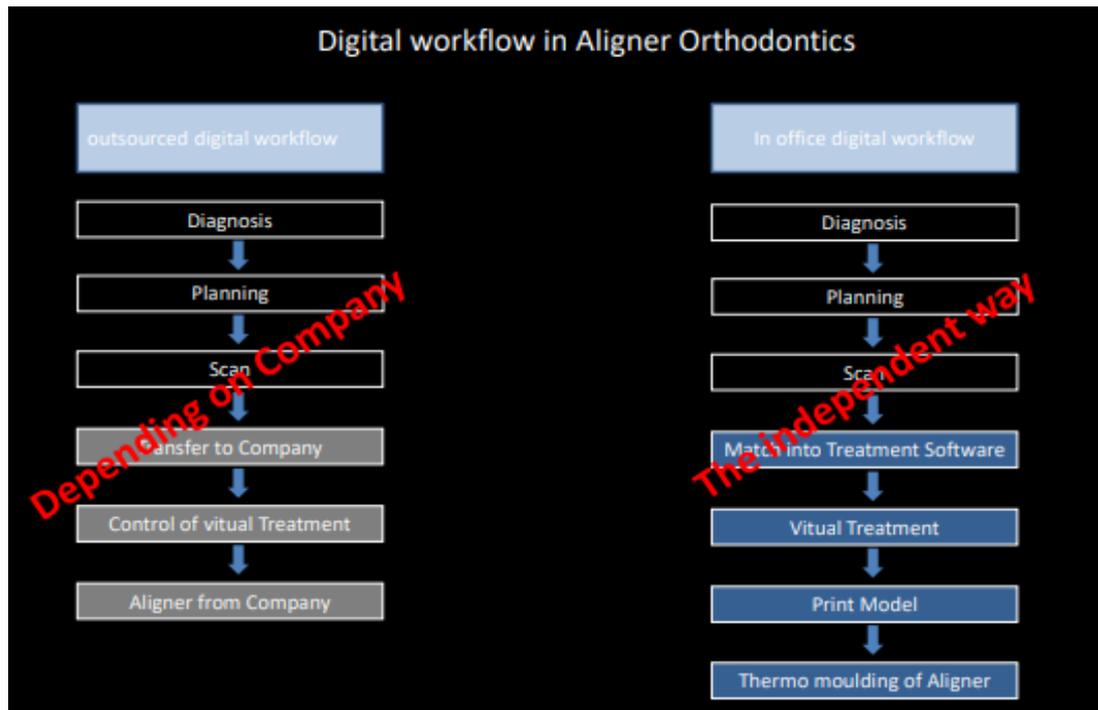
#### **3.1 Indikationen der Alignertherapie**

Inzwischen werden Aligner für folgende Indikationen eingesetzt: Sie eignen sich, um Dreh- und Engstände aufzulösen sowie für den kieferorthopädischen Lückenschluss. Auch der Durchbruch gekippter Molaren in Infraokklusion bei Kindern kann mittels Aligner erleichtert werden, indem Molaren distalisiert und aufgerichtet werden. In- und Extrusionsbewegungen sowie Derotationen sind ebenfalls möglich. Eine weitere Möglichkeit der Alignertherapie ist die frontale Kreuzbissüberstellung von Einzelzähnen. Hierfür können beispielsweise palatinal fehlstehende Zähne mittels palatinal geklebter Attachments durch die vom Aligner ausgelösten Protrusionsbewegung („push“) in den Zahnbogen eingestellt werden. Auch zur Expansion des Zahnbogens können Aligner verwendet werden, die durch direkt gebundene Attachments an den Zähnen verankert werden [7]. Im Oberkiefer ist der Aligner dann palatinal ausgedehnt. Ein weiterer Bestandteil des Indikationsspektrums ist die Kombination des Aligners mit dem Funktionsregler nach Fränkel. Basierend auf dem Prinzip „Form follows Function“ kann durch die Kombinationswirkung des Aligners mit dem Funktionsregler eine skelettale und eine orthodontische Wirkung hervorgerufen werden. Für diese Kombination wird die Abformung und der Konstruktionsbiss mit eingesetztem Aligner erstellt. Weitere Möglichkeiten des Einsatzes der transparenten Kunststoffschienen sind bei der kombinierten kieferorthopädisch-chirurgischen Therapie sowie bei Patienten mit craniomandibulärer Dysfunktion (CMD) zur Wiederherstellung der Funktion des Kausystems.

#### **3.2 Gegenüberstellung digitaler Outsourced- und In-Office-Workflow**

Durch die stetige Weiterentwicklung der kieferorthopädischen Computersoftware in Bezug auf die Verarbeitung von 3D-Daten und durch die Optimierung des 3D-Drucks ist es möglich, dass der Behandler heute entscheiden kann, ob der Workflow gänzlich in der Praxis bzw. im Eigenlabor stattfinden soll (In-Office-Verfahren), oder ob Teile der Behandlungsplanung und der Alignerherstellung an externe Dienstleister

outgesourct werden [13]. Zu beachten ist, dass die Erstellung des Zielsetups und das Einsetzen des Aligners vom Behandler selbst kontrolliert bzw. durchgeführt werden muss, sodass diese Schritte keine delegierbaren Leistungen darstellen. Der Vorteil des In-House-Verfahrens ist die Unabhängigkeit, während man beim Outsourced-Verfahren von einem global tätigen Unternehmen wie z.B. Invisalign® (Align Technology) abhängig ist [13].



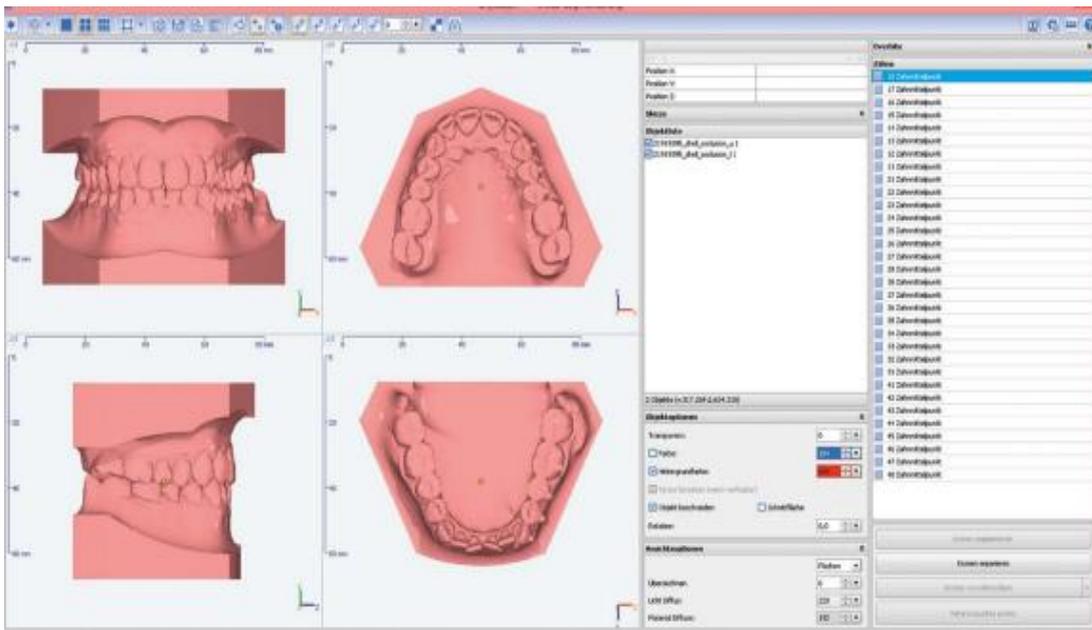
### 3.2.1 Digitaler Workflow der In-Office Alignertherapie

Herr Dr. Schupp skizzierte den digitalen Workflow zur In-House-Alignertherapie anhand der OnyxCeph<sup>3</sup>™ Software.

#### 3.2.1.1 Intraoraler Scan und digitale Verarbeitung

Der erste Schritt ist die Anfertigung eines digitalen Scans mit einem Intraoralscanner. Zur Herstellung der virtuellen Modelle wird der Scan nach dem Import in der OnyxCeph<sup>3</sup>™ Software ausgerichtet und virtuell gesockelt. Anschließend wird das Modell segmentiert, sodass mit der Software die Bewegungsachsen der einzelnen Zähne definiert werden können [13].



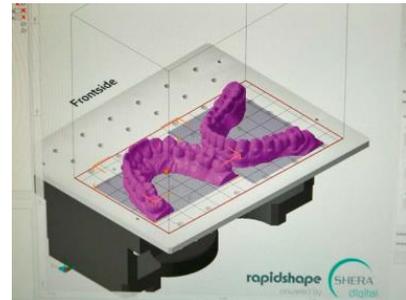


### 3.2.1.2 Digitales Setup

Mit dem „Aligner 3D-Modul“ von OnyxCeph<sup>3</sup>™ wird das virtuelle Ziel-Setup erstellt. In diesem Schritt wird der Bewegungsablauf (Staging) festgelegt, der nicht nur die Verteilung der Zahnbewegungen vom Ausgangs- in den Endzustand umfasst, sondern auch die biomechanisch günstige Verteilung der Bewegungen [13]. Das Staging ist vom gewählten Alignerkonzept abhängig: Wenn Aligner in einer einheitlichen Materialstärke pro Setup eingesetzt werden, dann sollte das Staging kleiner gewählt werden [13]. Werden mehrere Aligner unterschiedlicher Materialstärken pro Schritt gewählt, dann erhöht sich der Bewegungsumfang pro Setup-Schritt [5, 13]. Außerdem empfiehlt es sich Überkorrekturen für bestimmte Zahnstellungsänderungen einzuplanen [13]. Zu beachten ist, dass auf den Inzisivi keine frontalen Kontaktpunkte im virtuellen Ziel-Setup geplant werden dürfen, da sonst die Gefahr eines seitlich offenen Bisses besteht. Anhand der geplanten Bewegungen werden virtuell Attachments und Druckpunkte geplant. Herr Dr. Schupp empfiehlt bei entsprechender Erfahrung die Attachments bereits vor dem Intraoralscan direkt zu kleben („Direct Bonded Attachments“ (DBA)). Dadurch wird eine vollständige Passung des Aligners über die Attachments gewährleistet.

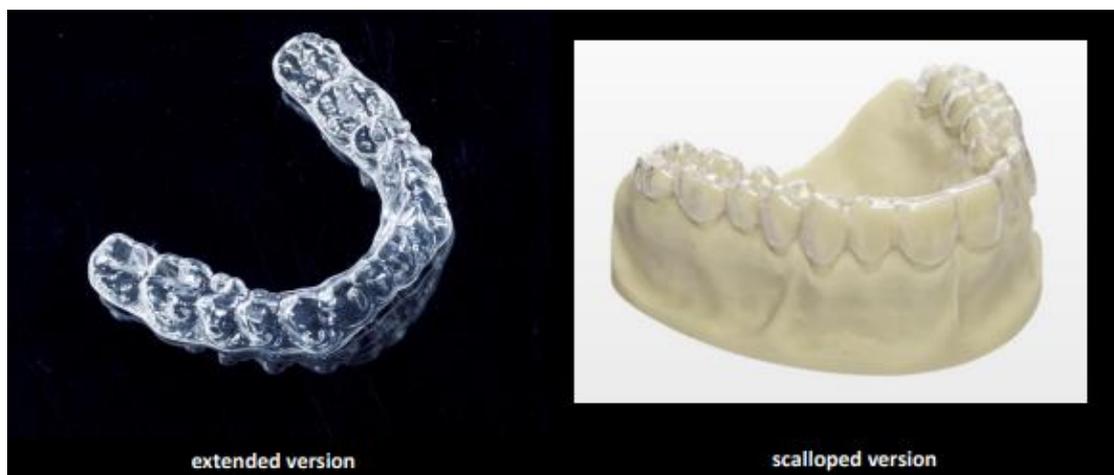
### 3.2.1.3 Druckvorverarbeitung und 3D-Druck

Nach Abschluss der Planung werden die Modelle beschriftet und im 3D-Verfahren gedruckt. Für den 3D-Druck eignen sich Resin-Drucker. Diese 3D-Drucker arbeiten im Stereolithografie (SLA-) oder im Digital Light Processing (DLP-) -Verfahren und verfügt über eine hohe Präzision.



### 3.2.1.4 Alignerherstellung

Der letzte Schritt im In-Office-Verfahren ist die Alignerherstellung. Es wird zwischen PET-G- und PU-Folien sowie zwischen Single- und Multilayer-Materialien unterschieden [8, 13]. Diese unterscheiden sich hinsichtlich ihres E-Moduls und ihrer Universalhärte [8]. Grundsätzlich werden die Aligner auf jedem Setup-Modell tiefgezogen und 2-3 mm oberhalb des Margo gingivae gerade abgetrennt. Im Vergleich zu den girlandenförmig ausgeschnittenen Alignern („scalloped Version“) weisen die gerade ausgeschnittenen, verlängerten Aligner („extended Version“) Vorteile hinsichtlich der verbesserten Kraftübertragung, des Komforts und der Ästhetik auf [4, 13].



### 3.3 Grenzen der Alignertherapie

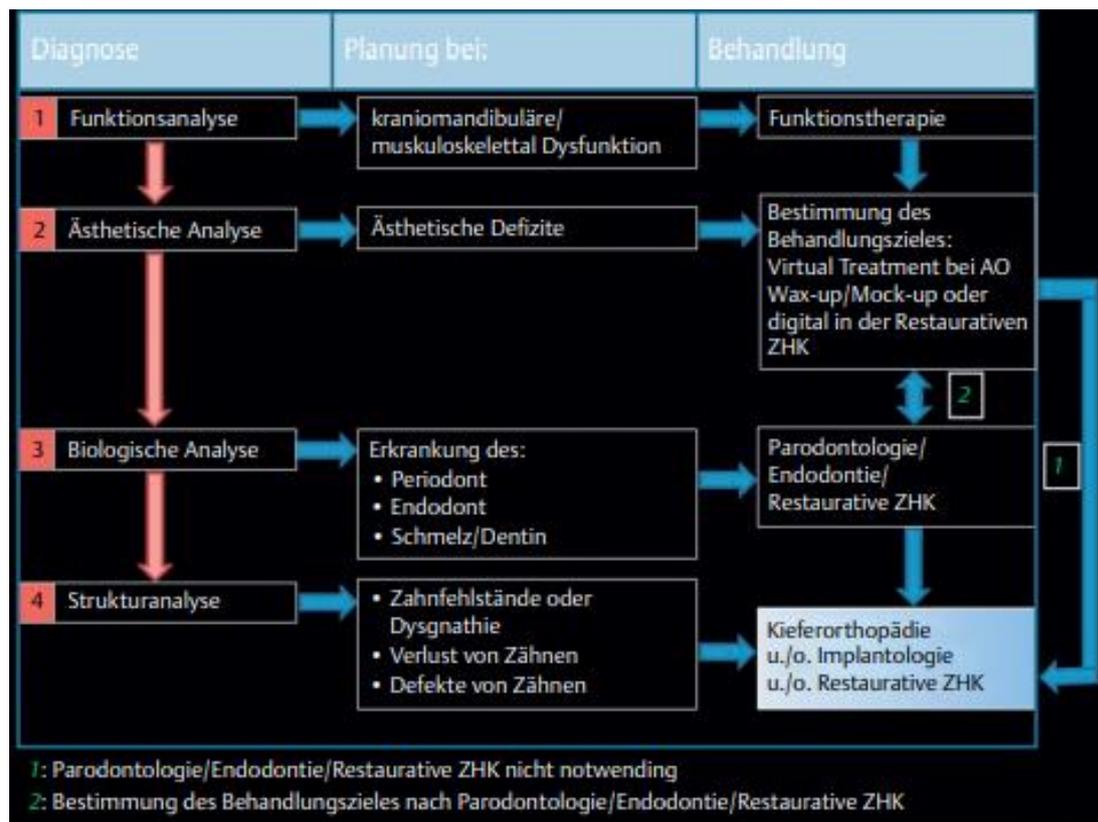
Zur Umsetzung der virtuell geplanten Zahnbewegungen ist eine Tragezeit von 22h pro Tag einzuhalten. Dennoch ist das Zahnbewegungsausmaß pro Setup (Staging) mittels Aligner begrenzt. Die Bewegungslimitationen sind durch die individuellen Unterschiede der jeweiligen Patienten nicht generalisierbar und sind abhängig vom

Zahntyp und von der -bewegungsform. Deshalb sollten die Zahnbewegungen im Setup zwingend vom Behandler selbst festgelegt werden. Basierend auf seiner langjährigen Expertise empfiehlt Herr Dr. Schupp folgende Grenzen für die jeweiligen Bewegungsarten pro Setup nicht zu überschreiten:

<b>Bewegungslimitationen</b>	
Vestibulo-orale Translation	0,25 mm
Mesio-distale Translation	0,25 mm
Angulation	2°
Rotation	2-3° (abhängig vom Zahntyp!)
Intrusion/Extrusion	< 0,2 mm
Torque	2°

#### **4. Algorithmus der Diagnose und der Behandlungsplanung in der Kieferorthopädie**

Neben der Okklusion, der Ästhetik und der Sicherung des Behandlungsergebnisses sollte die orthopädische Stabilität im kranio-mandibulären System ein Behandlungsziel der kieferorthopädischen Therapie sein [12]. Der Algorithmus der kieferorthopädischen Gesamtbehandlung beinhaltet die Anamnese, die Diagnose und die Behandlungsplanung [12]. Eine ungestörte physiologische Kaufunktion ist die Basis der gesamten Zahnmedizin. Auch unter forensischen Gründen sollte eine Funktionsuntersuchung als CMD-Screening grundsätzlich im Rahmen der Eingangsdagnostik vor jeglicher zahnmedizinischen Behandlung erfolgen. Die Untersuchung sollte als Kurzscreening-Test wie von Ahlers und Jakstat beschrieben [1, 2] durchgeführt werden.



#### 4.1 Kurz-Screening-Test nach Ahlers und Jakstat [1, 2]

Der Test besteht aus sechs klinischen Untersuchungsschritten, die mit ja oder nein befundet werden müssen. Dem Watterollen-Test kommt eine besondere Bedeutung zu, da er Rückschlüsse auf eine Abweichung zwischen der habituellen Interkuspitation und der physiologischen Kondylenposition zulässt. Grund dafür ist, dass jede zahnärztliche Behandlung immer aus der physiologischen Kondylenposition heraus begonnen werden sollte [10]. Bei zwei oder mehr positiven Befunden ist das Vorliegen einer CMD wahrscheinlich, sodass dann eine ausführliche Funktionsdiagnostik erfolgen muss [1, 2, 9]. Der Test beinhaltet folgende sechs Schritte:

##### 4.1.1 Mundöffnung asymmetrisch

Mithilfe eines Lineals wird überprüft, ob die Mundöffnung bezogen auf die Kinnspitze gerade oder asymmetrisch verläuft. Sofern ein S-förmiger Verlauf mit mehr als 2 mm Abweichung von der geraden Linie (Deviation) oder eine einseitige Abweichung (Deflexion) erkennbar ist, liegt ein positiver Befund vor.

#### **4.1.2 Mundöffnung eingeschränkt**

Eingeschränkte Mundöffnungen haben entweder myogene oder arthrogene Ursachen. Bei maximaler Mundöffnung gilt eine Schneidekantendistanz ab ca. 40 mm als physiologisch. Wird ein Wert von ca. 40 mm nicht erreicht, so ist der Befund positiv.

#### **4.1.3 Exzentrische Bewegungen traumatisch**

Zur Überprüfung der Unterkiefermobilität wird der Patient aufgefordert, seinen Unterkiefer in beliebiger Reihenfolge nach rechts, links und nach vorne zu bewegen. Bei Schmerzen und/oder eine der exzentrischen Bewegungsrichtungen ist nicht möglich, liegt ein positiver Befund vor.

#### **4.1.4 Gelenkgeräusche / -schmerzen**

Der Patient wird gefragt, ob er ein Knacken, andere Geräusche oder Schmerzen in einem oder beiden Kiefergelenken empfindet. Zusätzlich palpiert der Behandler die lateralen Kondylenpole bei Öffnungsbewegungen und achtet auf Schmerzen und Geräusche. Findet sich einer dieser Risikofaktoren ist der Befund positiv.

#### **4.1.5 Muskelpalpation**

Im Zentrum des funktionsgestörten Kauorgans steht die neuromuskuläre Inkoordination. Für den CMD-Kurzbefund werden die „Leitmuskeln“ im Seitenvergleich palpiert: Masseter-, Temporalis- und die Digastricusmuskeln. Asymmetrische Empfindungen wie Schmerzen, Verspannungen, Verhärtungen oder Hypertrophien werden als positive Befunde bewertet.

#### **4.1.6 Physiologische Zentrik gleich oder ungleich der maximalen Interkuspitation („Watterollen-Test“)**

Zunächst wird am sitzenden oder am stehenden Patienten die Okklusion mit zwei Watterollen für 2 Minuten entkoppelt. Danach wird der Patient 2-3x aufgefordert, den Unterkiefer ohne Zahnkontakt nach vorne zu schieben, dann zu entspannen und in seine hintere Position zurückzukehren. In der entspannten hinteren Position rotiert der Patient den Unterkiefer dann zum Oberkiefer bis zum ersten Zahnkontakt zu. Um

einen positiven Befund würde es sich handeln, wenn Vorkontakte auftreten und ein sichtbares Gleiten in die maximale Interkuspitation erkennbar ist.

#### **4.2 Weiterführende Kiefergelenksdiagnostik**

Bei zwei oder mehr positiven Befunden innerhalb des Kurzscreening-Tests erfolgt eine ausführliche Funktionsuntersuchung. Durch die komplexe Ätiologie der CMD kann die Dysfunktion des Kiefergelenks bzw. der Okklusion absteigend und demnach zu einer deszendenter Störung in der Körperperipherie führen. Durch diese komplexe Verkettung können sich die Beschwerden beim Patienten unter anderem in Kopfschmerzen oder Rückenbeschwerden äußern, sodass das gesamte muskuloskeletale System untersucht werden muss.

Hinsichtlich der Kiefergelenksdiagnostik ist neben der spezifischen Anamnese die ausführliche Untersuchung der Okklusion und der Funktionsabläufe des stomatognathen Systems ein wichtiger Bestandteil der Untersuchung [3]. Priorität hat bei jeder CMD-Behandlung die Behandlung der Ursache und nicht des Symptoms, sodass z.B. die falsche Lage der Kondyle im Gelenkraum die Ursache des Schmerzes in der Peripherie sein kann. Weiter muss unterschieden werden, ob eine alleinige Schientherapie zur Wiederherstellung der Funktion des kranio-mandibulären Systems ausreicht, oder ob eine interdisziplinäre Therapie zwischen der Manual- und der Zahnmedizin nötig ist. Daher sind weitere klinische Analysen nötig:

- Untersuchung der Halswirbelsäule (aktives und passives Bewegungsausmaß) und der Rumpfrotation
- Beinlängenunterschiede
- Gesichtsasymmetrien („Gesichtsskoliose“)
- Leg-Turn-In-Test
- Untersuchung des Gelenkspiels
- Priener Abduktionstest

Die Untersuchung erfolgt zunächst in maximaler Interkuspitation. Die zweite Untersuchung erfolgt nach Traktion und Mobilisation der Kiefergelenke. Bei verbesserten Befunden bzw. Beschwerden nach Traktion ist von einer deszendierenden, von der Okklusion mitbeteiligten Funktionsstörung auszugehen.

Der kieferorthopädische Befundbogen von Herr Dr. Schupp kann unter <https://www.schupp-ortho.de/> heruntergeladen werden. Auf genannter Seite sind auch die entsprechenden Literaturstellen zum Vortrag und darüber hinaus zu finden.

**Ausblick:** Zur verbesserten Funktionsdiagnostik und zur Simulation komplexer Bewegungsabläufe würde sich die Anwendung eines sog. „virtuellen Artikulators“ anbieten. In dieser Richtung wird derzeit vielerorts geforscht.

Patient: \_\_\_\_\_ Born: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

Priority Disease: \_\_\_\_\_

18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
35	34	33	32	31	41	42	43	51	52	53	64	65			
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38

X Missing C Caries R Recession  
K Wedge-shaped Abrasion A Abrasion  
Pockets in mm Vitality +/-  
Space Closure[]

Transfer: \_\_\_\_\_

Rest Position:  Midline:  Laugh/Gummy Smile:  Buccal Corridor:  Incisal Edges:  opposing straight following the lower lip

Friskem I: \_\_\_\_\_ J: \_\_\_\_\_ Tongue: \_\_\_\_\_ Transfer: \_\_\_\_\_  
Speech: \_\_\_\_\_ Swallowing: \_\_\_\_\_ Transfer: \_\_\_\_\_  
Lip Closure: \_\_\_\_\_ Habit: \_\_\_\_\_

1) Asymmetrical mouth opening	Yes	No
2) Limited mouth opening	Yes	No
3) Traumatic eccentric occlusion	Yes	No
4) Joint sounds/joint pain	Yes	No
5) Pain on muscle palpation	Yes	No
6) CR = CD Cotton Roll Test	Yes	No
≥ 2	Yes	No

IED: \_\_\_\_\_ mm  
CD:   
Endfeel: \_\_\_\_\_ mm  
physiol. \_\_\_ hard \_\_\_  
pain: yes no

Yes	No
r	l
CD	
10	
20	
30	
40	
50	
60	

TMJ-pain: r l  
TMJ lateral: r l  
TMJ posterior: r l



CONTACTS IN CD	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
CONTACTS IN CR																
CONTACTS IN DYNAMIC OCCLUSION																
HYPERBALANCE CONTACTS																

	CO		Traction/ Cotton Roll		Correction*	
	r	l	r	l	r	l
Cervical spine rotation						
Trunk rotation						
Leg length discrepancy						
Variable leg length						
Leg-Turn-in Test						
Phem Abduction Test						
*Correction						

OPG/MB/CBCT: \_\_\_\_\_

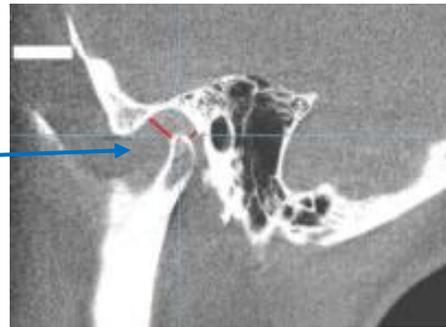
Diagnostic: \_\_\_\_\_

Therapy: \_\_\_\_\_

### 4.3 Bildgebung

Als Standardaufnahme bei orofazialen Schmerzen soll das Orthopantomogramm (OPG) in jedem Fall angefertigt werden [3]. Allerdings ist es zur Beurteilung knöcherner Veränderungen der Kondylen sowie zur Beurteilung der temporalen Kiefergelenksanteile nicht geeignet [3]. Indiziert ist in diesen Fällen die Anfertigung eines 3D-Röntgenbildes beispielsweise mit der digitalen Volumentomografie (DVT). [1]. Der Befund, dass der anteriore Gelenkspalt größer ist als der posteriore, gilt als Hinweis auf eine Pathologie im Gelenk und ist häufig bei Patienten mit CMD zu finden [3]. Der Vorteil der Magnetresonanztomografie (MRT) ist die detaillierte Darstellung von Weichgewebsstrukturen und die fehlende Strahlenbelastung des Patienten [3]. Demnach wird diese Art der Bildgebung besonders bei Formen der Diskusverlagerung herangezogen.

**„The anterior joint space is larger in patients with TMD.“ [6]**



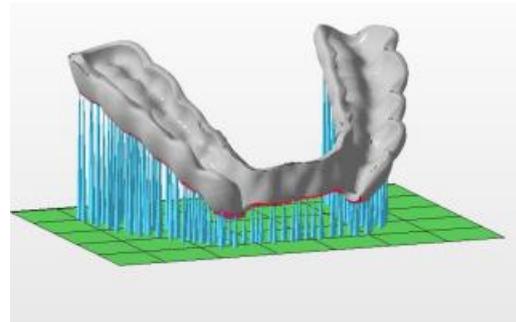
## 5. Behandlung mit Okklusionsschienen und deren Herstellung im digitalen Workflow

Okklusionsschienen (COPA = Craniomandibular Orthopedic Positioning Appliance) dienen als reversible Therapie einer kranio-mandibulären Dysfunktion (CMD), indem sie die okklusale Relation ändern [10]. Durch die multifaktorielle Ätiopathogenese der CMD müssen die okklusionsverändernden Maßnahmen mittels Okklusionsschiene für 6 Monate getestet werden. Erst bei belegter Wirksamkeit in der Funktion und im subjektiven Patientenempfinden kommen definitive Maßnahmen zur Korrektur der okklusalen Beziehungen zur Anwendung. Die Schienen können zum einen im Artikulator mit Kunststoff oder als gefräste Schiene hergestellt werden. Heute steht zur Anfertigung immer mehr das 3D-Druckverfahren im Vordergrund (COPA-Print) [10]. Die Indikation zur Okklusionsschiene ist gegeben,

wenn ein Einfluss der Okklusion auf die Dysfunktion des kranio-mandibulären und ggf. des muskuloskelettalen Systems diagnostiziert wurde.

## 5.2 Digitaler Workflow

Beim digitalen Workflow zur digitalen Herstellung der Okklusionsschiene wird zunächst ein Intraoralscan beider Zahnbögen erstellt. Danach erfolgt die manuelle physiologische Kieferrelationsbestimmung. Damit eine exakte Zuordnung des Unterkiefers zum Oberkiefer mittels Intraoral-scans erfolgen kann, empfiehlt Herr Dr. Schupp die Anwendung von Beauty Pink x-hard Wax. Der therapeutische Konstruktionsbiss wird unter Palpation des Kiefergelenks festgelegt. Der Wachsbiss sollte keine bukkale Überlappung der Zähne haben.



Mittels der Behandlungssoftware (Netfab Autodesk™, OnyxCeph™ u.a.) erfolgt die digitale Planung der Okklusionsschiene. An ihrer grazilsten Stelle soll eine Schichtstärke von 1,5 mm nicht unterschritten werden (Bruchgefahr). Anschließend wird die Schiene im 3D-Drucker hergestellt.



Generell wird die Okklusionsschiene für den unteren Zahnbogen hergestellt [14]. Empfohlen wird die Herstellung von zwei unterschiedlichen Okklusionsschienen für den jeweiligen Patienten. Tagsüber bietet sich das Tragen der zweigeteilten Schiene

an (Bild links) durch die Vorteile hinsichtlich der Ästhetik und der Funktion beim Sprechen [10]. Nachts soll der Patient die einteilige Schiene (Bild rechts) tragen. Grund ist die nächtliche Aspirationsgefahr der zweigeteilten Okklusionsschiene.

## **6. CMD-Behandlung mit COPA-Onlays & In-Office Aligner Orthodontics**

### **6.1 Re-Evaluation der funktionellen Therapie**

6 Monate nach dem Beginn der Schienentherapie wird eine Reevaluation der bisherigen Therapie durchgeführt [11]. Dabei werden die Zahnkontakte zwischen den Zähnen von Ober- und Unterkiefer und damit auch der therapeutische Effekt der bislang veränderten Okklusion analysiert [11]. Bei erfolgreicher Schienentherapie muss häufig die schmerzfreie, therapeutische Okklusion stabilisiert werden. In dieser wiederhergestellten physiologischen Kondylenposition können je nach Situation Einschleifmaßnahmen (selten), die Veränderung der Zahnstellungen oder prothetische Restaurationen nötig sein.

### **6.2 Kieferorthopädie in Kombination mit der therapeutischen Schienentherapie**

Zur kieferorthopädischen Stabilisierung der therapeutischen Okklusion beschreibt Herr Dr. Schupp eine Kombinationstherapie mittels der Okklusionsschiene / COPA und Alignern. Während die Schiene die schmerzfreie Unterkieferposition sichert, werden die Zähne parallel sukzessive in die therapeutische Position extrudiert.

#### **6.2.1 Workflow der Kombinationstherapie aus COPA-Onlays und Alignern**

Im ersten Schritt dieser Phase wird die orthopädische Schiene in einen anterioren und in einen posterioren Anteil geteilt [11]. Der hintere Anteil wird als Onlay anschließend mit einem dünnfließenden Kunststoff (z.B. Maximum Cure Sealent, Reliance) auf die Unterkiefermolaren geklebt [11]. Der Kunststoff darf dabei nicht zu einer Bisserrhöhung führen. Anschließend wird ein Intraoralsan mit den geklebten COPA-Onlays und den direkt geklebten Attachments zur Alignerherstellung angefertigt. In der virtuellen Behandlungsplanung dürfen in dieser Phase die Molaren zunächst nicht bewegt werden, denn diese sichern den Unterkiefer in der schmerzfreien Position.

Mittels Alignern unter Zuhilfenahme von Attachments werden die Unterkieferprämolaren bis zum Antagonistenkontakt extrudiert [11].



Sobald die Eckzähne und die Prämolaren Okklusionskontakte aufweisen, werden die COPA-Onlays entfernt und rechteckige, horizontale Attachments werden zur Extrusion auf die Molaren geklebt. Im letzten Schritt werden die Molaren bis zum Erreichen der okklusalen Kontaktpunkte extrudiert [11].



**Ausblick:** Weitere Literatur hierzu wird in Kürze in Buchform erscheinen: Schupp W, Haubrich J: „Aligner Orthodontics and orofacial Orthopedics“, CO-Autoren: Bai, Lapatki, Elkholy, Funke, Boisserée, 2. Auflage, Quintessenz Verlag (*in print*)

## 7. Literaturverzeichnis

1. Ahlers MO, Jakstat H A: CMD-Screening mit dem CMD-Kurzbefund. Quintessenz 66, S. 1399–1409 (2015)
2. Ahlers MO, Jakstat H A: Indikationsstellung per Screening: CMD-Kurzbefund. Ahlers MO, Jakstat HA (Hrsg): Klinische Funktionsanalyse • Manuelle Strukturanalyse • Interdisziplinäre Diagnostik. dentaConcept Arbeitsbücher, 4. Aufl. Hamburg: dentaConcept, S. 155–170 (2011)
3. Boisserée et al.: Bildgebung und Kiefergelenk. Kieferorthopädie 34 (4), S. 335-345 (2020)
4. Cowley D P et al.: The effect of gingival-margin design on the retention of thermoformed aligners. J Clin Orthod 46 (11), S. 697-702 (2012)
5. Elkholy F, Lapatki B: Recommendation of a novel film-thickness sequence, 0.4, 0.5 and 0.75 mm, for aligner systems. Journal of Aligner Orthodontics, 4, S. 295-304 (2018)
6. Funke J, Schupp W: Die attachmentverankerte Apparatur zur Gaumennahterweiterung: Eine minimalinvasive Alternative. Kieferorthopädie 33 (4), S. 395-403 (2019)
7. Imanimoghaddam M et al.: Evaluation of condylar positions in patients with temporomandibular disorders: A cone-beam computed tomographic study. Imaging Sci Dent 46 (2), S. 127-131 (2016)
8. Krey, K-F et al.: Behaviour of monolayer and multilayer foils in the aligner thermoforming process. Journal of Aligner Orthodontics 2, S. 139-145 (2019)
9. Maghsudi M: Untersuchung zur Validität und diagnostischen Aussagekraft der „kleinen Funktionsanalyse“ nach Krogh-Poulson als Screening-Test für kranio-mandibuläre Dysfunktionen. Zahnmed Diss Universität Hamburg (2000)
10. Meyer G: Short clinical screening procedure for initial diagnosis of temporomandibular disorders. JAO 2, S. 91-98 (2018)
11. Schupp W et al.: Follow-up treatment after initial splint therapy. Journal of Aligner Orthodontics 3 (2), S. 147-164 (2019)
12. Schupp W et al.: Behandlung mit Okklusionsschienen und deren Herstellung im digitalen Workflow. Inf Orthod Kieferorthop 52, S. 227-231 (2020)
13. Schupp W et al.: Digital Workflow of In-Office Treatment with Aligners. Inf Orthod Kieferorthop 52 (2020), S. 289–300
14. Schupp W et al.: Initial therapy of occlusion. Journal of Aligner Orthodontics 3 (1), S. 31-41 (2019)