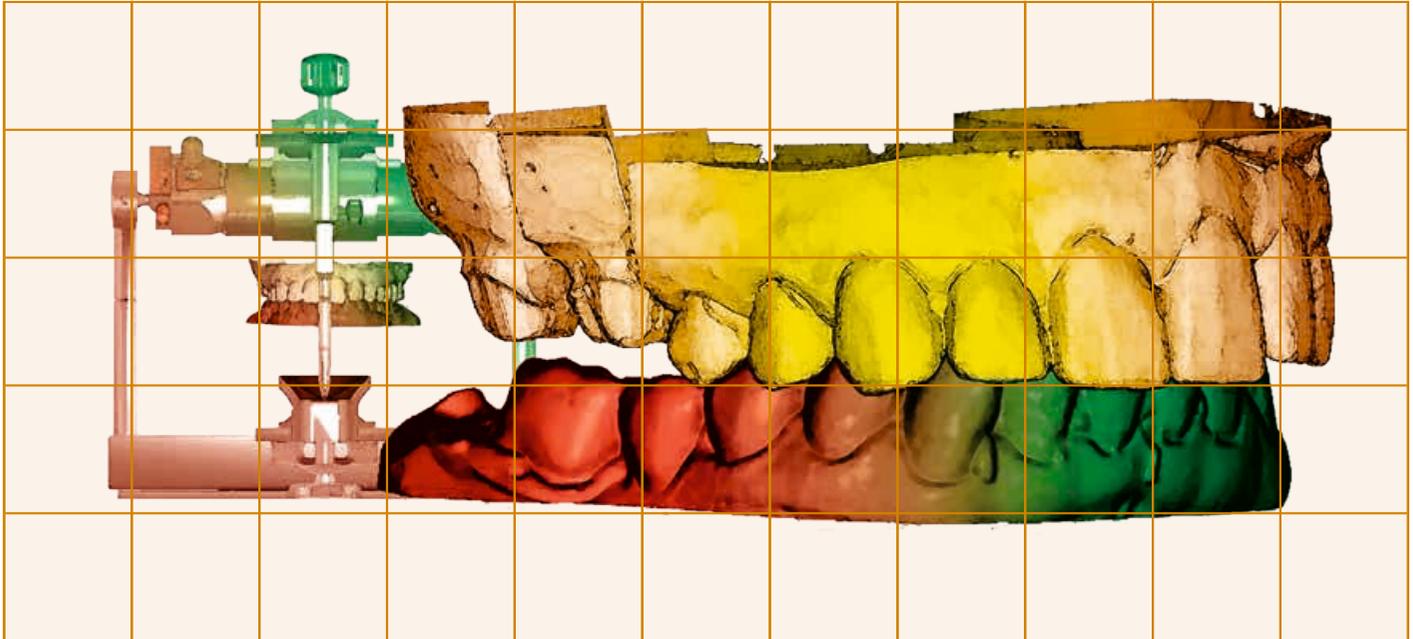


Dynamic Function Control, digitale Okklusographie

Dr. Frank Jochum



Zusammenfassung

Die digitale Okklusographie basiert auf der Erkenntnis, dass die dynamische Okklusion innerhalb des digitalen Workflows unabhängig von der Vollständigkeit der Erhebung verschiedener Parameter nicht alleine durch virtuelle Artikulatoren abgebildet werden kann. Demgegenüber werden in der CAD/CAM-basierten Produktion von Zahnersatz Materialien verwendet, deren Toleranz gegenüber okklusalen Interferenzen ausgesprochen gering ist. Dynamic Function Control bietet hier einen Lösungsansatz durch patientenindividuelle Bewegungssimulation kombiniert mit Methoden der Kollisionserkennung zur Detektion und Vermeidung okklusaler Interferenzen.

Einleitung

Das oberste Ziel bei der Herstellung von festsitzendem Zahnersatz muss eine funktionell einwandfreie Gestaltung sein. Gerade die aktuell sehr beliebten Kronen und Brücken aus verblendetem Zirkonoxid sowie vor allem die monolithisch ausgeführten Restaurationen verzeihen hier aufgrund der Materialeigenschaften wenig Fehler. Dementsprechend enthalten die CAD-Software Module virtuelle Artikulatoren zur Simulation der dynamischen Okklusion. Auch wenn virtuelle Artikulatoren die Bewegungen des Unterkiefers gleichwertig oder sogar besser wiedergeben können als mechanische Artikulatoren, stellt sich die Frage, ob deren Einstellung mit den gängigen Parametern tatsächlich eine Wiedergabe der dynamischen Okklusion ermöglicht. Aktuelle Studien nennen hier Übertragungsquoten von 36 % im mechanischen und immerhin 47 % im virtuellen Artikulator¹. Bestens zusammengefasst wird die Erkenntnis aus dieser und vielen weiteren Studien in dem viel zitierten Satz von Prof. Dr. Bernd Kordaß: „Es lassen sich viele biologische Faktoren, die die Eingliederung einer zahntechnischen Arbeit entscheidend beeinflussen, auch mit hohem Aufwand mechanisch nicht nachvollziehen“.



Abb. 1: Insuffiziente Krone 16 und provisorische Füllung an Zahn 17



Abb. 2: Okklusale Situation mit Schmutznische zwischen Zahn 16 und 17

Eine Ergänzung zur Programmierung von virtuellen Artikulatoren mit Messwerten kann die patientenindividuelle Untersuchung von Schliiffacetten am Modell sein. Die von Gerd Christiansen 2008 veröffentlichte, ausführliche Arbeitsanleitung „Nie wieder verlorener Biss“ zeigt die Möglichkeiten einer mechanischen und zeitaufwendigen Analyse von Gipsmodellen im Artikulator. Bereits 2009 konnten mit elektronischer Hilfe an fast 270 Probanden mit fast 23.000 Messstellen folgende Aussagen zu Schliiffacetten getroffen werden²:

- Die Größe der Schliiffacetten nimmt mit dem Alter zu – es zeigt sich okklusaler bzw. inzisaler Verschleiß.
- Männer haben größere Facetten als Frauen
- Der Verschleiß ist abhängig vom Restaurationsmaterial, wobei Keramik dem Zahnschmelz am nächsten kommt.

Eine 2013 veröffentlichte Langzeitstudie³ zeigte ebenfalls unter elektronischer Kontrolle an den Probanden innerhalb von fünf Jahren eine Zunahme der Okklusionskontakte von 57 % im Seitenzahnbereich sowie von 22 – 35 % im Frontzahnbereich. Das heißt im Umkehrschluss, dass sich mithilfe der Schliiffacetten die okklusale Vorgeschichte des Patienten ermitteln lässt.

Genau hier setzt die digitale Okklusographie an, die mittels einer Kombination aus zwei Simulationen eine rückwärtige Betrachtung erlaubt: Es wird zunächst eine Kollisionserkennung benötigt, die die Verformung der Zahnoberfläche in Bezug zu den Vektoren der angreifenden Kräfte setzt. Solche Simulationen sind beispielsweise aus der Unfallforschung bekannt. Die zweite Komponente ist eine Bewegungssimulation, wie man sie aus dem Spitzensport oder der Orthopädie kennt. Am besten lässt sich Dynamic Function Control (= DFC) als dynamischer Simulator beschreiben, der aufgrund der retrograden Betrachtung auch neurobiologische und neuronale Aspekte der Steuerung von Kaubewegungen und Kaukräften berücksichtigen kann.

Material und Methode

Die Verwendung von DFC wird an einem vordergründig relativ einfachen Fall erläutert: der Versorgung der Zähne 17 und 16 mit monolithischen Zirkonoxidkronen mit dem Ziel einer möglichst interferenzfreien Eingliederung.

Im vorliegenden Patientenfall lag eine sehr heterogen versorgte Mundsituation mit Restaurationen ganz unterschiedlicher Oberflächenstruktur und Widerstandsfähigkeit vor. Es hatten sich in der Vergangenheit durch fortschreitende Distalisierung des Zahnes 17 immer wieder proximale Schmutznischen gebildet, die in Zukunft durch eine Verblockung verhindert werden sollten (Abb. 1 und 2).



Abb. 3: Einstellen der Modelle in den virtuellen Artikulator

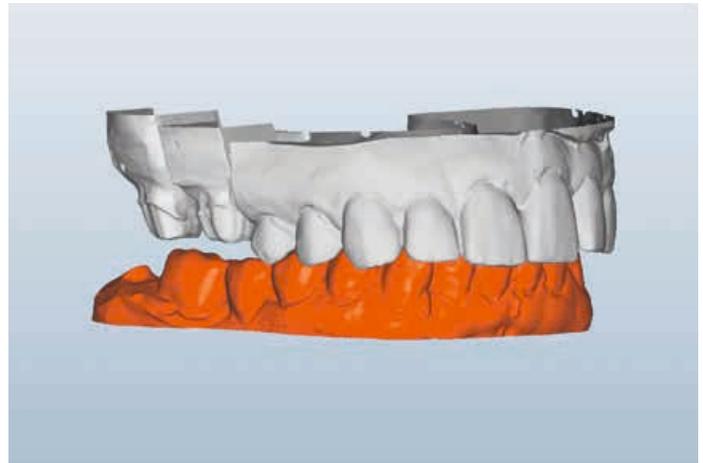


Abb. 4: Positionierung gemäß Bissnahme

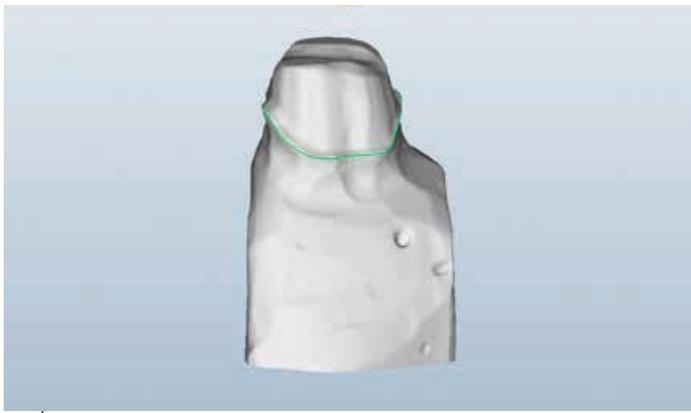


Abb. 5: Festlegen der Präparationsgrenze

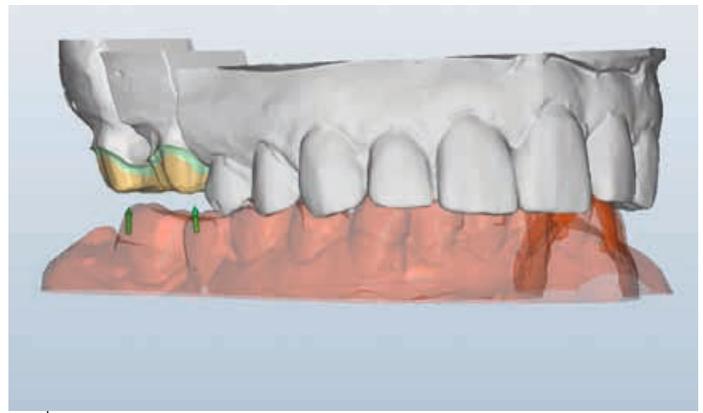


Abb. 6: Definition des Zementspaltes

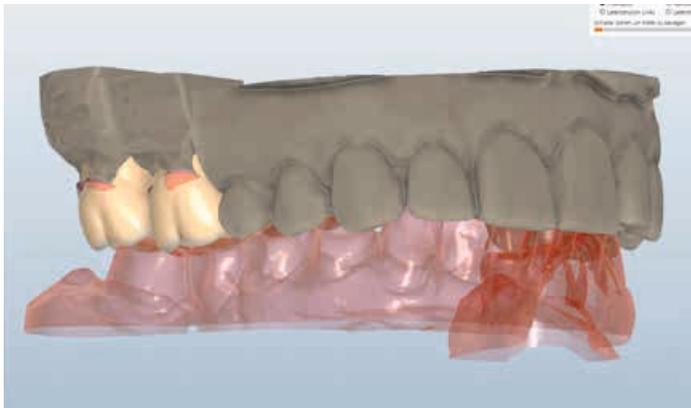


Abb. 7: Konstruktion der Kronen



Abb. 8: Okklusale Gestaltung

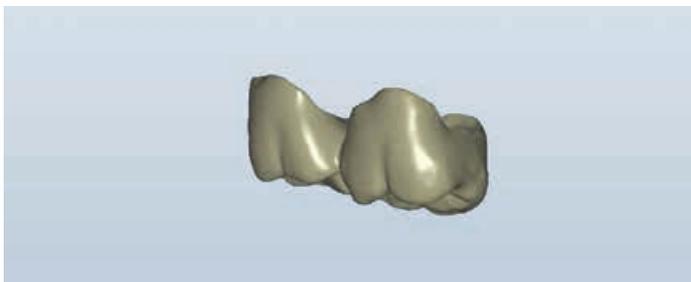


Abb. 9: Seitenansicht des fertigen CAD Datensatzes



Abb. 10: Ansicht der Innenseite der geplanten Kronen



Abb. 11: Okklusale Ansicht der beiden Kronen



Abb. 12: Anpassung der Kronen auf dem Modell



Abb. 13: Modellsituation mit guter Passform

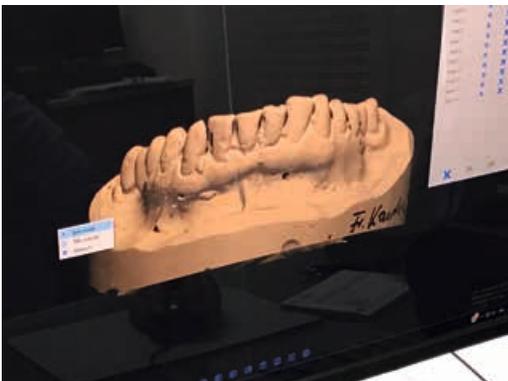


Abb. 14: Scan der Modelle für DFC



Abb. 15: Übertragung der Bisslage durch Scan der Artikulatorsituation

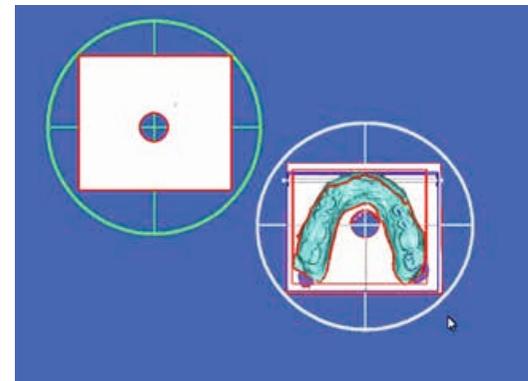


Abb. 16: Matchen der Datensätze in ZT Connect zur Weiterverarbeitung

Nach Präparation, konventioneller Abformung und Modellherstellung wurden die Modelle mit dem Scanner DOF Swing (DOF Inc., Korea) digitalisiert. Alternativ ist natürlich eine digitale Abformung möglich. In der Softwareumgebung exocad (exocad GmbH, Darmstadt) wurden die Modelle in den virtuellen Artikulator gesetzt und in statischer Okklusion eingestellt (Abb. 3 und 4). Nach Festlegung der Präparationsgrenze und des Zementspaltes (Abb. 5 und 6) folgte die Konstruktion der Kronen (Abb. 7 bis 11).

Nach der Anpassung der auf einer TIZIAN Schütz CUT 5.2 plus Fräsmaschine (Schütz Dental GmbH, Rosbach) fertiggestellten Kronen auf dem Modell (Abb. 12 und 13) wurden die Modelle mit den Kronen sowohl einzeln als auch einartikuliert erneut gescannt (Abb. 14 und 15).

Das Zahntechnikmodul „ZT-Connect“ des DFC-Systems (Dental Alliance, Essen) dient dazu, die Scandaten der unterschiedlichen STL-Formate in eine übereinstimmende Form zu bringen (Abb. 16). Diesen Schritt durchliefen auch die vorliegenden Scans um dann als „gematchter“ Datensatz an die eigentliche DFC-Software übergeben zu werden.

Nach Eingabe der Patientendaten, der aktiven Exzentrik und der aktiven Mundöffnung durchlief der Datensatz die anhand der Schliffacetten ermittelte dynamische Simulation. Die Ergebnisse werden im Rahmen der DFC Analyse immer in fünf Feldern strukturiert (Abb.17). In der oberen Zeile sind die Laterotrusion nach links, die Protrusion und die Laterotrusion nach rechts dargestellt. In der unteren Zeile findet sich die Simulation der Untersuchung mit zwei verschiedenen Stärken Okklusions-

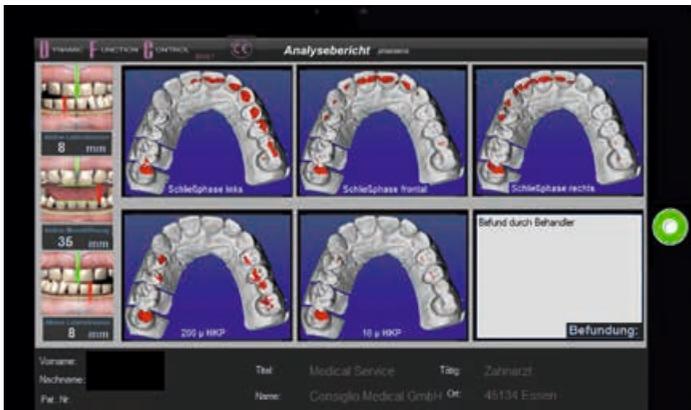


Abb. 17: Erste Auswertung mit Frühkontakt und Gleithindernis 17



Abb. 18: Zweite Auswertung nach Einschleifmaßnahmen ohne Interferenz



Abb. 19: Fertige Kronen in situ



Abb. 20: Seitenansicht der monolithischen Kronen

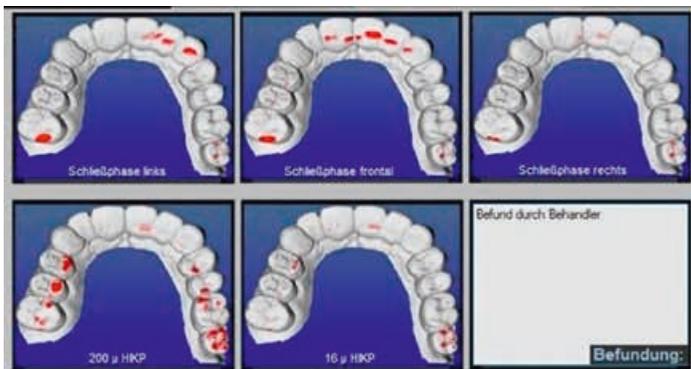


Abb. 21: Gleithindernis bei Zahn 16

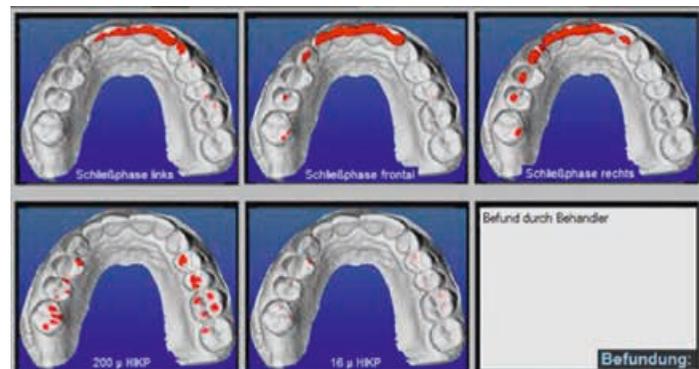


Abb. 22: Rezidivierende Verblendungsfraktur in der Front



Abb. 23: Zustand bei massiver Gelenkcompression mit ausschließlichem Molarenkontakt

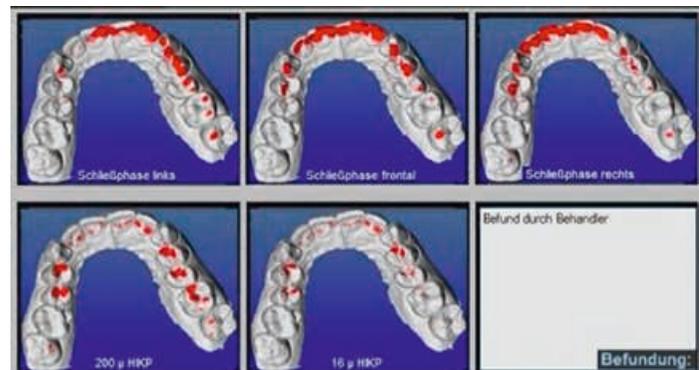


Abb. 24: Patientenwunsch bei Behandlungsplanung: „Veneerversorgung“ Cave: mögliche Überlastung bei Protrusion und Laterotrusion.

folie: 200µm und 16µm in habitueller Interkuspidation. Die Kontaktareale zeigen sich als rote Punkte oder Flächen, so dass eine diagnostische Auswertung pragmatisch wie nach realer Anwendung von Okklusionsfolie erfolgen kann. Im vorliegenden Fall ergab sich ein massives Störfeld in Form eines Frühkontaktes und Gleithindernisses auf dem Zahn 17.

Nach gezielten Einschleifmaßnahmen wurde die DFC Analyse erneut durchlaufen mit dem Ergebnis einer okklusal störungsfreien Darstellung in der Simulation (Abb.18), die sich auch im Mund nachvollziehen ließ (Abb. 19 und 20).

Die zusätzlichen Arbeitsschritte Scannen, Datenübertragung in ZT Connect und die Analyse in DFC benötigen zusammen ca. 20 Minuten Zeitaufwand.

Fazit

Die digitale Okklusographie eignet sich zur Feststellung von Interferenzen in der dynamischen Okklusion. Gerade bei einer Ausführung von Zahnersatz in monolithischem Zirkonoxid können Einschleifmaßnahmen chairside vor und insbesondere nach der Eingliederung eingespart werden.

Diskussion

Der beschriebene Aufwand mag für die hier exemplarisch ausgewählte Restauration durchaus etwas hoch erscheinen, zumal wenn eine monolithische Ausführung vielleicht gezielt als preiswerte Variante gewählt wurde. Andererseits wurde ganz bewusst ein wenig komplexer Sachverhalt gewählt, um darzustellen, dass DFC auch als stand-alone Lösung funktioniert, die eine Aussage auch ohne aufwendige Maßnahmen wie elektronische Axiographie und Aufzeichnung der Gelenkbahnen ermöglicht.

Es ergibt sich bei genauerer Betrachtung des Systems eine sehr interessante Bandbreite an Anwendungsmöglichkeiten:

- Prüfung umfangreicher, zum Beispiel implantatgetragener Restaurationen vor dem Einsetzen und nach der ersten Probetragezeit.
- Diagnostik bei funktionellen Problemen mit Zahnersatz (Abb. 21 und 22).
- Ermittlung der Ursachen in der CMD Diagnostik (Abb. 23).
- Erstellung von Langzeitprovisorien.
- Analyse nach kieferorthopädischen Behandlungen zum Ausschluss von Interferenzen.
- Behandlungsplanung zum Beispiel im Abrasionsgebiss (Abb. 24).



Dr. Frank Jochum:

- 1995: Staatsexamen Zahnmedizin an der Heinrich-Heine Universität Düsseldorf
- 1997: Promotion in Düsseldorf
- Seit 1997: Gemeinschaftspraxis in Essen
- 1998: Co-Autor des »QM (Qualitätsmanagement) – Handbuchs für die Zahnarztpraxis«
- Seit 2000: Fachjournalistische Tätigkeit mit über 200 Publikationen und Referententätigkeit
- Seit 2001: Forschung an und Entwicklung von mehreren Implantatssystemen für einen Implantathersteller
- Seit 2001: Nutzung der digitalen Volumentomographie
- 2005: Umstellung der Prothetik auf CAD / CAM gefertigte Vollkeramik Restaurationen
- 2008: Nutzung Freecorder Bluefox
- Ab 2012: Lehrauftrag an der staatlichen Universität von Sevilla

Kontakt:

Dr. Frank Jochum
Hans-Luther-Allee 13
45131 Essen
Telefon: 0201 779516
www.dr-jochum.de

Produktion:

Peter Kappert
Dental Labor GmbH
45134 Essen
www.kappert.de
info@kappert.de
Ausf. ZTM Hel Haparta

Vertrieb:

DFC & ZT-Connect:
Dental Alliance GbR
info@dentalalliance.de
www.dental-alliance.de

Literatur:

1. Statische und dynamische Okklusionstheorien. Untersuchung zu bestehenden Theorien, Vorkommen im natürlichen Gebiss und deren Anwendung im Artikulator, End A, München, Univ., Diss., 2010
2. Okklusaler und inzivaler Verschleiß von Zahnhartgewebe und dentalen Restaurationsmaterialien: Ergebnisse einer populationsbasierten Probandengruppe aus dem assoziierten Projektbereich der regionalen Basisstudie Vorpommern, Küppers A, Greifswald, Univ., Diss., 2009
3. Okklusionsmorphologische Anpassungsmechanismen der Zähne – Eine Langzeitstudie –, Raudsep M, Bonn, Univ., Diss., 2013

Abrechnungsbeispiel:

Dynamic Function Control, digitale Okklusographie

Angelika Enderle

Behandlungsplanung:

Versorgung der Zähne 17 und 16 mit monolithischen Zirkonoxidkronen unter Anwendung des Dynamic Function Control Systems.

GOZ-Nr. Leistungsbeschreibung

0010	Eingehende Untersuchung zur Feststellung von Zahn-, Mund- und Kiefererkrankungen einschließlich Erhebung des Parodontalbefundes sowie Aufzeichnung des Befundes
Ä1	Beratung auch mittels Fernsprecher
0060	Abformung beider Kiefer für Situationsmodelle und einfache Bissfixierung, einschließlich Auswertung zur Diagnose oder Planung (zzgl. Abformmaterial)
Ä5004	Panoramaschichtaufnahme der Kiefer
0040	Aufstellung eines schriftlichen Heil- und Kostenplans bei kieferorthopädischer Behandlung oder bei funktionsanalytischen und funktionstherapeutischen Maßnahmen nach Befundaufnahme und Ausarbeitung einer Behandlungsplanung
0080	Intraorale Oberflächenanästhesie, je Kieferhälfte oder Frontzahnbereich
0090	Intraorale Infiltrationsanästhesie (zzgl. Materialkosten für Anästhesie)
2030	Besondere Maßnahmen beim Präparieren oder Füllen von Kavitäten (z. B. Separieren, Beseitigen störenden Zahnfleisches, Stillung einer übermäßigen Papillenblutung), je Kieferhälfte oder Frontzahnbereich
8000	Klinische Funktionsanalyse einschließlich Dokumentation
8010	Registrieren der gelenkbezüglichen Zentrallage des Unterkiefers auch Stützstiftregistrierung, je Registrat (zzgl. Material- und Laborkosten)
8020	Arbiträre Scharnierachsenbestimmung (eingeschlossen sind die arbiträre Scharnierachsenbestimmung, das Anlegen eines Übertragungsbogens, das Koordinieren eines Übertragungsbogens mit einem Artikulator)
8050	Registrieren von Unterkieferbewegungen zur Einstellung halbindividueller Artikulatoren und Einstellung nach den gemessenen Werten, je Sitzung
2210	Versorgung eines Zahnes durch eine Vollkrone (Hohlkehl- oder Stufenpräparation) ggf. zusätzlich
2197	Adhäsive Befestigung (plastischer Aufbau, Stift, Inlay, Krone, Teilkrone, Veneer, etc.)

Zusatzleistungen für DFC:

0060	Abformung beider Kiefer für Situationsmodelle und einfache Bissfixierung, einschließlich Auswertung zur Diagnose oder Planung (zzgl. Abformmaterial) oder
0065	Optisch-elektronische Abformung einschließlich vorbereitender Maßnahmen, einfache digitale Bissregistrierung und Archivierung, je Kieferhälfte oder Frontzahnbereich
6010a*	PC-gestützte Auswertung einer opto-elektronischen Abformung zur Diagnose und Planung entsprechend Anwendung von Modellen zur Analyse von Kiefermodellen
8010	Registrieren der gelenkbezüglichen Zentrallage des Unterkiefers auch Stützstiftregistrierung, je Registrat (zzgl. Material- und Laborkosten)
8065a*	Elektronische dynamische Okklusographie, entsprechend Registrieren von Unterkieferbewegungen mittels elektronischer Aufzeichnung zur Einstellung voll adjustierbarer Artikulatoren nach den gemessenen Werten

* Generell ist der behandelnde Zahnarzt allein zuständig und verantwortlich für die Wahl der angemessenen analogen Gebührennummer bei zahnärztlichen Leistungen, die in der GOZ nicht abgebildet sind. Dabei kann er neben Besonderheiten bei der technischen Ausführung auch die individuellen Umstände des Krankheitsfalles berücksichtigen und hat somit einen weiten Ermessensspielraum (BZÄK, 27.06.2012).

Zusatzleistungen für DFC im zahntechnischen Labor (BEB'97):

0405	Modellmontage in individuellen Artikulator II
0408	Montage eines Gegenkiefermodelles
0511	Mehraufwand für Einstellen nach Zentrikregistrat
0521	Auswerten eines Registrates
0813	Modellanalyse für Gnathologie
	ggf. zusätzlich
0835	Vermessen und Auswerten im Mandibular-Positions-Indikator (MPI)
0836	Vermessen und Auswerten im Mandibular-Positions-Variator (MPV)

Das **zahnärztliche Honorar** ist innerhalb des Gebührenrahmens (1,0fach bis 3,5fach) unter Berücksichtigung der Schwierigkeit und des Zeitaufwandes der einzelnen Leistung sowie der Umstände bei der Ausführung nach billigem Ermessen zu bestimmen. Eine Gebührenbestimmung, die individuelle Gegebenheiten der einzelnen Leistungserbringung unberücksichtigt lässt, wird den Anforderungen des § 5 Abs. 2 GOZ nicht gerecht.

Der Ersatz von Auslagen für **zahntechnische Leistungen** nach § 9 Abs. 1 GOZ erfolgt auf Grundlage einer praxis- oder laborindividuellen betriebswirtschaftlichen Kalkulation. Ersatzfähig sind nur die dem Zahnarzt tatsächlich entstandenen Kosten. Gem. § 10 Abs. 3 Satz 5 und 6 GOZ ist hierfür eine Beifügung der Rechnung des gewerblichen Labors oder eines Eigenbelegs für das Zahnarzlabor erforderlich.

Berechnungsfähig sind im Weiteren jeweils nur „angemessene“ Kosten. Dabei ist im Einzelfall zu entscheiden, welche Kosten in einem vernünftigen Verhältnis zu dem angestrebten Behandlungserfolg stehen. Jedenfalls dann, wenn dem Zahlungspflichtigen ein Kostenvoranschlag gemäß § 9 Abs. 2 GOZ vorgelegt und von diesem akzeptiert worden ist, sind die darin enthaltenen Kosten für zahntechnische Leistungen zum Gegenstand des Behandlungsvertrages gemacht worden, so dass diese vom Zahlungspflichtigen nicht im Nachhinein wiederum als unangemessen zurückgewiesen werden können (vgl. Liebold/Raff/Wissing - „DER Kommentar zu BEMA und GOZ“, Stand 113. Lieferung, Asgard-Verlag, Sankt Augustin).

**Angelika Enderle**

Inhaberin Firma
abrechnungspartner, Stuttgart

Angelika Enderle ist gelernte Zahn-technikerin. Sie arbeitete lange Zeit im Bereich der Verwaltung zahn-ärztlicher Praxen und leitete bei einem Abrechnungsspezialisten für Leistungserbringer im Gesundheitswesen den Bereich Erstattungsservice. Zurzeit freiberufliche Tätigkeit für das zahnärztliche Abrechnungswesen, Chefredakteurin des Internetportals Juradent sowie Autorin für verschiedene zahnärztliche Fachmagazine.

Kontakt:

info@abrechnungspartner.de