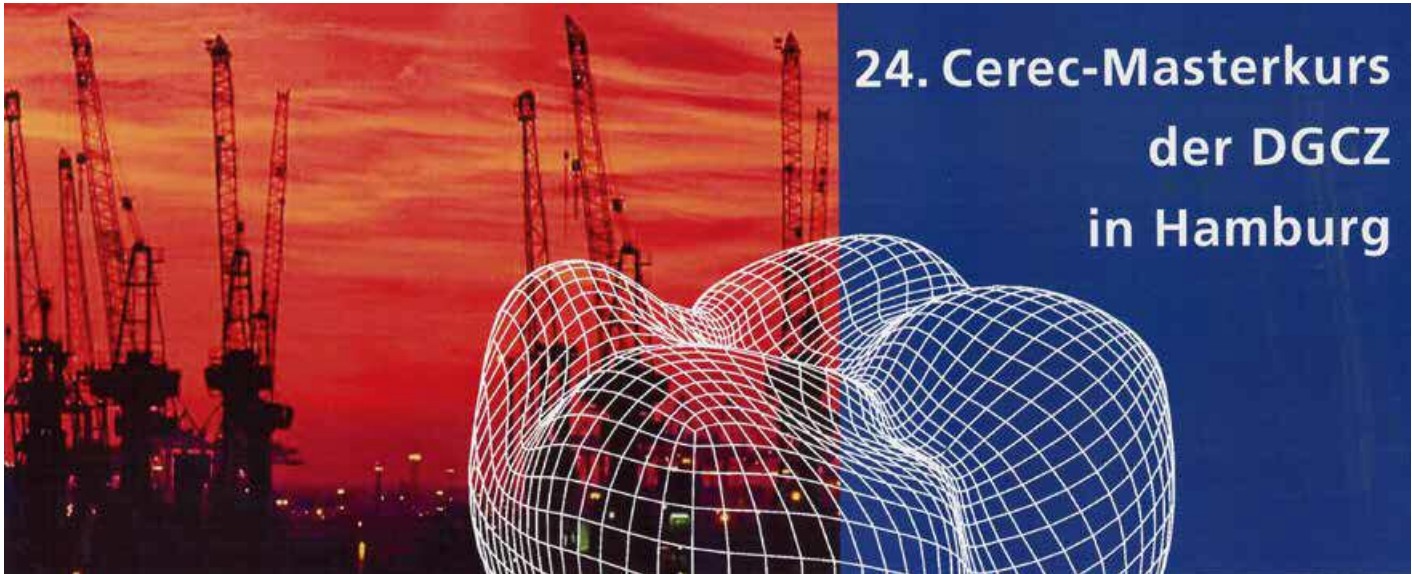


Funktion ist nicht alles ...

Digitale Artikulation auf dem Cerec-Masterkurs 2016 der DGCZ

Manfred Kern



Seit 24 Jahren unterstützt und begleitet die Deutsche Gesellschaft für Computergestützte Zahnheilkunde (DGCZ) die Zahnärzteschaft beim digitalisierten Praxiseinsatz, zeigt die Möglichkeiten der computergestützten Behandlung und prüft die Praktikabilität von CAD/CAM-Systemen. Aufgrund der hohen Bedeutung dieser Disziplin ist die DGCZ seit 2007 auch Fachgesellschaft der DGZMK.

Der diesjährige, 24. Cerec-Masterkurs bot unter der Leitung von Dr. Bernd Reiss, Vorsitzender der DGCZ und Mitglied im Vorstand der DGZMK, einen Streifzug durch die computergestützt arbeitende Praxis und stellte besonders die Entwicklungen des Cerec-Systems mit der Integration funktionaler Parameter in die Restaurationsgestaltung in den Mittelpunkt. Das fokussierende Thema „Funktion und dynamische Artikulation mit CAD/CAM“ wurde von Prof. Albert Mehl, Universität Zürich, vorgetragen.

Die Diskussion um Präzision, technische Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit der digital gesteuerten Restauration gehört inzwischen der Vergangenheit an. Die aktuelle Entwicklung zielt laut Mehl auf die computergestützte Funktionsdiagnostik und auf Verfahren, die ermöglichen, die dynamische Okklusion in die prothetische Rekonstruktion einzubeziehen. Um die Funktionstüchtigkeit wieder herzustellen, besonders nach dem umfangreichen Auflösen der Stützzonen durch die Präparation, ist die Rehabilitation des stomatognathen Systems unerlässlich. Studien belegen, dass ausschließlich statisch berechnete und gestaltete Restaurationen im Patientenmund zusätzliche, zeitintensive Einschleifmaßnahmen erfordern und dadurch die Festigkeit des Restaurationswerkstoffs sowie die Ästhetik beeinträchtigen. Durch das Übersehen funktioneller Störkontakte können Überbelastungen und Materialfrakturen sowie iatrogen verursachte Folgeerscheinungen auftreten.

Umfangreiche CAD/CAM-Restaurationen werden heute überwiegend vollenanatomisch gefertigt. Hierbei übernehmen zunehmend CAD/CAM-Systeme die Justierung der Funktion. Dazu sind Algorithmen erforderlich, die die Statik und Dynamik sinnvoll integrieren. Im ersten Schritt denkt man an mechanische Artikulatoren, die in computergestützte Technik übertragen werden. Im nächsten



Abb. 1: Biogenerische Rekonstruktion von Zahn 24 und 25 nach intraoraler Abformung. Kontakt-Situation bei Berücksichtigung nur der statischen Okklusion. (Quelle: Meh)

Schritt sind aber digital gesteuerte Lösungen erforderlich, die als Mehrwert eine umfassende Beurteilung der Funktionstüchtigkeit des stomatognathen Systems ermöglichen. Wenn wir bisher von dynamischer Okklusion sprechen, reduzieren wir den Sachverhalt auf die Kinematik und betrachten die Bewegungsbahnen. Dynamik schließt aber auch die Kau- und Beißkräfte mit ein. Dies erfordert die Einbeziehung der Muskelaktivitäten.

Artikulation und Funktion können inzwischen mit neuen Software-Applikationen gut in den CAD/CAM-Prozess integriert und in der morphologischen Berechnung berücksichtigt werden. Hierbei spielt die digitale, intraorale Abformung eine zentrale Rolle. Quadranten und Kiefer einschließlich der Gegenbezahnung werden direkt am Patienten dreidimensional vermessen. Hierbei kann die statische Relation von Oberkiefer und Unterkiefer über Bissregistrare oder Bukkaltaufnahmen intraoral erfasst werden. Diese Information bildet die Ausgangsbasis, um die Kauflächengestaltung und die Oberflächenrekonstruktion digital durchzuführen. Mit dem wissensbasierten Ansatz der Biogenerik hat sich bereits ein Verfahren herauskristallisiert, bei dem automatisch für die jeweilige individuelle Situation ein passender Restaurationsvorschlag berechnet wird (Abb. 1). Als Weiterentwicklung der Biogenerik nutzt die Biokiefer-Software (Cerec 4.4) den Zahnbestand als Referenz für den virtuellen Erstvorschlag. Hierbei wird der gesamte Kieverlauf in die Berechnung einbezogen. Wichtig ist, dass Nachbarzahnstrukturen und Präparationsgrenzen mit der Messaufnahme gut erfasst werden. Dadurch wird mit der Einbeziehung der Artikulation als Gruppenführung die Nachbearbeitungszeit für das Modell deutlich reduziert oder kann sogar entfallen.

... aber ohne Funktion ist alles nichts

Das Ziel ist, ein okklusales „Bewegungsregistrator“ direkt im Mund des Patienten aufzuzeichnen, dessen Oberfläche im Bereich der Präparation die Grenzbewegungen der Antagonisten beinhaltet. Mit einer Software wurde schon im Jahr 2004 die FGP-Technik (functional generated pathway) in CAD/

CAM-Verfahren aufgenommen (Cerec). Schwachpunkt beim digitalen Arbeitsprozess war die Integration der Daten aus dem Gesichtsbogen und die aufwändige elektronische Registrierung. Heute eröffnet die intraorale Messtechnik mit dem lichtoptischen Scanner neue Möglichkeiten, so dass der gesamte Registrierprozess ohne großen Zeit- und Apparateaufwand innerhalb der digitalen Prozesskette durchgeführt werden kann. Voraussetzung ist, dass eine ausreichende Restbezahnung vorhanden ist und dass sich der Restaurationsumfang zurzeit noch im Bereich von Einzelzähnen und kleineren Brücken bewegt.

Ein intraoral generiertes, funktionelles Bissregistrar aus Wachs oder Silikon lichtoptisch abzuformen und auf diese Weise mit der Präparationsaufnahme zu referenzieren, ist schon seit geraumer Zeit möglich, um die dynamische Okklusion in den digitalen Arbeitsprozess zu integrieren. Das Problem ist jedoch, dass es kein Material gibt, das präzise die Bewegung aufzeichnen kann. Das virtuelle FGP hingegen kann exakt berechnet werden. Damit lassen sich aus der Überlagerung vom statischen und funktionellen Registrar die Berührungspunkte bestimmen, die als mögliche Kandidaten für die okklusalen Kontaktpunkte bei der Konstruktionsberechnung in Frage kommen. Außerdem bietet das automatisierte, virtuelle FGP einen enormen Zeitvorteil.

Bei größeren Restaurationen, Bisshebungen oder funktionellen Analysen und Änderungen bietet sich an, möglichst exakt das Bewegungsmuster des Patienten zu erfassen. Dabei kann mit Software jegliche Einschränkung von mechanischen Artikulatoren, seien es teil- oder volljustierbare, umgangen werden und direkt die individuelle Bewegung aufgenommen werden. Gerade in Kombination mit der intraoralen Messtechnik lassen sich mittels elektronischer Bewegungsaufzeichnung direkt die Bewegungen auf das virtuelle Kiefermodell übertragen. Entscheidend dabei ist nur der Schritt, die Koordinaten der Bewegungssensoren dem Kiefermodell zuzuordnen. Dies kann z.B. durch eine Zusatzaufnahme mit einer Bissgabel oder einer Vorrichtung mit Markern erfolgen. Nach Bewegungsmessung lassen sich dann die Bewegungen direkt abspielen oder bestimmte Parameter berechnen.

Computergestützte Verfahren ermöglichen heute zusammen mit neuen Algorithmen die Nachbildung jedes beliebigen Artikulationskonzeptes. Mit virtuellen Artikulationen können nicht nur Restaurationsberechnungen optimiert, sondern mit der Simulation von Bewegungen, zusammen mit Kiefergelenkparametern, der Einfluss der Artikulation auf die Kauflächengestaltung analysiert werden. Für Situationen mit guter Restbezahnung kann für Einzelzahnrestaurationen und kleinere Brücken die mittelwertige Artikulation der Rekonstruktion mit Hinweisen zu okklusalen Interferenzen untersucht werden (Abb. 2). Gegenüber der statischen Berechnung können dadurch Einschleifmaßnahmen entfallen oder zumindest reduziert werden. Zusammen mit der biogenerischen Kauflächengestaltung im Quadranten (Biokiefer-Verfahren) erhält man damit in den meisten Fällen eine Zahnrestauration, die alle Kriterien einer funktionellen Gruppenführung erfüllt. Da dies automatisch und ohne zusätzlichen Aufwand standardmäßig mit CAD/CAM-Technologie chairside durchgeführt werden kann, ist dies gleichzeitig eine Qualitätskontrolle, die die Langlebigkeit von Restaurationen verbessert.

Virtueller Artikulator macht Modelle überflüssig

Im Bestreben, die okkludierenden Flächen der Zähne einschließlich der Okklusion „virtuell navigierbar“ zu machen, wurden Softwarelösungen entwickelt, die sich mit dem Namen „virtueller Artikulator“ verbinden. Laut Prof. Bernd Kordaß, Universität Greifswald, haben virtuelle Artikulatoren Steuerelemente, mit denen gelenkbezogene Werte eingegeben werden können. Die individuelle Situation der Modellmontage wird bei solchen Systemen in der Regel so gelöst, dass die Modelle zunächst mit einem Gesichtsbogen schädelgelenkbezogen in einem mechanischen Artikulator montiert und anschließend mit Sockel und der Sockelgeometrie dreidimensional eingescannt werden.

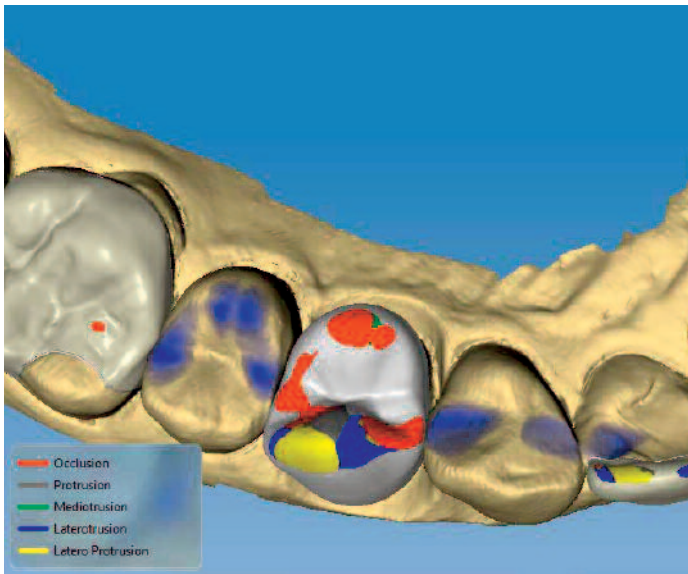


Abb. 2: Darstellung der Dynamik im virtuellen Bissregistrator. Kontakt- und Gleitflächen aus verschiedenen Bewegungen werden erkennbar, Interferenzen als Störstellen können reduziert werden. (Quelle: Mehl)



Abb. 3: Digital gefertigte Funktionsschiene. (Quelle: Sicat/Sirona)

Bei einem rein virtuell arbeitenden Artikulator benötigt man im Idealfall keinen Gesichtsbogen mehr und Modelle müssten nicht mechanisch in Kieferrelation montiert werden. Es werden allenfalls kleine Kopplungsteile benötigt, mit denen die Referenzierung der 3D-Scans mit den Bewegungsaufzeichnungen gelingt. Im engeren Sinne arbeitet ein solcher VR-Artikulator nicht wie ein konventioneller, sondern nutzt primär die Vorteile des Anwenderprogramms.

Das Zeitalter des mechanischen Artikulators mit der mittelwertig orientierten Okklusion geht laut Kordaß zu Ende. Perspektivisch wird sich eine kommende „virtuelle“ Okklusion an neuen Maßstäben orientieren. Neuronale Aspekte der Steuerung der Kaubewegungen und Kaukräfte werden bei zukünftiger Betrachtung einer funktionellen Okklusion zunehmend wichtiger. Deshalb sollte eine optimale Okklusion kaufunktionell effektiv und interferenzfrei sein, jedoch auch Freiheitsgrade haben, die der neuromuskulären Steuerung Variabilität ermöglichen. Um die Kaufunktion zu erfassen, adäquat darzustellen und umzusetzen, sind laut Kordaß computergestützte Techniken und „virtuelle“ Methoden künftig unverzichtbar. Die optimale, virtuelle Okklusion ist eine der wichtigsten Aufgaben, denen sich die CAD/CAM-Technik heute stellen muss.

Ein neues Verfahren für CAD/CAM-gefertigte Therapieschienen auf Basis von virtuellen Funktionsanalysen ist inzwischen das JMT-Bewegungsmesssystem (jaw motion tracking) im Praxiseinsatz; hierbei werden mittels DVT (Digitale Volumetomographie) die Knochenstrukturen von Kiefer und Kiefergelenken visualisiert und mit realen Bewegungsaufzeichnungen kombiniert. Die Registrierdaten werden im CAD/CAM-System verarbeitet und die Aufbisschiene subtraktiv gefräst (Abb. 3, Sicat Function, Cerec).

Bruxismus und Vollkeramik – geht das?

Restaurative Versorgung zielen darauf ab, zerstörte oder fehlende Zahnhartsubstanzen funktionsgerecht wiederherzustellen. Hierbei wird das Ziel verfolgt, die fehlende Zahnhartsubstanz mit möglichst wenig Substanzverlust so wiederherzustellen, dass Ästhetik und Funktion weitgehend dem natürlichen Vorbild entsprechen. Dazu zählt auch die Wiederherstellung einer physiologischen Fossa-Diskus-Kondylus-Relation bei Patienten mit cranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD). Eine Herausforderung sind Patienten, die unter Bruxismus leiden – also exzessiv die Zähne zusammen-

pressen und knirschen. Dadurch kommen vorhersehbar auf geplante Restaurationen erhöhte oder gar extreme mechanische Belastungen zu. Das Ausweichen auf metallische Restaurationen wäre in dieser Situation zwar angezeigt, ist aber bei ästhetischen Erwartungen dem betreffenden Patienten oft nicht vermittelbar – und erfordert in der Regel vergleichsweise invasive Präparationen.

Erfolgreiche Therapien setzen die erfolgreiche Erfassung des Funktionszustandes des Kauorgans und ggfs. die Wiederherstellung einer stabilen Funktion voraus. Initial erfordert dies die Normalisierung der Muskelfunktion; haltbare Restaurationen erfordern aber auch eine stabile bzw. stabilisierte Kieferposition. Ohne diese Voraussetzung kommt es zur CMD und/oder zu vorzeitigem Verschleiß der Seitenzahnkauflächen. Darunter leidet unter Umständen die Ästhetik der Frontzähne infolge übermäßiger Attrition; harmonische saggitale Stufen und frontale Längen-Breiten-Relationen haben dann keinen Bestand.

Lösungen für Patienten mit Funktionsstörungen stellte Priv.-Doz. Dr. Oliver Ahlers, CMD-Centrum der ZMK-Klinik am UKE Hamburg, vor. Der CMD-Spezialist zeigte mit dem Thema „Funktionelle Analyse und Rekonstruktion“ neue, atraumatische Wege für eine kiefergelenk-schonende Therapie. Das Grundprinzip besteht darin, die verschiedenen pathophysiologischen Zustände im Rahmen einer Diagnostikkaskade stufenweise zu erfassen. Den ersten Schritt bildet ein CMD-Kurzbefund (Literatur: Ahlers, Jakstat). Teil des CMD-Screenings ist die Identifikation von übermäßigem, nicht altersgerechtem Substanzverlust und/oder Mediotrusionskontakte im Seitenzahnbereich. Diese gehen als Dysfunktionsmerkmal („Exzentrik traumatisch“) in die Befundung ein. Bei „positivem“ Ergebnis erfolgt eine klinische Funktionsanalyse. Hierbei werden pathologische Veränderungen der Zahnhartsubstanzen, der statischen und dynamischen Okklusion, der Parodontien, der Kaumuskelatur sowie der Kiefergelenke registriert und eine differenzierte Diagnose erstellt.

Die Erfassung kondylärer Bewegungen ist traditionell die Grundlage für die patientenindividuelle Programmierung teil- oder volljustierbarer Artikulatoren. Mittlerweile sind „virtuelle Artikulatoren“ verfügbar, die computergestützt die Bewegungen abbilden und die Daten für das Fräsen von Okklusionsschienen aufbereiten.

Bei Patienten mit Funktionsstörungen werden die registrierten kondylären Bewegungen heute genutzt, um aus den Bewegungsverläufen auf die morphologische Situation im Kiefergelenk sowie auf die individuelle, funktionelle Stabilität rückschließen zu können (Bewegungsanalyse). Als therapeutische Maßnahme bei cranio-mandibulären Dysfunktionen kommt laut Ahlers meist die reversible Behandlung mittels individuell konstruierten Okklusionsschienen zum Ausgleichen der Kieferposition in Betracht. Hinzu kommt die Aufklärung über die Erkrankungszusammenhänge sowie die Anleitung zur Einübung von Entspannungsübungen, die der Patient selbst ausführen kann, um die Muskulatur zu entspannen und wieder die Kontrolle über deren Tonus zu erreichen.

Okklusionsschienen besitzen aufgrund ihrer Reversibilität ein weites Indikationsspektrum. Das Wirkprinzip basiert je nach Gestaltung auf unterschiedlichen neuromuskulären Mechanismen, wobei sie der Harmonisierung der Muskel- und Kiefergelenkfunktionen, der Ausschaltung okklusaler Interferenzen und der Reduktion parafunktioneller Aktivitäten wie Bruxismus sowie dem Schutz der Zahnhartsubstanz dienen. Mit Okklusionsschienen kann auch eine Änderung der horizontalen und vertikalen Kieferrelation simuliert werden. Die Behandlung mit Stabilisierungsschienen, die als harte Schienen mit adjustierter Oberfläche im Normalfall alle Zähne des schientragenden Kiefers überdecken, ist laut Ahlers bei cranio-mandibulären Dysfunktionen therapeutisch wirksam und wissenschaftlich anerkannt.

Bei Diskusverlagerungen bzw. Stellungsänderungen in den Kiefergelenken können Repositionierungsschienen erforderlich sein, um eine zentrische Kondylenposition und damit eine physiologi-

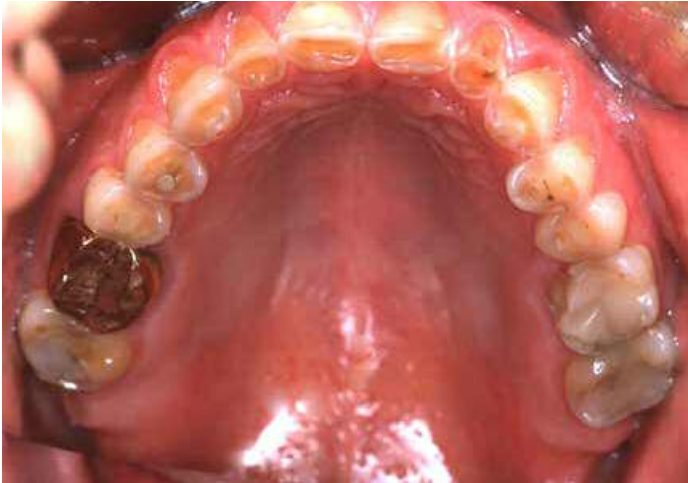


Abb. 4: Situation zu Behandlungsbeginn: Zahnhartsubstanz, Phonetik und Ästhetik ...



Abb. 5: ... sind durch bruxismusbedingte Attritionen sowie Erosionen massiv kompromittiert.

sche Kondylus-Diskus-Fossa-Relation einzustellen. Andere Okklusionsschienen wie konfektionierte, hydrostatische Aufbissbehelfe können für wenige Tage zur tonusmindernden Therapie der Kaumuskelatur und zur Entkopplung der Zahnreihen eingesetzt werden. Weil sie nicht individuell angepasst werden, ermöglichen sie nur im akuten Stadium eine unmittelbare Einflussnahme.

Bei Bruxismus ist die Schienentherapie bisher der „Goldstandard“. Durch die Herstellung einer Aufbisschiene wird eine Schutzbarriere zwischen Ober- und Unterkiefer eingesetzt, die einen weiteren Abrieb der Zähne verhindert und die Zahnschubstanz schont. Unter Umständen kann eine individuelle Okklusionsschiene so gefertigt werden, dass sie auch Einfluss auf die Bisslage nimmt und somit die Kiefergelenke entlastet. Eine Sonderform von Schienen dient allein der Bruxismus-Diagnostik. Dabei werden farbige, extrem dünne Folien verwendet, auf denen sich nach dem nächtlichen Tragen die Knirschspuren ablesen lassen (Brux-Checker). Sofern klassische Okklusionsschienen hochglanzpoliert werden, sind auch auf deren Kaufläche anhand der verursachten Schleifspuren die Knirschrichtung und deren Intensität zu erkennen.

Wenn die funktionstherapeutische Behandlung erfolgreich verläuft und die Beschwerden verringert sind, ist in der Re-Evaluation zu prüfen, ob die Okklusion als ätiologischer Faktor wirkt und der Okklusionsausgleich zur Besserung der Befundlage beigetragen hat. Stellen sich diese als wirksam heraus, können darüber hinaus irreversible Maßnahmen wie das subtraktive Einschleifen von Okklusionshindernissen, kieferorthopädische Korrekturmaßnahmen oder nach Vorbehandlung mittels reversiblen Verfahren die Rekonstruktion von Einzelzähnen, von Zahngruppen oder des gesamten Kausystems zur Anwendung kommen, um eine dauerhafte Sicherung der erreichten Ergebnisse zu erreichen. Jeder definitiven Rekonstruktion sollte eine ausreichende Phase der okklusalen Erprobung und Feinjustierung vorgeschaltet werden. Ahlers hat schon seit einer Dekade die Übertragung der therapeutischen Kieferpositionen mittels semipermanenter Repositions-Onlays und -Veneers entwickelt (Abb. 4-8).

Dieser Behandlung folgt dann die schrittweise Übertragung der gesicherten Kieferposition mittels definitiver, klassischer oder minimal-invasiver Restaurationen. In der Arbeitsgruppe Ahlers ist mittlerweile die Behandlungsalternative mit definitiven Repositions-Onlays und -Veneers aus hochfester Keramik etabliert. Dies setzt ein genaues Monitoring der Kieferposition in der Funktionstherapie und ebenso kontrollierte Prozesse in der restaurativen Übertragung voraus. Nach extensiven Behandlungen mit vollkeramischen Restaurationen empfiehlt die neue Leitlinie (S3) der DGZMK für den Patienten, nachts zum Schutz der Kauflächen eine Kunststoffschiene zu tragen.



Abb. 6: Initiale Funktionstherapie mit einer Relaxierungsschiene, gefolgt von der Umarbeitung in eine Positionierungsschiene, die die endgültig adaptierte Kieferposition einstellt – hier in therapeutischer Kieferposition (Frontalansicht).

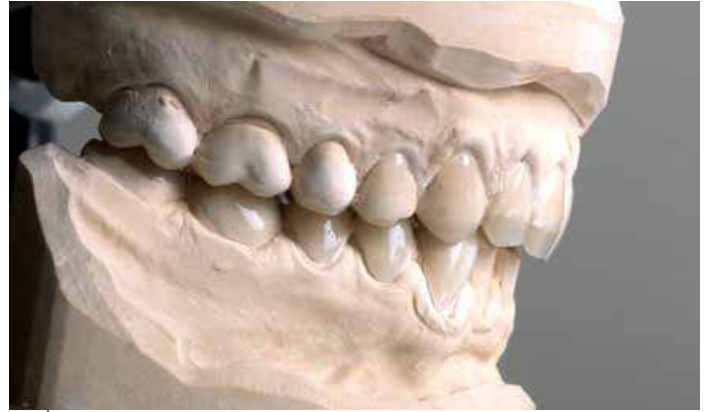


Abb. 7: Semi-permanente Repositions-Onlays (Seitenzähne) und Repositions-Inlays (auf Inzisiven und Canini) aus PMMA im individuellen Artikulator.



Abb. 8: OK mit adhäsiv befestigten Repositions-Onlays und -Veneers. (Bildquelle 4-8: PD Dr. M. Oliver Ahlers, CMD-Centrum, Hamburg-Eppendorf)



Abb. 9: Ausgangssituation – Generalisierte Abrasionen mit erosiver Komponente an allen Ober- und Unterkieferzähnen.



Abb. 10: Nach eingehender funktioneller und ästhetischer Evaluierungsphase wurden die semipermanenten Versorgungen in definitive Restaurationen aus Lithiumdisilikatkeramik überführt. Schichttechnik im Frontzahnbereich und monolithische Onlays im Seitenzahnbereich. (Bildquelle 9-10: Edelhoff)

Aufbiss-Schienen chairside gefertigt

Die Therapie von Bruxismus und schmerzhaften cranio-mandibulären Dysfunktionen mittels oraler Schienen ist wissenschaftlich belegt. Sie hat laut Dr. Bernd Reiss, Vorsitzender der DGCZ, drei wesentliche Indikationen: Bruxismus, Kiefermuskelschmerzen und Kiefergelenkschmerzen. Während der Zweck der Schiene bei Bruxismus eine gleichmäßige Kraftverteilung beim Zähneknirschen oder Kieferpressen sowie ein Schutz der Zähne gegen Attrition ist, kann mit ihrer Hilfe bei Myalgie und Arthralgie eine Schmerzverringerng erzielt werden. Inzwischen liegen Belege vor, dass über die mit Eingliederung der Schiene erzielten Veränderung der Vertikaldistanz und die damit einhergehende Funktionsmusteränderung in der Kaumuskulatur eine Schmerzreduktion bzw. eine Lageänderung der Unterkieferkondylen erfolgt.

Im Zeitalter etablierter CAD/CAM-Systeme und intraoraler Scanner sind laut Reiss Verfahren entstanden, die nicht mehr auf elastomere Abformungen und Gipsmodelle angewiesen sind. Nach dem Scannen von Oberkiefer und Unterkiefer werden virtuelle Modelle generiert sowie die Kieferrelation bestimmt und verschlüsselt. Auf dem Prinzip des „best fit“ beruhenden Rechenalgorithmus werden die beiden Kieferrelationsbestimmungen den virtuellen Oberkiefer- und Unterkiefermodellen zugeordnet. Die intermaxilläre Beziehung von Oberkiefer und Unterkiefer werden mit Hilfe der digi-

talen Bissnahmen festgelegt. Im virtuellen Artikulator werden die Modelle mittelwertig platziert. Für die Gestaltung der Schiene werden Einschubrichtung und der prothetische Äquator festgelegt. Mit einem virtuellen Wachsmesser werden die statischen Kontaktpunkte definiert. Unterkieferbewegungen werden im Sinne des Okklusionskonzepts „Freiheit in der Zentrik“ simuliert und Kontaktpunkte zu Kontaktflächen erweitert. Der Datensatz wird im subtraktiven Fräsverfahren verarbeitet, die Schiene aus PMMA ausgefräst. Bei der Eingliederung können Störstellen mit Fitchecker identifiziert und durch Politur entfernt werden. Vorteile des digitalen, chairside-gestützten Herstellungsverfahrens ist, dass der Patient mit der Aufbisschiene sofort versorgt werden kann.

Minimal-invasive Bisslageänderung

Viele Patienten sind heute immer häufiger bis ins hohe Alter voll- oder teilbezahnt. Die Zahnabnutzung in Form von Abrasion, Attrition oder Erosion sowie Parafunktionen mit daraus resultierendem Substanzverlust nehmen an Relevanz zu. Die Versorgung mit Vollkronen hat den Nachteil, dass je nach okklusalen Platzverhältnissen teilweise massiv Zahnhartsubstanz geopfert werden muss. Hier bieten sich heute neue Verfahren an, den vertikalen Verlust der Okklusion mit non- und minimal-invasiven Behandlungsmethoden zu rehabilitieren. Dr. Bernd Reiss, Malsch, und Prof. Sven Reich, RWTH Aachen, boten mit der Bisslageänderung ein Konzept, um komplette Kauflächen je nach Ausdehnung durch Onlays, Onlay-Veneers oder Teilkronen zu substituieren. Die Verwendung einer defektorientierten, vollkeramischen Kaufläche in Form einer adhäsiv befestigten Okklusionsschale gewährleistet eine ästhetische Adaptation an die Restzahnhartsubstanz (Abb. 9-10).

Für eine gute Langzeitprognose der neuen Kauflächen ist die Bestimmung der Zentrikrelation, die Einstellung der Vertikaldimension, die Okklusionsebene, die Position der maxillären und mandibulären Inzisalkanten sowie die okklusale Oberflächenmorphologie der Seitenzähne wichtig. Nach einer klinischen Funktionsanalyse werden Situationsmodelle hergestellt, die ein analytisches Wax-up erhalten. Eine damit gewonnene Schablone (Tiefziehfolie) wird mit Komposit gefüllt und reversibel auf die isolierten Zähne gesetzt. Wird dieser Restaurationsvorschlag vom Patienten angenommen, wird eine Repositionsschiene gefertigt, die ca. drei Monate getragen wird, um die neue Bisslage zu tolerieren. Nach Übertragung durch Scannen erfolgt die computergestützte Fertigung von langzeitprovisorischen Onlays aus Kunststoff. Da die neue Bisslage nun permanent inkorporiert ist, können sich die neuronalen Bewegungsmuster besser etablieren. Wird diese temporäre Restauration vom Patienten akzeptiert, werden die definitiven Kauflächen aus Vollkeramik gefertigt und adhäsiv eingegliedert. Als Werkstoff hat sich Lithiumdisilikat, gepresst oder CAM-ausgeschliffen, bewährt. Die okklusale Schichtstärke kann auf 0,3 mm reduziert werden. Klinische Langzeitstudien zeigen optimistische Prognosen.

Bisshebung mit Cerec

Die Artikulationsfunktion des Cerec Omnicam-Systems ermöglicht, dass mittels der dynamischen Okklusion funktionelle Analysen durchgeführt und Interferenzen als Störstellen lokalisiert werden können. Mit der Software 4.4.0 können nun auch Bisshebungen ohne Modelleinsatz unter Einbeziehung der klinischen Bewegungsmuster des Patienten gefertigt werden. Dr. Günter Fritzsche, niedergelassener Zahnarzt und Oralchirurg in Hamburg, stellte auf dem Cerec-Masterkurs virtuell eine Bisshebung im Oberkiefer vor.

Ausgangssituation war, dass in beiden OK-Quadranten ausreichende Stützzonen für die habituelle Okklusion nicht mehr vorhanden waren (Abb. 11). Die Funktionsanalyse ergab auch Defizite in der vertikalen Dimension. Die Rehabilitation durch bisserhöhende Veneers und Teilkronen erfordert in der Regel die Neugestaltung der Okklusalfächen. Die Entscheidung, nur den Oberkiefer zu rekonstruieren, basierte in diesem Fall auf der funktionellen und ästhetischen Analyse der Ausgangssituation sowie aufgrund der vorhandenen, intakten Kauflächen.



Abb. 11: Scan mit der Cerec Software und einem bukkalen Biss. (Quelle: Fritzsche)



Abb. 12: Scan mit der Cerec Software seitenweise. (Quelle: Fritzsche)



Abb. 13: Scan mit der Ortho Software und Konstruktion mit der Premium Software. (Quelle: Fritzsche)

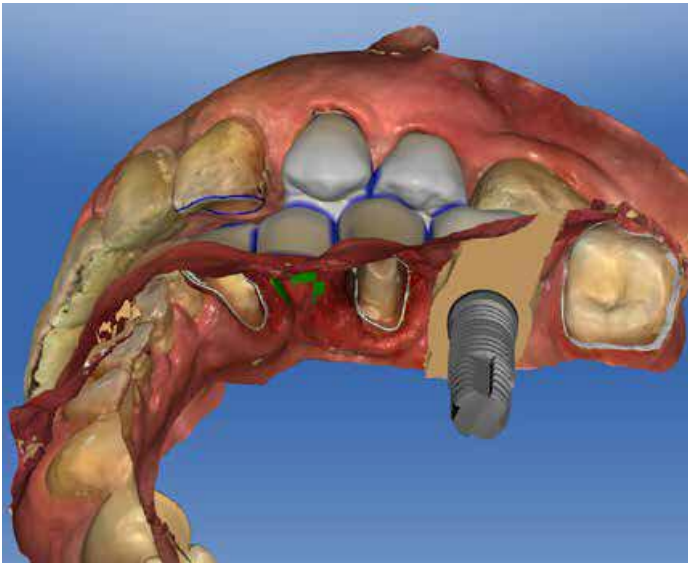


Abb. 14: Kontaktdefizit Zahn 23 zum Antagonisten. (Quelle: Neumann)

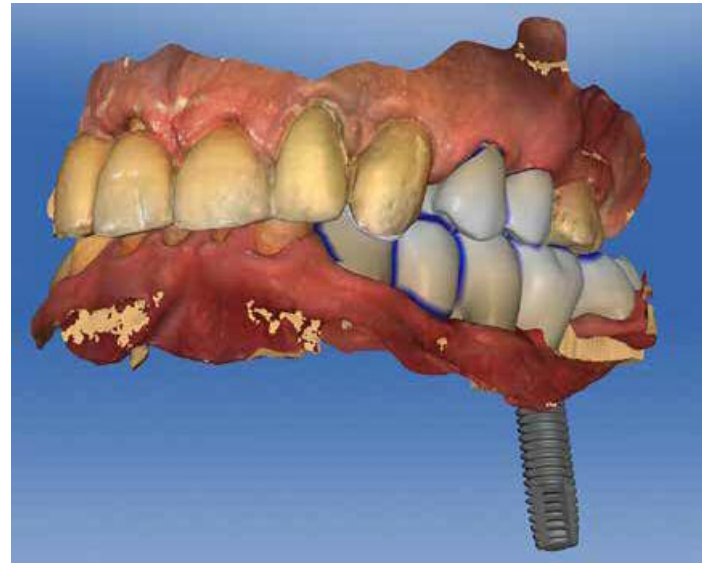


Abb. 15: Implantat schließt Gruppenführung aus. (Quelle: Neumann)

Nach dem Intraoralscan von Ober- und Unterkiefer als Situationsmodell (Abb. 12) wurden von der Biogenerik-App automatisch Kauflächen nach funktionsmorphologischen Prinzipien berechnet und vorgeschlagen. Die relevanten Kauflächen wurden minimalinvasiv präpariert und vom System für vollkeramische Onlays und Teilkronen konstruiert. Hierbei wurden die Daten der statischen und dynamischen Okklusion mittels der Biokiefer-App einbezogen, d.h. okklusale Kontaktpunkte und Gleitflächen wurden klar definiert. Das CAD/CAM-System kontrolliert, ob die Schmelzfläche eine ausreichende Haftfläche bietet oder die Restkronenlänge keine zu kurze und damit ungünstige, anatomische Form erhält.

Das Besondere bei der Vorgehensweise in diesem Fall war, dass die Scans mit der Cerec Ortho Software erfolgten (Abb. 13). Bei der Ortho SW wird mit zwei bukkalen Scans gearbeitet; dies führt zu einer präzisen Verschlüsselung der Ganzkiefer-Modelle. Die Daten wurden in die Premium Software übertragen und die Restaurationen dort konstruiert und gefräst. Die bisserhöhenden Restaurationen wurden aus Lithiumdisilikat gefertigt und adhäsiv eingegliedert. Für monolithische Kauflächen-Veneers auf Molaren bestehen günstige Prognosen (Clausen et al., 2010).

Digital geänderte Eckzahnführung

Die Fraktur ist die häufigste Ursache für Misserfolge mit vollkeramischen Werkstoffen, wenn funktionelle Bedingungen vernachlässigt werden. Zahnhartsubstanz und Restaurationsmaterialien haben unterschiedliche Verschleißfestigkeiten. In der Folge können langfristig vertikaldimensionale Abrasionsunterschiede auftreten und die Okklusion funktionell so verändern, dass sie vom stomatognathen System nicht mehr ausgeglichen werden. Prothetische Rekonstruktionen haben deshalb die Aufgabe, die dynamische Okklusion nach funktionellen Gesichtspunkten als Eckzahn- oder Gruppenführung zu gewährleisten. Zahnarzt Peter Neumann, Berlin, zeigte mit dem virtuellen Artikulator des Cerec Omnicam-Systems die Wiederherstellung der Front-Eckzahn-Führung mit einem funktionskorrigierenden Keramikveneer. Im vorgestellten klinischen Fall wurden Keramikkrone regio 24-25 konstruiert. Die Artikulations-Software zeigte jedoch ein deutliches Kontaktdefizit des Zahns 23 zum Antagonisten (Abb. 14). Da für den Zahn 36 eine implantatgetragene Keramikkrone vorgesehen war, schied eine Gruppenführung aus (Abb. 15). Mit der Biokiefer-App wurden die okklusalen Kontaktpunkte und die Gleitflächen für Zahn 23 neu bestimmt, um eine Eckzahnführung sicher zu stellen (Abb. 16-17). Kriterium war, die Kaufläche des Zahns 23 nach funktionellen Bedingungen zu ersetzen ohne die Extension einer Dreiviertel- oder Vollkrone. Das funktionsstabilisierende Veneer, ebenso die Kronen regio 24 und 25, wurden monolithisch aus Lithiumdisilikat gefertigt und adhäsiv befestigt.

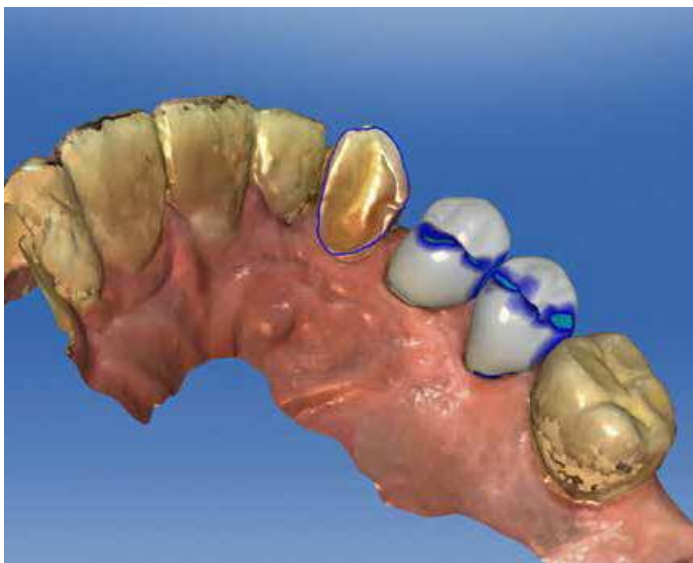


Abb. 16: Präparationsgrenzen für ein funktionskorrigierendes Veneer regio 23. (Quelle: Neumann)

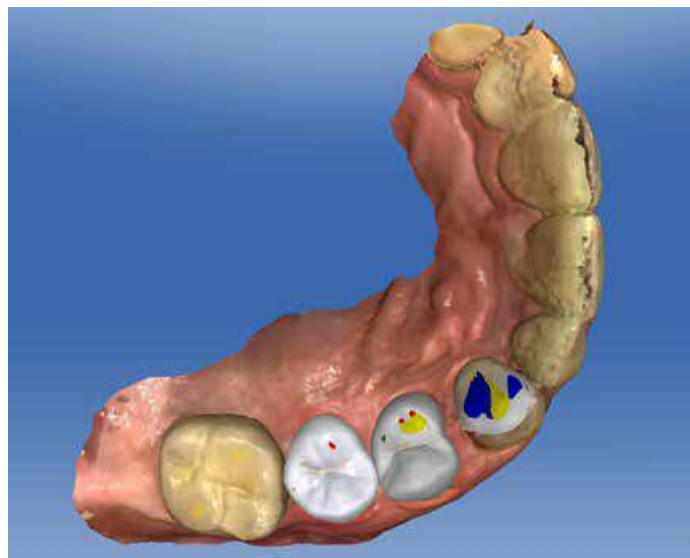


Abb. 17: Kontaktpunkte und Gleitflächen werden auf den Restaurationen definiert. (Quelle: Neumann)



Abb. 18: Die Referenten des 24. Masterkurses der DGCZ (von links nach rechts): Dr. Zimmermann, Zürich; PD Dr. Bindl, Zürich; Frau Dr. Stamnitz, Langen; Prof. Mehl, Zürich; Zahnarzt Neumann, Berlin; Dr. Rauscher, München; Dr. Wiedhahn, Buchholz; PD Dr. Ahlers, Hamburg; Dr. Ritter, Honnef; Dr. Reiss, Malsch; Dr. Hartmann, Köln; Zahnarzt Brausewetter, Berlin; Prof. Reich, Aachen; Prof. Arnetzl, Graz; Dr. Fritzsche, Hamburg; Prof. Frankenberger, Marburg; Dr. Schweppe, Fröndenberg; Frau Dr. Schmidt, Haltern am See; Dr. Zaruba, München; Dr. Schenk, Köln; Frau Dr. Fabel, München. Nicht im Bild: Prof. Kordaß, Greifswald; Dipl.-Stom. Schneider, Zwickau. Bildquelle: DGCZ

Mit weiteren, hochkarätigen Referenten (Abb. 18) bot der 24. Masterkurs der DGCZ ein breites Themenspektrum und informierte über Registriertechniken, Funktionsanalysen zum Aufspüren von Dysfunktionen und therapeutische Verfahren zur Wiederherstellung der physiologischen Kaufunktion sowie die Behandlung von Bruxismus-Patienten nach erheblichem Zahnhartsubstanzverlust.

Prof. Roland Frankenberger, Universität Marburg, zeigte die vielfältigen Gründe für Funktionsveränderungen durch Attrition und Erosion. Therapieverfahren für die Bisserrhöhung demonstrierte PD Dr. Andreas Bindl, Zürich. Erfahrungen mit Materialien für Bisserrhöhungen und funktionskorrigierende Veneers unter Einbeziehung von „resilienz-fähigen“ Hybridwerkstoffen stellte Prof. Gerwin Arnetzl, Universität Graz, zur Diskussion – ebenso den Einsatz der „Smile Design“-Software, die die Auswirkungen funktioneller Maßnahmen und prothetischer Rekonstruktionen auf die Physiognomie des Mundes und auf das Gesicht vor Behandlungsbeginn sichtbar macht. Dr. Moritz Zimmermann, Universität Zürich, ging speziell auf computergestützt zu verarbeitende Langzeitprovisorien- und

Restaurationswerkstoffe und deren klinische Bewährung ein, die sich nach Vorbehandlung für Kauflächen-Veneers (Table Tops) und funktionserhaltende Versorgungen eignen. Dr. Bernd Reiss, Malsch, und Prof. Sven Reich, RWTH Aachen, berichteten über ihre Erkenntnisse für die Materialauswahl und die CAD/CAM-Fertigung von funktionskorrigierenden Aufbisssschienen und „Stressbreakern“ für Bruxismus-Patienten. Niedergelassene Zahnärzte, die über eine spezielle Moderatoren-Ausbildung für das Cerec-System verfügen, stellten mittels hands-on Demonstrationen u.a. auch die Wirkungen funktionsbestimmender Parameter für die Restaurationsgestaltung vor.

Zusammengefasst ist die Funktion ein physiologisches Zusammenspiel der Determinanten Zähne, Muskulatur, Kiefergelenk des cranio-mandibulären Systems, das neuronal gesteuerten Prozessen folgt. Hierbei spielt die cranio-ventrale, nicht seitenverschobene Position beider Kondylen bei physiologischer Kondylus-Diskus-Relation und die Belastung der beteiligten Gewebestrukturen eine entscheidende Rolle. Der DGCZ-Masterkurs bewies erneut, dass die korrekte Verzahnung bzw. die Stellung der Zähne und die Einordnung der Zahnbögen im Gesichtsschädel die funktionellen Voraussetzungen sind für ein dauerhaft gesundes Gebiss sowie auch für die Gesichtsästhetik. Die aktuelle Entwicklung in der computergestützten Restauration zielt darauf hin, dass die dynamische Okklusion mit neuer Software in die prothetische Rekonstruktion einbezogen wird, besonders nach dem umfangreichen Auflösen der Stützzonen durch die Präparation.

Autor:

Manfred Kern
Schriftführung AG Keramik
Mitglied DGCZ

Kontaktadresse:

AG Keramik
Postfach 100 117
76255 Ettlingen

manfr.kern-dgcz@t-online.de
info@ag-keramik.de
www.ag-keramik.de

Literatur zur „Funktionellen Analyse und Rekonstruktion“:

Ahlers MO, Fussnegger M, Göz G, Imhoff B, Jakstat HA, Mentler Ch, Neff A, Nippel E, Ottl P, Peroz I: Zur Therapie der funktionellen Erkrankungen des cranio-mandibulären Systems. *Deutsch Zahnärztl Z* 2016; 71(2): 14-16

Ahlers MO, Jakstat HA: Klinische Funktionsanalyse als Fundament der funktionellen Diagnostik-Kaskade. *Quintessenz* 2016; 66(12): 1399-1409

Ahlers MO, Edelhoff D: Einsatz glaskeramischer Repositions-Onlays zur Abschlussbehandlung nach erfolgreicher Funktionstherapie. *Quintessenz* 2015; 66(12):1509-1525

Ahlers MO, Bernhardt O, Jakstat HA, Kordaß B, Türp JC, Schindler HJ, Hugger A: Motion analysis of the mandible: Guidelines for standardized analysis of computer-assisted recording of condylar movements. *Int J Comput Dent* 2015; 18(3): 201-223

Ahlers MO, Jakstat HA: CMD-Screening mit dem CMD-Kurzbefund. *ZWR* 2015; 124(3): 102-108

Ahlers MO: Determination of vertical dimension when using repositioning onlays for second stage restorative treatment after functional therapy. *J CranioMandibular Function* 2014; 6(2): 131-148

Ahlers MO, Jakstat HA: Richtiges Kauen durch Repositions-Onlays und Repositions-Veneers. *Zahnärztl. Mitteil* 2013; 22A: 58-66
Ahlers MO: Condylar position analysis: a modified procedure for improved feasibility and reliability. *J CranioMandibular Function* 2013; 5(4): 351-368

Ahlers MO, Möller K: Repositions-Onlays und -Veneers zur atraumatischen Restauration einer physiologischen Kiefer- und Kondylenposition. *Quintessenz* 2011; 62(2): 211-222

Ahlers MO, Möller K: Labortechnische Herstellung von Repositions-Onlays und -Veneers. *Langzeitprovisorische Restauration der Okklusion im Rahmen der Wiederherstellung einer physiologischen Kiefer- und Kondylenposition. Quintessenz ZT* 2010; 36: 498-511

Ahlers, MO: Funktionsdiagnostik und -therapie interdisziplinär - 36. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Funktionsdiagnostik und Therapie (AFDT) in der DGZMK 2003. *Zahnärztliche Mitteilungen* 2004; 94 (16): 1820-1821

Katzer L, Tarkowska A, Ahlers MO: Kau-funktionsmessung. *Quintessenz* 2015; 66(12):1471-1478

Kern M: Bruxismus und Vollkeramik – geht das? *ZWR* 2012; 121(9): 426-427

Meyer G, Ahsbahs S, Kern M, Ahlers MO, Beck J, Bartsch K, Christelsohn K, Reiss B, Beuer F: Leitlinie S3 Vollkeramische Kronen und Brücken. AWMF-Reg.Nr. 083-012. *Ergebnisse der DGPro-Konsensus-Konferenzen 2013-2014. DGZMK 08/2014*

Tarkowska A, Katzer L, Ahlers MO: Assessment of masticatory performance by means of a color-changeable chewing gum. *J Prosthodont Res* 2016; 17: 1883-1958

Utz KH, Hugger A, Seeher WD, Ahlers MO: Leitlinie (S2k) Instrumentelle zahnärztliche Funktionsanalyse - Kurzfassung. *Deutsch Zahnärztl Z* 2016; 71(5): 40-51

Utz KH, Hugger A, Ahlers MO, Seeher WD, Kordaß B: Leitlinie (S2k) Instrumentelle zahnärztliche Funktionsanalyse. *DGZMK, DGFDT, AWMF-Registernummer: 083-017, 2015*

Wolowski A, Ahlers MO: Erfassung psychischer Co-Faktoren bei Patienten mit cranio-mandibulärer Dysfunktion. *Quintessenz* 2016; 66(12): 1426-1434