

Ganzheitliche Zahnmedizin

# Wie viel Okklusion braucht der Mensch?

| Dr. Ulrich Wegmann, PT Dorothee Wegmann, ZTM Herbert Thiel

Bei der Herstellung von Zahnersatz wird immer wieder die Frage gestellt, nach welchem Konzept und in welcher Präzision die Okklusalfächen der Ersatzzähne zu gestalten sind. Damit verbunden ist natürlich automatisch die Frage, inwieweit die Gestaltung der Funktionsflächen überhaupt einen Einfluss auf die Funktion des stomatognathen Systems hat. Bevor wir uns dieser Frage widmen, sollten wir uns allerdings darüber im Klaren werden, warum die Zähne so aussehen, wie sie sind.

In der gesamten Entwicklungsgeschichte haben sich die Zähne der verschiedenen Spezies evolutionär spezialisiert auf die Art der Nahrung und ihrer Aufnahme, um dieser einen evolutionären Vorteil zu bieten. Daher finden wir auch unter sehr nahe verwandten Säugetieren äußerst unterschiedliche Zahnformen, insbesondere wenn wir dies auf die Okklusalfächen beziehen. Wir können also davon ausgehen, dass die Gestaltung der Kauflächen nicht zufällig entstanden ist, sondern dass jedes Element eine

spezifische Funktion hat, die für die Gesamtfunktion des stomatognathen Systems wesentlich ist. Basierend auf dieser Erkenntnis hatte es zahlreiche Versuche gegeben, durch eine systematische Aufwachstechnik verloren gegangene okklusale Strukturen zu rekonstruieren. Gleichzeitig ist es aber auch notwendig, die individuelle Funktionen des stomatognathen Systems eines jeden Patienten zu erfassen und im Labor zu reproduzieren, um die neu geschaffenen Führungselemente der Zähne in dieses System zu integrieren.

Hierfür sind in den letzten 150 Jahren zahlreiche Versuche unternommen worden, durch mechanische Bewegungssimulatoren eine möglichst naturgetreue und individuelle Reproduktion der natürlichen Bewegungen zu ermöglichen.

## Eine störungsfreie Okklusion ist für den ganzen Körper wichtig

Bevor eine Wertung der verschiedenen Lösungsansätze für dieses Problem abgegeben werden kann, ist sicherlich zuerst einmal die Frage zu stellen, wie wesentlich eine genaue Anpassung der okklusalen Führungsstrukturen an die individuellen Bewegungsmuster des Patienten ist. Die kann am besten gezeigt werden, wenn wir die Auswirkungen betrachten, wenn Störungen in der okklusalen Funktion vorhanden sind. In zahlreichen Untersuchungen wurde dies experimentell mit durchaus unterschiedlichen Ergebnissen untersucht. Neben den Einflüssen einer okklusalen Störung auf das stomatognathate System im Sinne des Auftretens von Be-



Abb. 1a und b: Veränderungen der Körperhaltung bei Ratten vor (a) und eine Woche nach (b) Aufbringen einer einseitigen Okklusionserhöhung. (Quelle: The Influence of an Experimentally-Induced Malocclusion On Vertebral Alignment in Rats: A Controlled Pilot Study, D'Attilio, Michele et al., CRANIO 23(2): 2005, 119-129)

# Aus Liebe zum Patienten

Patienten erwarten heutzutage, dass Zahnärzte vorhandene preisgünstige Alternativen aufzeigen, ohne dass bei Qualität und Sicherheit Abstriche gemacht werden.

Zahnärzte, die Ihren Patienten von vornherein einen Heil- und Kostenplan mit preisgünstigerem Zahnersatz anbieten, handeln wirtschaftlich weit-sichtig. Denn immer häufiger kann die optimale Versorgung nur realisiert werden, wenn sich auch die Kosten im Rahmen halten. Zudem werden begeisterte Patienten sich gar nicht erst in anderen Praxen nach Möglichkeiten erkundigen und bleiben ihrem Zahnarzt treu.

**Informieren Sie sich unter der kostenlosen  
InteraDent Service-Line: 0800 - 4 68 37 23  
oder auf [www.interadent.de](http://www.interadent.de)**

**InteraDent**

Preis. Wert. Fair.





Abb. 2: Veränderung der Hüft-Abduktion bei maximaler Interkuspitation (rot) und gesperrter Okklusion (grün) bei Patientin mit CMD. (Ausschnitt aus Video: [www.cmd-kurse.de/videos/Hueftabduktion.mp4](http://www.cmd-kurse.de/videos/Hueftabduktion.mp4))

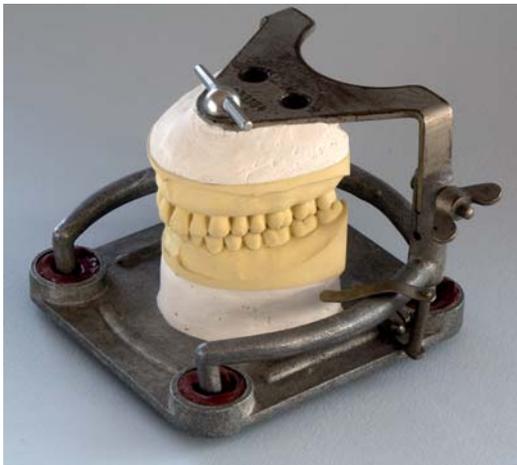


Abb. 3: Der Kaubahnträger nach Wustrow als Beispiel eines „funktionalen“ Artikulators.

schwerden, die wir unter der Sammelbezeichnung CMD zusammenfassen, ist in diesem Zusammenhang insbesondere die Auswirkung auf den Stütz- und Halteapparat insgesamt beachtenswert. Hier konnte vor allen Dingen die Auswirkung einer okklusalen Verschiebung auf die Wirbelsäule gezeigt werden. So konnten D'Attilio et al. in einer tierexperimentellen Studie mit Ratten durch eine einseitige Okklusionsstörung im Molarenbereich bereits innerhalb einer Woche radiologische Veränderungen der Wirbelsäule nachweisen, die dem Bild einer Skoliose entsprachen (Abb. 1, Seite 74). Nach Beseitigung des unilateralen Frühkontaktes bildete sich diese Veränderung in kurzer Zeit wieder zurück. Auch bei zahlreichen anderen Untersuchungen an Probandengruppen konnte durch

okklusionsverändernde Maßnahmen ein Einfluss auf die Statik der Wirbelsäule und/oder der Hüft- und Beinstellung aufgezeigt werden. Daher können orthopädische Untersuchungsmaßnahmen dieser Regionen auch im Einzelfall durchaus geeignet sein, Hinweise auf eine okklusale Beteiligung an einem orthopädischen Problem aufzuzeigen. Als Beispiel sei der Hüft-Abduktionstest genannt, wie er zum Beispiel von Hülse in seiner Veröffentlichung beschrieben wird (Abb. 2). Ein Demonstrationsvideo hierzu finden sie unter <http://www.cmd-kurse.de/videos/Hueftabduktion.mp4>

Diese Zusammenhänge sind jedoch auch sehr stark von psychischen Faktoren überlagert. Dies konnte unter anderem bei einer Untersuchung von Le Bell gezeigt werden, bei der sowohl einer gesunden Vergleichsgruppe als auch einer Patientengruppe, die aus therapierten und zum Zeitpunkt der Untersuchung symptomfreien ehemaligen CMD-Patienten bestand, jeweils eine okklusale Störung aufgebracht wurde. Hierbei wurde jeweils bei der Hälfte der Untersuchungsgruppe tatsächlich eine okklusale Störung aufgetragen, bei der 2. Hälfte der Versuchsgruppe jedoch eine Placebobehandlung durchgeführt. Hierbei konnten in der Gruppe der ehemaligen CMD-Patienten mit einer echten Okklusionsstörung in fast allen Fällen Symptome einer CMD provoziert werden, wodurch sich diese Gruppe von den anderen drei Untersuchungsgruppen unterschied. Allerdings zeigten auch einige Probanden mit einer Placebobehandlung anschließend Symptome einer CMD, obwohl ihre Okklusion nicht verändert worden war. Dies kann nur durch den Einfluss von psychischen Faktoren erklärt werden. Aufgrund dieses sehr komplexen Zusammenspiels sehr verschiedener Faktoren zur Auslösung einer pathologischen Symptomatik im Zusammenhang mit Okklusionsstörungen ist es verständlich, dass kaum systematische Untersuchungen vorliegen, die einen hohen Evidenzgrad haben. Auch widersprüchliche Untersuchungsergebnisse bei sehr ähnlichem Versuchsaufbau sind hierdurch erklärbar. Es ist daher praktisch nicht vorhersehbar, welches Ausmaß eine okklusale Stö-

rung bei einem Patienten aufweisen muss, um eine pathologische Reaktion im stomatognathen System oder an einer anderen Stelle des Körpers auszulösen.

Diese Unsicherheit, welches Maß an Präzision bei der prothetisch-funktionalen Gestaltung einer Okklusalfäche im individuellen Einzelfall notwendig ist, macht es aus medizinischen Erwägungen heraus notwendig, in jedem Behandlungsfall das höchstmögliche Maß an Präzision, das technisch möglich ist, auch tatsächlich anzustreben.

### Paradigmenwechsel in der Artikulatornutzung

Schon in den grundlegenden Veröffentlichungen zur Funktionslehre, zum Beispiel durch Gysi, wurde auf die Bedeutung einer individuellen Erfassung der Bewegungsparameter am Patienten und ihre möglichst genaue Reproduktion durch einen Artikulator hingewiesen. Für die Umsetzung der Bewegungssimulation wurden jedoch seit den ersten Versuchen mit mechanischen Artikulatoren vor ca. 150 Jahren durchaus unterschiedliche Konzepte entwickelt. Hierbei hat sich vor allen Dingen das Prinzip eines an anatomischen Messwerten orientierten Artikulators weitestgehend durchgesetzt. Der Grundgedanke ist, einen geometrisch möglichst genauen Nachbau der Patienten-Anatomie sicherzustellen („Hat er die gleiche ‚Anatomie‘, so wird er auch die gleiche Funktion haben.“). Hierzu ist es notwendig, die Lage der Zahnreihen mithilfe anatomischer Referenzpunkte und -ebenen in Relation zu den Kiefergelenken zu erfassen. Die Übertragung dieser Relation erfolgt in der Regel mithilfe eines Gesichtsbogens. Dieser kann auf individuell bestimmte Referenzpunkte, z.B. die Scharnierachse, aber auch anhand von anatomisch bestimmten Mittelwerten ausgerichtet werden. Gleichzeitig wird versucht, die künstlichen Kiefergelenke des Artikulators ebenfalls möglichst exakt dem anatomischen Vorbild anzupassen. Dies wird jedoch bei praktisch allen derzeit gebräuchlichen Artikulatoren durch anatomische Mittelwerte realisiert. Insbesondere der Interkondylarabstand und die Krümmung der Führungsbahnen für die protrusiven und laterotrusiven

# calaject™

## für schmerzfreie Injektionen

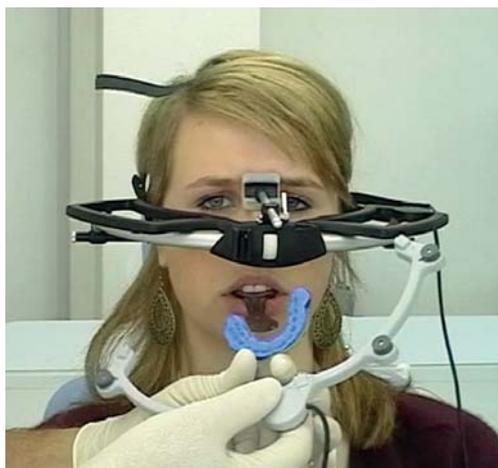


Abb. 4: Messbogen des ARCUSdigma Registriersystems mit Bissgabel zur Bestimmung der Oberkieferposition. (Ausschnitt aus Video: [www.cmd-kurse.de/videos/Artikulatorprogrammierung.mp4](http://www.cmd-kurse.de/videos/Artikulatorprogrammierung.mp4))

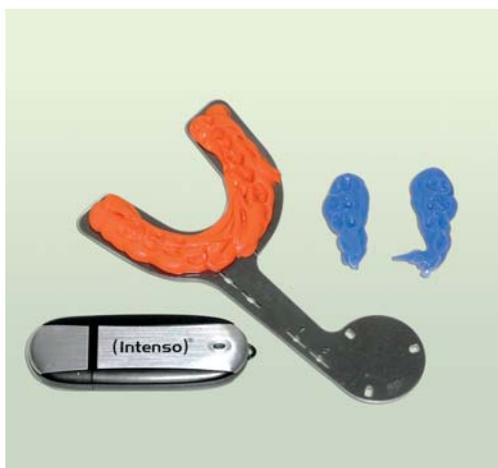


Abb. 5: Übermittlung aller Registrierdaten an das Labor.

Bewegungen sind hierbei mittelwertig abgebildet. Eine Bestimmung der Kondylenbahnneigung und des Bennett-Winkels ist sowohl durch statische Positionsmessungen (Check Bites) als auch durch axiografische Verfahren möglich; die so gewonnenen Einstellwerte können dann zur Individualisierung der Artikulorgelenke herangezogen werden.

Demgegenüber wurden auch schon sehr früh Versuche unternommen, die Bewegungsmuster direkt zu erfassen und mechanisch zu reproduzieren. Hierfür wurden zum Beispiel mit den Modellen eines funktionsgesunden Patienten Bewegungen unter Zahnführung durchgeführt und dadurch individuell ausgeformte künstliche Gelenkpfannen gebildet, die keine Analogie zu den anatomischen Gelenken auf-

wiesen. Dies kann sehr gut an den Artikulatoren von Fehr und Wustrow (Abb. 3) nachvollzogen werden. Auch durch intraorale Aufzeichnungsmethoden mithilfe eines Stützstiftes und mehrerer Gravurstifte konnten zum Beispiel beim TMJ-Artikulator die Bewegungsmuster erfasst und zur Ausgestaltung einer individuellen Gelenkbox herangezogen werden. Aufgrund des deutlich höheren Aufwandes bei der Erfassung der Bewegungen und der Herstellung der individuellen Gelenkboxen konnten sich diese funktionsorientierten Artikulatoren nicht gegen die anatomisch orientierten Artikulatoren durchsetzen.

Auch wenn durch präzise Fertigungsmethoden die Präzision der derzeitigen Artikulatorsysteme alle klinischen Erfordernisse erfüllt, so zeigen diese anatomisch orientierten Artikulatoren allerdings grundsätzliche Einschränkungen. Eine sehr starke Einschränkung zeigt sich bereits bei der Bestimmung der Referenzpunkte für die Zuordnung der Gesichtsbögen. Meistens wird hierzu heutzutage mit Bögen gearbeitet, deren posteriore Referenz sich am äußeren Gehörgang (Ohrolive) orientiert. Die Lagedifferenz zwischen der Ohrolive und dem Kiefergelenk wird zwar mittelwertig durch entsprechende Aufnahmeplätze am Artikulator kompensiert, jedoch ist diese Zuordnung durch die starke individuelle Varianz dieses Abstandes am Patienten durchaus fehlerbehaftet. Auch die individuelle Bestimmung der Scharnierachse ist nicht unproblematisch, da ihre Bestimmung durch eine mechanische Achsiografie nur mit geführten und damit unphysiologischen Bewegungen erfolgt. Durch zahlreiche Untersuchungen wissen wir jedoch, dass bei physiologischen Bewegungen das Rotationszentrum der Kondylen für jeden Moment des Bewegungsablaufes eine unterschiedliche Positionen einnehmen kann. So können bei einem Patienten schon geringste physiologische Öffnungsbewegungen zu deutlichen protrusiven Bewegung der Kondylen führen. Dieses Verhalten kann jedoch durch einen anatomischen Gesichtsbogen nicht auf den Artikulator übertragen werden. Eine weitere Einschränkung des anatomisch orientierten Artikulators liegt



### CALAJECT™

hilft schmerzfrei zu injizieren. Das Geheimnis ist ein intelligentes und sanftes Verabreichen von Lokalanästhetika. Sogar palatinale Injektionen können so ausgeführt werden, dass der Patient keinen Schmerz spürt.

- Fördert eine vertrauensbildende Behandlung
- Drei Injektionseinstellungen für die Infiltrations-, Leitungs- und intraligamentäre Anästhesie.
- Einfach und Kostengünstig in der Anwendung - keine Mehrkosten für zusätzliche Einweg-Verbrauchsmaterialien.



reddot award 2014  
winner

Infokontakt: Tel. 0 171 7717937 • [kg@ronvig.com](mailto:kg@ronvig.com)

**RØNVIG** Dental Mfg. A/S

Gl. Vejlevej 59 • DK-8721 Daugaard • Tel.: +45 70 23 34 11  
Fax: +45 76 74 07 98 • email: [export@ronvig.com](mailto:export@ronvig.com)

[www.ronvig.com](http://www.ronvig.com)

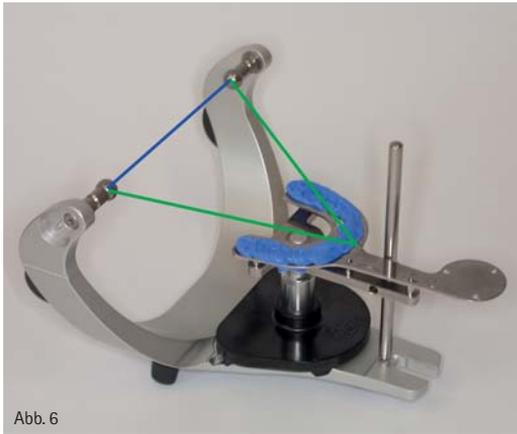


Abb. 6



Abb. 7

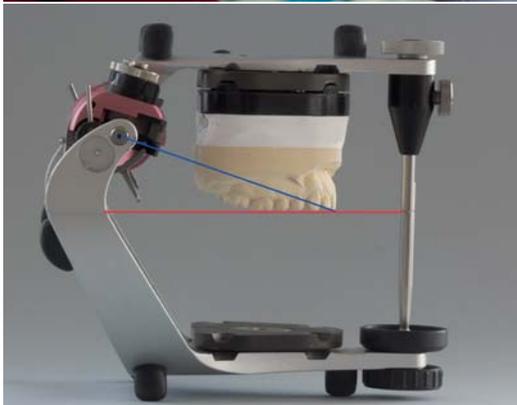
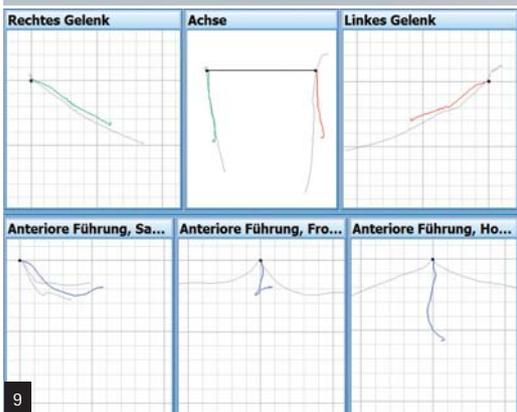


Abb. 8



9

in der unveränderbaren Form der Führungsflächen für die protrusiven und laterotrusiven Bewegungen.

Bei der Überwindung der Einschränkungen und Ungenauigkeiten, die sowohl anatomisch orientierte Gesichtsbögen als auch Artikulatoren aufweisen, können uns glücklicherweise heute elektronische Registriersysteme weiterhelfen. Dies ist allerdings nur möglich, wenn wir auf die Übertragung von anatomischen Werten verzichten. Wir müssen also mit unserem elektronischen Registriersystem in gleicher Weise arbeiten, wie dies bereits mit den mechanischen Systemen von Wustrow oder dem TMJ-Artikulator erfolgte. Dies erfordert von uns ein grundsätzliches Umdenken bei der Handhabung unserer Artikulatorsysteme.

### Von der mechanischen zur digitalen Zahnmedizin

Die Arbeitsweise mit einem elektronischen Registriersystem in Verbindung mit einem Artikulator, der nicht mehr als anatomische Nachbildung des Patienten angesehen wird, soll am Beispiel der Kombination des Digma-Registriersystems mit dem Protar-Artikulator dargestellt werden. Das Digma-System ist ein Ultraschallmesssystem, welches die Bewegung des Unterkiefers dreidimensional erfassen kann. Hierfür wird ein Kopfbogen an den Kopf des Patienten angelegt, ohne dass eine Ausrichtung zu anatomischen Referenzpunkten oder -ebenen erfolgen muss. Am Unterkiefer wird mit einem paraokklusalen Registrierbehelf ein Unterkieferbogen mit vier Ultraschallsendern befestigt. Durch die von acht Mikrofonen im Kopfbogen aufgenommenen Ultraschallimpulse kann dabei die Unterkieferposition auch in der Bewegung dreidimensional äußerst präzise erfasst werden. Bevor die eigentlichen Bewegungsmessungen erfolgen können, wird durch eine am Oberkiefer ange-

Abb. 6: Der Inzisalpunkt der Bissgabel wird immer in der gleichen Relation zu den Artikulatorkondylen positioniert. – Abb. 7: Rekonstruktion der Okklusionsebene mit Digma Bissgabel und Okklusionsebenenanzeiger. – Abb. 8: Der Balkwill-Winkel beträgt bei allen Modellmontagen 18°. – Abb. 9: Aus den Pro- und Laterotrusionsbewegungen berechnete Bewegungsbahnen für den mechanischen und virtuellen Artikulator.

legte Bissgabel die relative Position der Oberkieferzahnreihe zum Kopfbogen ermittelt (Abb. 4). Hierdurch ist dann bei den nachfolgenden Bewegungs- und Positionsmessungen die relative Lage des Unterkiefers zum Oberkiefer dreidimensional erfassbar. Die Bewegungsmessungen können dabei unter Zahnkontakt oder durch entsprechende Registrierbehelfe als intraorale Stütstiftregistrierung ausgeführt werden. Welche Methode gewählt wird, entscheidet sich anhand der gewünschten diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen. Die erfassten Bewegungsdaten können auf einen Datenträger kopiert und zusammen mit der Bissgabel und einem eventuell notwendigen Zentrik-Registrierbehelf an das Labor übermittelt werden (Abb. 5).

Aufgrund der gespeicherten Bewegungsmessungen kann von dem System die Bewegung eines jeden beliebigen Punktes berechnet werden, wenn seine Lage gegenüber der Unterkiefer-Zahnreihe bekannt ist. Es ist daher möglich, aus diesen Bewegungen das jeweilige Rotationszentrum dieser Bewegung zu berechnen. Dies entspricht der funktionellen Scharnierachse, wie wir sie zum Beispiel auch bei der mechanischen individuellen Scharnierachsbestimmung aufgezeichnet haben. Für die funktionelle Übertragung der Bewegungsmuster auf einen Artikulator benutzen wird allerdings nicht dieses berechnete Rotationszentrum. Im Gegensatz zu einer anatomischen Gesichtsbogenübertragung werden die Modelle mithilfe der zu Beginn der Messung am Patienten benutzten Bissgabel und eines Montagegestandes in den Artikulator montiert. Da die Bissgabel am Patienten auf den Oberkiefer-Inzisalpunkt ausgerichtet wurde, wird dieser Referenzpunkt durch den nicht verstellbaren Montagegestand immer an die gleiche Position im Artikulator übertragen (Abb. 6). Hierdurch haben wir bei allen Patientenmodellen, die wir auf diese Weise in den Artikulator montieren, eine identische Lage der Okklusionsebene (repräsentiert durch die Bissgabel) (Abb. 7) und des Inzisalpunktes in Relation zu den Kondylenkugeln. Hierdurch ist für das Digma-Registriersystem die Lage der Kugeln für alle Patienten in gleicher Weise in Relation zur Zahnreihe bekannt



# JOVIDENT

Puderfreie Nitril-Untersuchungshandschuhe mit pflegender Aloe Vera.

## AloeVate Pflegt Ihre Hände während der Arbeit

### Schutz, Pflege, Wohlbefinden für Ihre Hände

Die schrittweise Lieferung von feuchtigkeitsspendender Aloe Vera schützt vor Austrocknung und Hautrissen.

Die AloeVate Einmaluntersuchungshandschuhe überzeugen durch optimale Taktilität.



Tel.: +49 (203) 60 70 70 · [info@jovident.de](mailto:info@jovident.de)  
[www.jovident.com](http://www.jovident.com) · [www.aloevate.de](http://www.aloevate.de)



**JETZT  
Testen!**  
Ideal für den  
Gebrauch in  
der Praxis

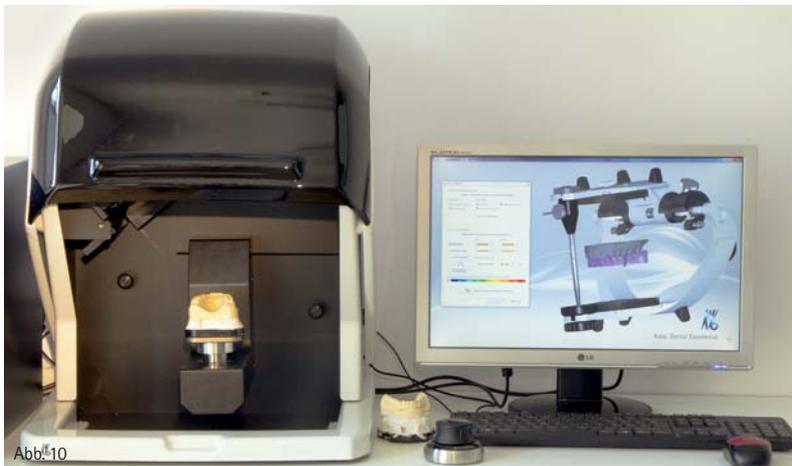


Abb. 10



Abb. 11



Abb. 12

Abb. 10: Vollautomatischer Modellscanner mit justierter Modellaufnahme über den PROTARRevo-Splitcast. – Abb. 11: Durch die justierte Modellaufnahme des ARCTICA Scanners werden die Modelle automatisch dem virtuellen Artikulator zugeordnet. – Abb. 12: Lagerichtige Zuordnung des OK-Modells im virtuellen Artikulator.

(Abb. 8). Es ist daher möglich, aus den aufgezeichneten Bewegungen die Bewegungsbahnen dieser Kondylarkugeln zu berechnen. Die anatomische Lage der Patienten-Kondylen ist dabei weder bekannt noch ist es notwendig, diese zu bestimmen. Auch die Lage des funktionellen Rotationszentrums (= individuelle Scharnierachse) ist daher in der Regel nicht identisch mit der Artikulatorachse. Durch dieses Übertragungsverfahren wird nicht nur die Modellmontage wesentlich vereinfacht, sondern es entfällt auch die Notwendigkeit einer anatomischen Erfassung der Gelenkposition mithilfe eines Gesichtsbogens und ihre Übertragung auf den Artikulator. Aus den aufgezeichneten Protrusions- und Laterotrusionsbewegungen lassen sich nun Einstellwerte für die Artikulatorgelenke berechnen (Abb. 9). Diese Einstellwerte stellen jedoch in keiner Weise die anatomischen Werte des Patienten dar.

### Neue Möglichkeiten der Bewegungsreproduktion durch digitale Verfahren

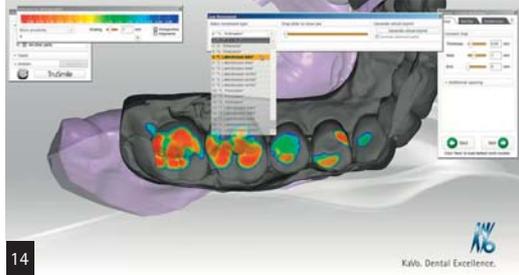
Durch diese Abkehr von der anatomische Nachbildung der Kiefergelenke und der Zuordnung der Zahnreihen zu diesen und eine rein funktionelle

Übertragung auf einen standardisierten Bewegungssimulator entfallen alle Ungenauigkeiten, die mit der Verwendung von anatomischen Mittelwerten auftreten können. Hierdurch wird die Erfassung und ihre Simulation im PROTAR-Artikulator alleine durch die Aufzeichnung von physiologischen Bewegungsmustern des Patienten ermöglicht. Allerdings bleibt immer noch die Beschränkung eines mechanischen Artikulators, dass die Führungsbahnen der Kondylenbahnneigung und der Bennett-Bewegung durch mittelwertige Kurvaturen ausgeprägt sind und daher nicht den anatomischen Gegebenheiten des Patienten entsprechen müssen.

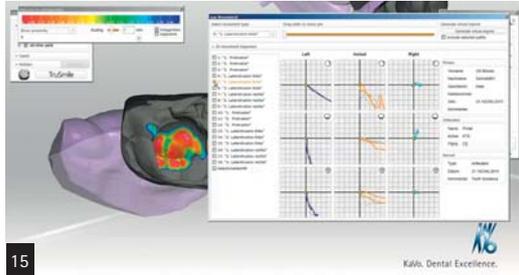
Möchten wir diese Einschränkung ausschalten, so können wir dies auch wieder auf elektronischem Wege durch die Anwendung eines virtuellen Artikulators erreichen. Dies setzt allerdings voraus, dass in den virtuellen Artikulator nicht die Einstellwerte einprogrammiert werden, wie wir sie für einen mechanischen Artikulator bestimmt haben. Eine exakte Bewegungssimulation der virtuellen Modelle kann nur erreicht werden, wenn die vom Digma System aufgezeichneten Bewegungsbahnen als kompletter Datensatz in den virtuellen Artikulator übertragen



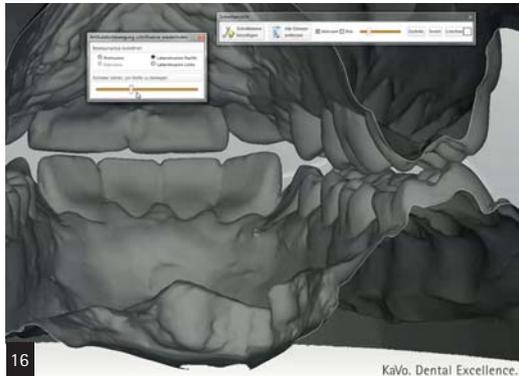
13



14



15



16

Abb. 13: Einstellen der vom ARCUSigma berechneten Einstellwerte in den virtuellen Artikulator. (Ausschnitt aus Video: [www.cmd-kurse.de/videos/VA-Werte.mp4](http://www.cmd-kurse.de/videos/VA-Werte.mp4)) – Abb. 14: Einlesen der individuellen Bewegungsdaten in den virtuellen Artikulator. (Ausschnitt aus Video: [www.cmd-kurse.de/videos/VA-individuell.mp4](http://www.cmd-kurse.de/videos/VA-individuell.mp4)) – Abb. 15: Auswahl der registrierten Bewegungsbahnen zur individuellen Bewegungssimulation im virtuellen Artikulator. (Ausschnitt aus Video: [www.cmd-kurse.de/videos/VA-individuell.mp4](http://www.cmd-kurse.de/videos/VA-individuell.mp4)) – Abb. 16: Laterotrusionsbewegung im virtuellen Artikulator als Schnittbild zur Analyse der Latero- und Mediotrusionskontakte. (Ausschnitt aus Video: [www.cmd-kurse.de/videos/VA-latero-Schnitt.mp4](http://www.cmd-kurse.de/videos/VA-latero-Schnitt.mp4))

werden. Zusätzlich muss auch hier sichergestellt sein, dass die Lage der Zahnreihen zu den virtuellen Artikulatorgelenken in gleicher Weise zugeordnet wird, wie dies im PROTAR-Artikulator geschehen ist. Dies setzt voraus, dass beim Scannen der Modelle eine präzise Zuordnung der Modellsituation in das Koordinatensystem des virtuellen Artikulators erfolgt.

Eine lagerichtige Übertragung des Modellscans in den virtuellen Artikulator der multiCAD-Software der Firma KaVo wird bei Verwendung des systemeigenen ARCTICA Scanners durch dessen spezifische Halterung gewährleistet (Abb. 10, Seite 79). Die im PROTAR-Artikulator standardisiert über die Bissgabel und den Montagestand montierten Modelle werden dort aus dem Split-Sockel entnommen und in die justierte Split-Aufnahme des ARCTICA Scanners eingesetzt (Abb. 11, Seite 79). Diese Modellaufnahme über das PROTAR Splitsystem gewährleistet eine identische Zuordnung der Modelle zu der Achse des virtuellen Artikulators und der Referenzebene, die durch die Bissgabel als Okklusionsebene am Patienten erfasst wurde (Abb. 12, Seite 79).

### Elektronische Bewegungsaufzeichnung und virtueller Artikulator verbessern die Präzision

Mithilfe dieses digitalen Workflows von der Erfassung der Patientenbewegungen bis zur Integration dieser Daten in einen virtuellen Artikulator (Abb. 13) (wenn auch mit dem mechanischen Zwischenschritt der Modellmontage im PROTAR-Artikulator) ist es möglich, alle Limitationen, die ein mechanischer Bewegungssimulator aufweist, zu überwinden. Es ist daher sowohl zu diagnostischen als auch therapeutischen Zwecken eine weitestgehend identische virtuelle Bewegungssimulation durchführbar (Abb. 14

bis 16). Wir kommen also der eingangs gestellten Forderung, so präzise wie technisch möglich die okklusalen Führungsflächen zu rekonstruieren, mit diesem Verfahren wieder einen Schritt näher. Auch wenn der Einfluss der Okklusion auf die Funktionsfähigkeit des stomatognathen Systems, die Statik und Dynamik der Wirbelsäule bis hin zur ungestörten Funktion der Hüftgelenke und der unteren Extremitäten durchaus noch nicht in allen Zusammenhängen geklärt ist, so können wir doch davon ausgehen, hierdurch eine geringstmögliche potenzielle Störquelle in diesem komplexen Zusammenspiel verschiedenster Steuerungsmechanismen durch unsere prothetischen Maßnahmen geschaffen zu haben. Der Gedanke, eine ganzheitliche, das heißt auf den gesamten Körper des Patienten bezogene Zahnmedizin zu praktizieren, wird uns durch diese elektronischen Verfahren erleichtert.

## kontakt.

### Dr. Ulrich Wegmann

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik,  
Propädeutik und  
Werkstoffwissenschaften  
Universitätsklinikum Bonn  
Welschnonnenstr. 17  
53111 Bonn  
Tel.: 0228 287-22419  
info@cmd-kurse.de  
www.cmd-kurse.de

### PT Dorothee Wegmann

Physiомомente  
Pferdeweg 4  
53424 Remagen

### ZTM Herbert Thiel

Dental-Labor Herbert Thiel GmbH  
Haslacher Str. 18  
88279 Amtzell



Dr. Ulrich Wegmann  
Infos zum Autor



PT Dorothee Wegmann  
Infos zur Autorin



ZTM Herbert Thiel  
Infos zum Autor



Literaturliste

# BEAUTIFIL-Bulk

Ein Bulk – zwei Viskositäten



Restorative



Flowable



Official Partner



Minimally Invasive  
Cosmetic Dentistry

- Zwei Viskositätsstufen – stopfbar und fließfähig
- Niedrige Polymerisationsschrumpfung und Schrumpfungsspannung
- Für Inkrementstärken bis 4 mm



[www.shofu.de](http://www.shofu.de)