# Artikulatorprogrammierung mit dem Vector-Analyzer

Rainer Schöttl, D.D.S.

Die Durchsichtschablone ermöglicht eine optimale Anordnung der Modelle im Artikulator, bei der durch einfache Bestimmung des okklusalen Auftreffwinkels eine individuelle Montage gewährleistet ist.

Unter Gnathologen wird es oft als gegeben gesehen, dass der Mensch seinen Unterkiefer in der Vertikalen um eine sogenannte terminale Scharnierachse bewegt. Man sieht dies jeden Tag in Artikulatoren und hat sich an diese Vorstellung gewöhnt. Diese Prämisse lässt sich zurückverfolgen bis in die 1930er-Jahre, als sie in einer 25-köpfigen Studiengruppe im Süden von Kalifornien auftauchte, die sich den Namen „Gnathologic Society" gab.[1] Man ging davon aus, dass jedes Gelenk eine Bewegungsachse habe, ob Fingergelenk oder Hühnerbein,[2] also müsste eine solche auch dem menschlichen Kiefergelenk zuzuordnen sein. Man war sich im Klaren darüber, dass dieses sich aus jeweils zwei Gelenkräumen zusammensetzt: einem Gleit- und einem Rotationsgelenk. Jedoch ordnete man diese Bewegungskomponenten einfach verschiedenen Kieferbewegungen zu, die Rotation den vertikalen und die Translation den horizontalen Bewegungen. In der Tat ist es möglich, bei vielen Patienten die Kieferbewegung in der Form zu manipulieren, dass bei vertikalen Bewegungen eine Bewegung im oberen Gelenkspalt unterbleibt, also keine Translation erfolgt und somit eine Scharnierachse bestimmbar wird.

Hierzu betrachtet man aber nicht die dem Patienten eigenen Bewegungen, sondern man muss das, was es zu messen gilt, durch die erforderliche Manipulation verfälschen. Lauritzen selbst wies in seinem Buch bereits im Vorwort darauf hin, dass solche Bewegungen nur darstellbar sind, wenn sie vom Zahnarzt manipuliert oder vom Patienten zuvor eingeübt werden.[3] In der Praxis bedeutet das aber nichts anderes, als dass man solche Scharnierachsenbewegungen spontan nicht antrifft, weil sie den habituellen Bewegungen des Patienten nicht entsprechen. Posselt hat schon früh in seinem Buch[4] dargelegt, dass bei der Öffnung des Mundes die Translation der Kondylen gemeinsam mit der Rotation einsetzt. Dies ist auch plausibel, denn es ist nicht zu erkennen, was den oberen Gelenkspalt fixieren soll, wenn die hyoidale Muskelkette zur Mundöffnung aktiviert wird, zumindest, solange der Patient sich in einer aufrechten, neutralen Körperhaltung befindet. Die Kiefergelenke nehmen einfach die Bahn des geringsten Widerstandes und bewegen sich in einer dem Patienten eigenen Mischung aus Translation und Rotation.

Posselt führte weiterhin aus, dass beim Schließen des Kiefers die Bewegung propriozeptiv durch das Ziel der Interkuspidation gesteuert wird, statt irgendwelchen Achsen zu folgen.

Schließlich landen wir in der Regel beim Zubeißen eben nicht auf Störkontakten, sondern verstehen es, diese zu vermeiden, egal, wie irgendwelche Achsen dazu stehen. Je nachdem, aus welcher Kieferposition die Schließbewegung erfolgt, ist eine bestimmte Kombination aus Translation und Rotation notwendig, um die interkuspidale Position zu erreichen. Dabei bedarf es nicht unbedingt einer Axio-

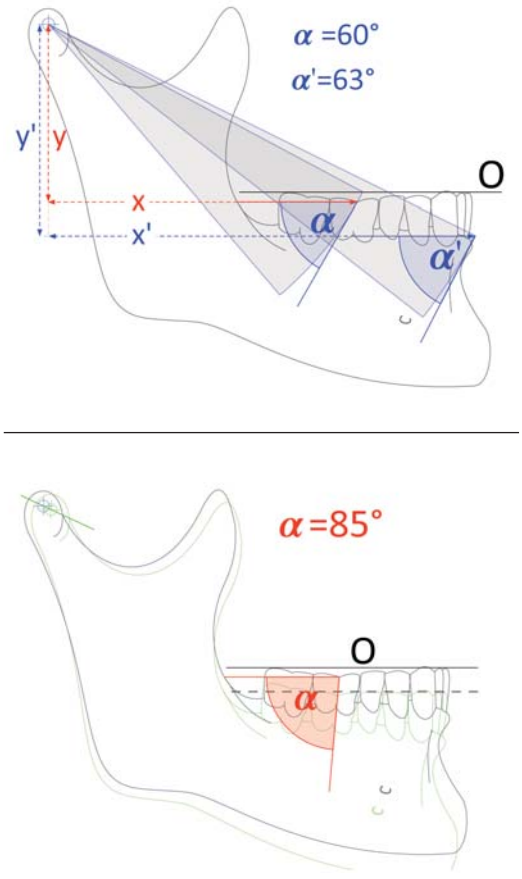



Abb. 1: Der okklusale Auftreffwinkel α zur Okklusalebene O ist bei einer Rotation um die terminale Scharnierachse trigonometrisch berechenbar und ergibt sich aus den horizontalen (x) und vertikalen (y) Abständen des Messpunktes vom Achsenpunkt. Dabei spielt der Messpunkt eine untergeordnete Rolle, solange sich das Verhältnis von x:y nicht allzu sehr verändert. – Abb. 2: Tritt bei der Öffnung auch eine Translation auf, so muss diese beim Schließen wieder zurücklaufen, wenn der originale Ausgangspunkt erreicht werden soll. Der okklusale Auftreffwinkel α wird dadurch stumpfer und unterscheidet sich deutlich von dem, wie er aus einer reinen Rotationsbewegung resultiert. Der Umriss entstand aus der Durchzeichnung eines männlichen Unterkiefers.

grafie, um der Frage nachzugehen, wie nun der Mensch seinen Kiefer öffnet oder schließt. Selbst in einiger Entfernung von den Kiefergelenken, in der Region der Schneidezähne, wo die Kieferbewegung am größten ist (und sich daher am genauesten messen lässt), kann man unterscheiden, ob Translationskomponenten an der Bewegung beteiligt sind oder nicht. Hierfür muss lediglich der Pfad der retralen Grenzbewegung bekannt sein, welcher der isolierten Rotation der Kiefergelenke entspricht. Jede Kieferposition davor geht zwangsweise mit einer gewissen Translationsstellung der Kiefergelenke einher.

Stehen keine Vorkontakte im Weg, trifft die Schließbewegung normalerweise in einer glatten, leicht bogenförmigen Bewegung unmittelbar in die interkuspidale Position.

Ein Knick, bei dem diese Bahn ab 19 mm (Lauritzen) in die einer reinen Rotation umschwenkt, ist so gut wie nie erkennbar. Lediglich Störkonturen, nicht selten durch steil stehende Schneidezähne, führen dazu, dass eine glatte Schließbahn modifiziert wird, um solche „Klippen" beim Schließen des Kiefers zu „umfahren".

Manipulationen verändern diese habituelle Bewegung signifikant. Wird der Unterkiefer des Patienten von einer zweiten Person manuell zurückgedrängt oder auch mittels der körpereigenen Muskulatur zurückgezogen, indem z. B. die Zunge zurückgerollt wird, so wird der Unterkiefer aus seiner habituellen Ruheschwebe dementsprechend deplatziert. Eine Schließbewegung mit dem Ziel der Interkuspidation muss nun in einem anderen Winkel zur Okklusalebene erfolgen, als eine, die eine neutrale Ruheschwebe als Ausgangspunkt hat. Oder sie mündet in retrusiven Vorkontakten in einer Position außerhalb der habituellen Bisslage. Der Winkel, in dem die Zähne einander bei einer Schließbewegung um die terminale Scharnierachse treffen, ergibt sich aus der Geometrie des Unterkiefers und lässt sich trigonometrisch mit Bezug zur Okklusalebene berechnen, wenn die Scharnierachsenpunkte bekannt sind. Der genaue Punkt, für den dieser Winkel berechnet wird, spielt dabei eine untergeordnete Bedeutung, solange sich das Verhältnis zwischen der horizontalen (x) und vertikalen Dimension (y) nicht nennenswert ändert. Entsprechende Berechnungen des Autors führten hier mit recht guter Reproduzierbarkeit zu Werten um 60° (± 3°). Je mehr bei der habituellen Bewegung in der Vertikalen jedoch auch eine Translation der Kiefergelenke ins Spiel kommt, desto stumpfer wird dieser Winkel. Potenziell problematische Artefakte werden im Artikulator generiert, wenn dort in einem anderen Winkel abgesenkt wird, als der, mit dem bei der Bissnahme in vivo gehoben wurde. Möchte man mit seinem Artikulator Bewegungen darstellen, die den habituellen Bewegungen des Patienten möglichst nahe kommen, so macht es wenig Sinn, dort reine Rotationsbewegungen zu reproduzieren, die in der Regel durch Manipulation verfälscht werden müssen, um überhaupt darstellbar zu werden. Wurde z. B. der Biss in einer gehobenen Kieferstellung innerhalb des habituellen Bewegungsraumes registriert, im Artikulator aber um die terminale Scharnierachse abgesenkt, so würde eine Fehlstellung der Zahnreihen zustande kommen, denn die Rückkehr aus der Translation würde fehlen. Translatieren die Kiefergelenke bei der für die Registrierung nötige Bisshebung um den Vektor x nach ante-


ANZEIGE

***Wertstück oder Werkstück, Geldfluss oder Forderungsausfall – noch ein Auftrag, eine Steuerzahlung und ein ausgefallenes Gerät. Und dann? Sie rackern und ackern, aber für was?***

Jedes Projekt senkt die Kapitaldecke und bis sich Ihre Leistung auf dem Konto niederschlägt, können Wochen oder Monate vergehen. Und das nur, weil Ihre Arbeit nicht gleich zu Geld wird. – Das können Sie ändern.

**Liquidität ist machbar, keine Frage. Schnell, einfach, direkt.** Sprechen Sie mit uns.

Sie werden begeistert sein, denn LVG Factoring bringt Liquidität und Sicherheit – und macht Ihren Kopf frei für Familie, Arbeit und Freizeit.

**LVG Laborfinanzierung: Unsere Leistung – Ihr Vorteil**

- Finanzierung der laufenden Forderungen und Außenstände
- kontinuierliche Liquidität
- Sicherheit bei Forderungsausfällen
- Stärkung des Vertrauensverhältnisses Zahnarzt und Labor
- Abbau von Bankverbindlichkeiten
- Schaffung finanzieller Freiräume

*Lernen Sie uns und unsere Leistungen einfach kennen. Jetzt ganz praktisch mit den LVG Factoring-Test-Wochen.*

LVG
Der Finanzierungsexperte rund um die Zahngesundheit

***Wir machen Ihren Kopf frei.***

Labor-Verrechnungs-Gesellschaft mbH
Hauptstr. 20
70563 Stuttgart
✆ 0711/666 710
Fax 0711/617762
info@lvg.de · www.lvg.de

**Antwort-Coupon**

Bitte senden Sie mir Informationen zu
☐ Leistungen ☐ Factoring-Test-Wochen
an folgende Adresse:

*Name*

*Firma*

*Straße*

*Ort*

*Telefon* ZWL

*Jetzt hier abtrennen, gleich ausfüllen und faxen an 0711/617762*

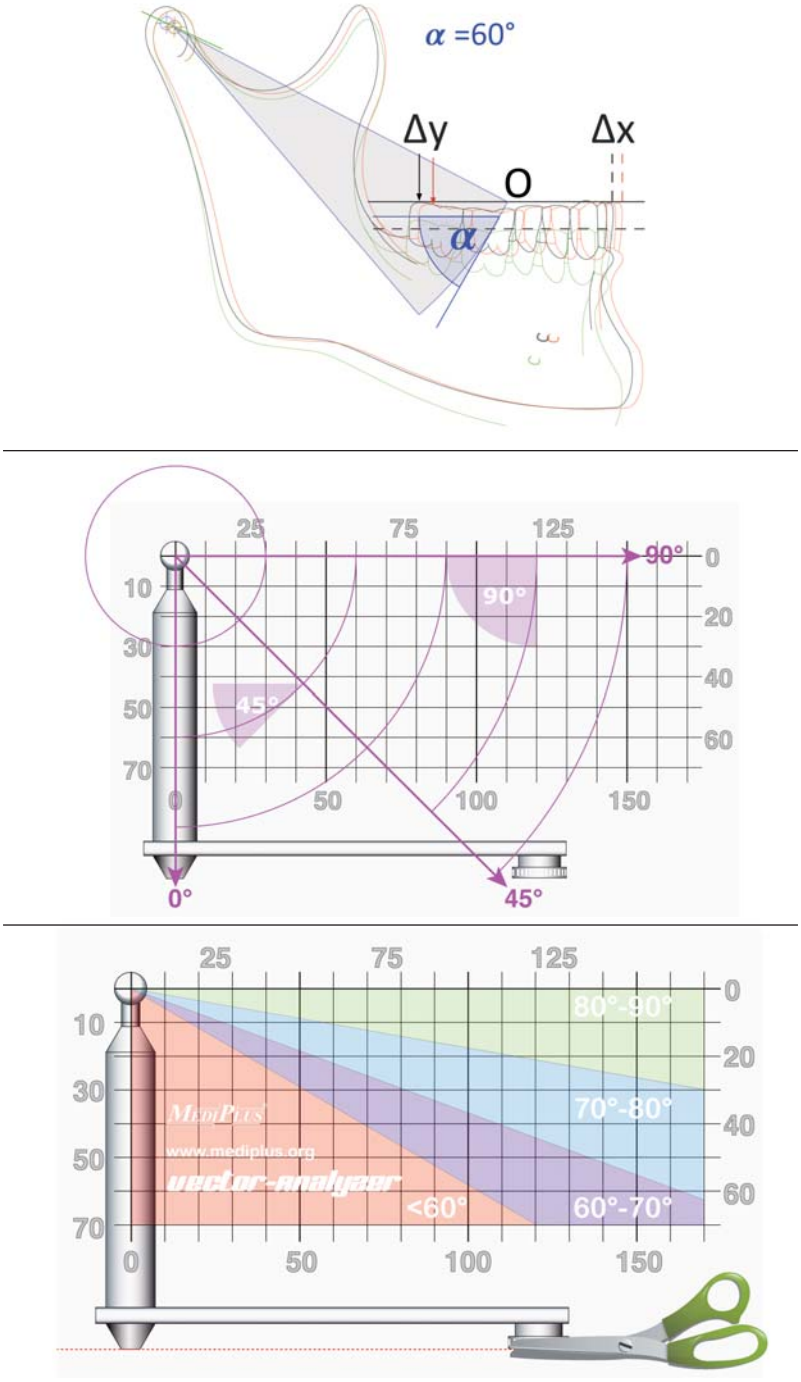



Abb. 3: Artefakt beim Absenken im Artikulator: Schwarzer Umriss = Ausgangslage. Grüner Umriss: Habituell geöffnet (siehe Abb. 2). Roter Umriss: In der Translationsstellung wurde um die Scharnierachse abgesenkt. Der Zahnbogen kommt zu weit nach anterior (Δx) und erreicht posterior nicht mehr die Ausgangshöhe (Δy). Der Fehler Δy ist umso größer, je steiler die horizontale Kondylbahnneigung. – Abb. 4: Wenn die Kauebene horizontal steht, ist der okklusale Auftreffwinkel im Artikulator recht einfach zu verstehen, denn Vertikalbewegungen sind hier kreisförmig um die Artikulatorachse. – Abb. 5: Der Vector-Analyzer wird am Unterrand entlang einer der roten Hilfslinien so zugeschnitten, dass sein Koordinatensystem mit der Artikulatorachse fluchtet, wenn man ihn davor auf den Tisch stellt.

rior und y nach kaudal, beim Absenken im Artikulator erfolgt dann aber eine Rotation in der translatierten Stellung, so steht zu erwarten, dass dabei Arbeiten herauskommen, die sich bei der Eingliederung als posterior zu hoch erweisen und dort eingeschliffen werden müssen.

In der ersten Konsequenz ist es daher ratsam, allzu freizügige vertikale Veränderungen im Artikulator nach Möglichkeit prinzipiell zu vermeiden. Muss dennoch im Artikulator abgesenkt werden, so sollte die Absenkbahn im Bereich der Zähne möglichst mit der identisch sein, entlang der in vivo gehoben wurde. Geschah dies unter Manipulation in der Retrallage des Unterkiefers, wie von den Altmeistern der Gnathologie gefordert, also um die gleiche Scharnierachse, um die im Artikulator dann wieder abgesenkt wird, so entstehen keine nennenswerten Artefakte im Artikulator.

Jedoch ist es heute üblich, andere Methoden bei der Bissnahme einzusetzen, welche eine Translation in den Kiefergelenken nicht unterbinden und das Vermischen von Konzepten, also das Anheben in vivo mit, aber das Absenken im Artikulator ohne Translation, führt zu Artefakten, die zwar in Bezug auf die Richtung des Fehlers, nicht aber nach dessen Größenordnung abschätzbar sind. Beim Heben im habituellen Bewegungsmuster und Absenken um die Scharnierachse wird die untere Zahnreihe im Artikulator zu weit anterior positioniert und es verbleibt zu viel Abstand zwischen den posterioren Zähnen. Beim Anheben um die Scharnierachse und Absenken im habituellen Bewegungsmuster gerät der Unterkiefer zu weit nach posterior bei gleichzeitiger posterioren Infraokklusion.

Während der zweite Fehler selten vom Patienten gut vertragen wird, wirkt sich der erste gerade bei CMD-Patienten gelegentlich positiv aus, weil z. B. ein Aufbissbehelf dabei versehentlich protrusiv und distraktiv eingestellt wird. Man ist dann versucht, die positiven klinischen Effekte der eingesetzten Registriermethode oder einem bestimmten Gerät zuzuschreiben, obwohl sie versehentlich aus einem Artikulator-Artefakt resultieren.

Will man nun den Artikulator so programmieren, dass er bei vertikalen Veränderungen möglichst nahe am habituellen Bewegungsmuster bleibt, so ist die Referenz zur Scharnierachse nicht praktikabel, weil man zum einen den genauen Betrag der Translation bei der habituellen Bewegung nicht kennt, und zum anderen mit keinem der gängigen Geräte vertikale Bewegungen mit Translationen koppeln kann. Jedoch wird dieses Unterfangen einfach, wenn man nur das Augenmerk vom problematischen Konzept der terminalen Scharnierachse abwendet und sich stattdessen direkt mit den Winkeln beschäftigt, wie sie zwischen den Zahnreihen bei diversen

Zirkonzahn®

*Human Zirconium Technology*

*Frontzahnästhetik aus Prettau® Anterior bemalt mit ICE Zirkon Malfarben 3D by Enrico Steger*

## NEUES ZIRKON

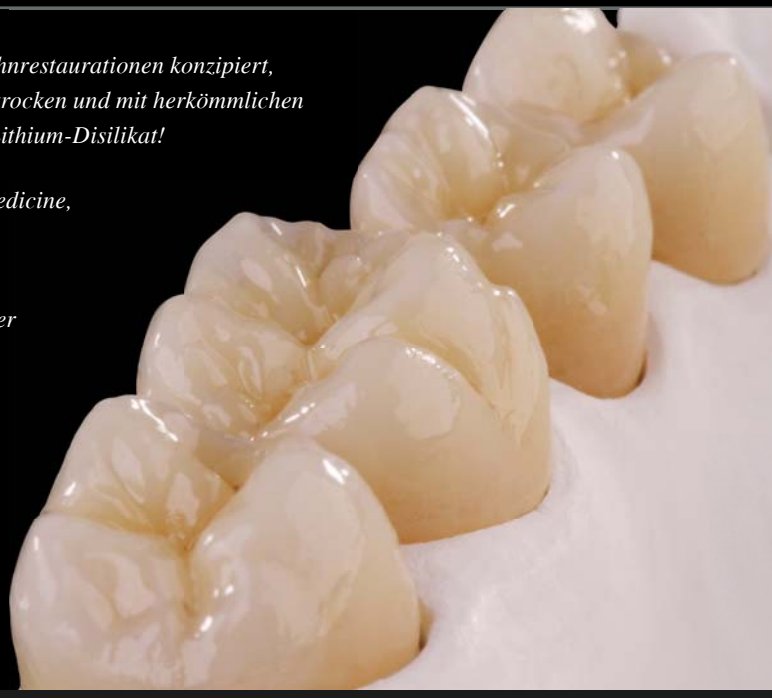
BIEGEFESTIGKEIT 670 MPA

(SCHOOL OF DENTAL MEDICINE, UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA)

# PRETTAU® ANTERIOR

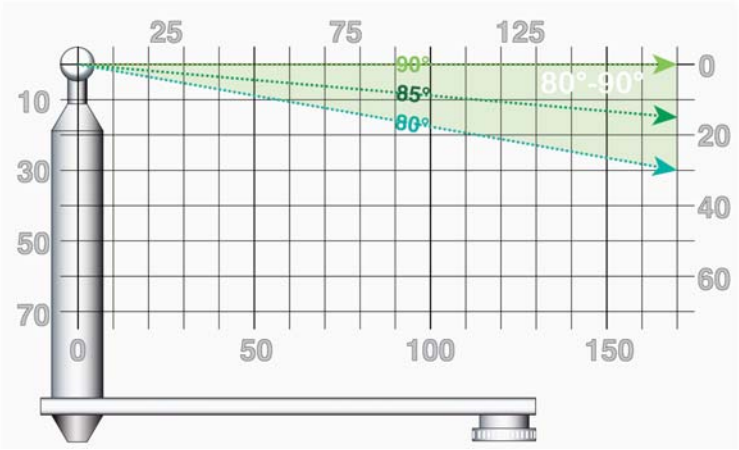
***Transparent und biegefest!*** *Das neue Zirkonmaterial ist speziell für Frontzahnrestaurationen konzipiert, jedoch auch für Seitenzähne besonders gut geeignet. Prettau® Anterior kann trocken und mit herkömmlichen Zirkonfräsern bearbeitet werden und bildet somit eine ideale Alternative zu Lithium-Disilikat!*

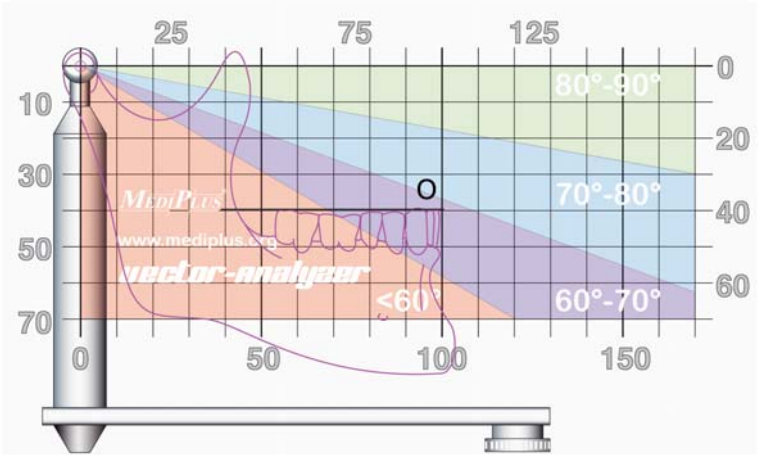
- *doppelt so biegefest wie Lithium-Disilikat: 670 MPa (School of Dental Medicine, University of Pennsylvania)*
- *hervorragende ästhetische Eigenschaften*
- *erhöhte Transparenz für perfekte Lichttransmission bei gleichzeitiger guter Maskierung des Untergrundes*
- *besonders alterungsbeständig*
- *für vollanatomische oder reduzierte Strukturen zum Verblenden mit Keramik*
- *kürzere Sinterdauer aufgrund einer Sinterendtemperatur von 1450 °C*
- *in verschiedenen Blockgrössen erhältlich*
- *Indikationen: metallfreie Teil- und Einzelkronen, Inlays, Onlays, Veneers, max. dreigliedrige Brücken*



***ZIRKONZAHN Worldwide*** *– Südtirol – T +39 0474 066 680 – info@zirkonzahn.com – www.zirkonzahn.com*

***ZIRKONZAHN Deutschland*** *– 73491 Neuler – T +49 7961 933990 – info@zirkonzahn.de – www.zirkonzahn.com*



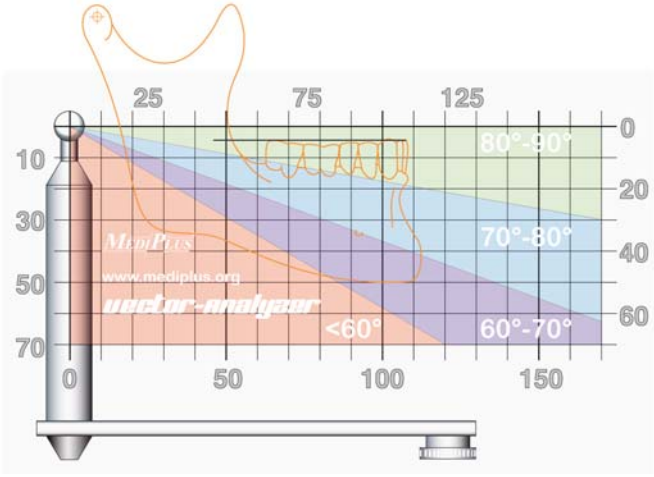




Abb. 6: Im „grüne Bereich" treten okklusale Auftreffwinkel zwischen 80° und 90° auf. – Abb. 7: Die Orientierung des Unterkiefers mit den Kondylpolen fluchtend zur Artikulatorachse resultiert in einem okklusalen Auftreffwinkel von etwa 60°. – Abb. 8: Will man den Artikulator dazu bringen, kombinierte Rotations- und Translationsbewegungen zu simulieren und dabei Auftreffwinkel von 80° oder mehr zu generieren, so muss man die Zahnreihen höher und in einem größeren Abstand zur Artikulatorachse anordnen.

Bewegungen auftreten. Hierfür sind zwei Voraussetzungen erforderlich:

1. Es muss im Artikulator wie am Patienten mit der gleichen Bezugsebene gearbeitet werden und die Vektoren der habituellen Bewegung zwischen den Zahnreihen müssen hier wie dort zu den gleichen Bezugspunkten ermittelbar sein. Hier bietet sich der Bezug zur Okklusalebene an, die im Mund wie am Modell gleichermaßen nachvollziehbar ist. Wird hingegen mit einer Bezugsebene gearbeitet, die zur Okklusalebene in einem Winkel steht und deren Referenzpunkte im Artikulator nicht nachvollziehbar sind, so wird die Arbeit mit dem okklusalen Auftreffwinkel kompliziert, wenn nicht gar unmöglich.

2. Der okklusale Auftreffwinkel, wie er habituell in vivo auftritt, muss bekannt sein. Studien an der Kyoshu University in Fukuoka, Japan, haben ergeben, dass dieser Winkel bei habituellen vertikalen Bewegungen des Menschen nahezu konstant bei 86,4° zur Okklusalebene liegt,[5] wobei diese Konstanz nur gegenüber der Okklusalebene, nicht aber zu anderen Referenzpunkten am Schädel beobachtet wurde. In anderen Worten bewegte sich dieser Auftreffwinkel zwischen den Probanden innerhalb enger Grenzen, aber nur mit Respekt zur Okklusalebene, egal, wie diese zur FH oder anderen Bezügen geneigt war. Mag man solchen Studien kein Vertrauen schenken, so kann man diesen Winkel auch individuell ausmessen. Hierbei muss dann aber zur gleichen Referenzebene gemessen werden, d. h. das Messgerät muss parallel zur Okklusalebene justiert werden. Ob dabei im Bereich des ersten Molaren gemessen wird oder paraokklusal unter den vorderen Schneidezähnen, ist zweitrangig, denn der letztere Messpunkt liegt nicht nur weiter anterior, sondern auch weiter kaudal, sodass ein ähnliches Verhältnis der x/y-Vektoren vom Pol der Kondyle aus entsteht (Abb. 1).

## Der Vector-Analyzer

Die Steuerung des okklusalen Auftreffwinkels im Artikulator erfolgt über die Anordnung der Modelle zur Artikulatorachse. Je tiefer und näher zur Achse diese stehen, desto spitzer der Auftreffwinkel, bis hin zu Situationen, wo man das untere Modell beim Absenken mehr nach vorne bewegt, als nach oben. Je höher und weiter entfernt die Modelle hingegen mit Respekt zur Artikulatorachse angeordnet werden, desto stumpfer wird der okklusale Auftreffwinkel. Würde man die Okklusalebene über der Artikulatorachse anordnen, so würde dieser Winkel überstumpf und man würde das untere Modell beim Absenken gleichzeitig nach retral bewegen. Jedoch ist die Dimensionierung im Artikulatoroberteil in den meisten handelsüblichen Artikulatoren unzureichend, als dass man sich mit diesem Problem oft auseinandersetzen müsste.

Abb. 9: Mit dem HIP-Mount kann das obere Modell vertikal und sagittal gezielt im Artikulator angeordnet werden. Gezeigt ist hier ein Prototyp eines neuen Artikulators, dessen Dimensionierung hier wesentlich freizügiger ist.

Der Vector-Analyzer ist eine Durchsichtschablone, mit der sich die Modellposition im Artikulator ermitteln lässt, bei der bei vertikalen Veränderungen mit dem gewünschten Winkel gearbeitet wird. Um das Layout besser zu verstehen, werden zuerst einige der zugrunde liegenden Gedanken erläutert: Würde man die Okklusalebene der Modelle direkt auf der Höhe der Artikulatorachse anordnen, so würde im Artikulator ein Auftreffwinkel von 90° erzeugt, unabhängig von der sagittalen Entfernung der Zahnreihen von der Achse. Würde hingegen das Kauzentrum direkt unter der Artikulatorachse angeordnet, so würde die Zahnreihe bei vertikalen Änderungen im Artikulator sagittal bewegt und der Auftreffwinkel wäre 0°. Eine Modellanordnung mit dem Kauzentrum entlang der Winkelhalbierenden zwischen dem horizontalen und vertikalen Schenkel würde einen okklusalen Auftreffwinkel von 45° generieren, bei dem das untere Modell beim Absenken relativ zum oberen ebenso weit nach vorne kommt wie nach oben. Diese einfache Übersicht bei der Artikulatorgeometrie erreicht man nur, wenn man die Kauebene im Artikulator horizontal stellt. Zunächst muss der Vector-Analyzer der Bauhöhe des Artikulators angepasst werden, indem man ihn an seiner Unterkante so zuschneidet, dass der Schnittpunkt der x- und y-Achsen genau über der Achse des Artikulators steht, wenn man den Vector-Analyzer davor auf den Tisch stellt.

Die Oberkante des grünen Sektors auf dem Vector-Analyzer entspricht einem okklusalen Auftreffwinkel von 90°, die Unterkante einem von 80°. Die Winkelhalbierende dazwischen entspricht einem Winkel von 85°, welcher oft als Mittelwert angestrebt wird. Die Anordnung der Zahnreihen mit Bezug zur terminalen Scharnierachse dürfte in den meisten Fällen wie beschrieben in einem okklusalen Auftreffwinkel von etwa 60° resultieren. Dieser kann stumpfer gestellt werden, indem man das zu übertragende Modell höher im Artikulator anordnet, in Grenzen auch, indem man dessen sagittalen Abstand von der Artikulatorachse vergrößert.

Viele gängige Artikulatoren stellen kaum Platz über der Artikulatorachse für die Modellmontage zur Verfügung und limitieren daher die Möglichkeiten zur Steuerung des okklusalen Auftreffwinkels. Jedoch erkennt man bei dieser Vorgehensweise bereits bei der Modellmontage, ob die Simulation von habituellen vertikalen Bewegungen im Artikulator überhaupt möglich ist und verlässt sich nicht auf Zufälle. Je weniger sich solche habituellen Bewegungswinkel im Artikulator approximieren lassen, desto weniger sollte die Vertikale im Artikulator verändert werden, sondern bereits bei der Bissnahme korrekt eingestellt werden.

## Der HIP-Mount

Von der Theorie her mag es verständlich sein, was passiert, wenn man die Modelle an der einen oder anderen Stelle im Artikulator anordnet, aber wie soll man das in der Praxis kontrolliert bewerkstelligen? Der HIP-Mount ist ein Positionierungsgerät, das für die Modelleinstellung im Artikulator konzipiert wurde. Durch unterschiedliche Aufnahmen lässt er sich in vielen handelsüblichen Artikulatoren mittig und midsagittal fluchtend anbringen und bietet prinzipiell drei Möglichkeiten für die Modellübertragung:

1. Das obere Modell kann einfach mit seiner Zahnreihe so auf die Übertragungsplatte gelegt werden, dass die Gaumennaht mittig ausgerichtet ist. Die bestehende Okklusalebene bildet nun die Referenzebene.
2. Das obere Modell wird mit einem Montageregistrat so auf die Übertragungsplatte gelegt, dass die Gaumennaht mittig ausgerichtet ist. Mit diesem Registrat können dann Abweichungen in der Kauebene, wie sie z. B. durch elongierte Zähne entstehen, ausgeglichen werden.
3. Das obere Modell wird zur Montage auf den HIP-Montageaufsatz gelegt. Hierdurch wird die HIP-Ebene nach Cooperman[6] zur Referenzebene.

Diese Abläufe sind vom Autor vielfach an anderer Stelle beschrieben, wie z. B. unter www.hipmount.de. Auch ist ein DVD-Kompaktkurs dazu erhältlich und der Autor veranstaltet regelmäßig Fortbildungen dazu.

**Rainer Schöttl**
Infos zum Autor

**Literaturliste**

## kontakt.

**Rainer Schöttl, D.D.S. (USA)**
Schuhstr. 35
91052 Erlangen
Tel.: 09131 23099
Fax: 09131 22390
praxis@schoettls.de
www.praxis.schoettls.de