

Die Programmierung von Vertikalbewegungen im Artikulator

Rainer Schöttl, D.D.S.(USA)

Präsident des International College of Cranio-Mandibular Othopedics
(www.iccmo.org)

Leiter des Institut für Temporo-Mandibuläre Regulation
(www.itmr-online.de)

**Schuhstr. 35
91052 Erlangen**

Artikulatorprogrammierung ist unter Gnathologen ein gängiger Begriff. Man versteht darunter zumeist die Einstellung von Winkeln oder auch Spielräumen in der posterioren Artikulatorführung, wie die horizontale Kondylbahnneigung (HCN), den Bennettwinkel, die immediate sideshift, oder die Retrusion, bzw. ihrer Surtrusion. Oft werden diese Werte individuell am Patienten ermittelt, indem der Behandler den Unterkiefer des Patienten entlang seiner Bewegungsgrenzen manipuliert.

Jedoch betrifft diese Art der Artikulatorprogrammierung lediglich die Horizontalbewegungen, indem z.B. eingestellt wird, wie viel interokklusale Distanz im Artikulator zwischen den posterioren Zähnen entsteht, wenn man dort Translationsbewegungen durchführt, oder wie breit der im Artikulator abtastbare okklusale Kompass bei Seitbewegungen ist. Im Gegensatz dazu finden sich im Artikulator keinerlei Einstellmöglichkeiten zur Beeinflussung der vertikalen Bewegung und selbst wenn es solche gäbe, wäre es zunächst kaum vorstellbar, nach welchen Gesichtspunkten man diese Einstellungen dann vornehmen sollte. Im Grunde scheint die Reproduktion der Vertikalbewegungen im Artikulator ein Thema, um das sich kaum jemand Gedanken macht. Dabei ist es offensichtlich, dass ein „falsches“ Absenken im Artikulator in anderen Okklusalkontakten münden würde, als im Mund. Die Tatsache, dass man hier nicht nach Fehlermöglichkeiten sucht, zeigt einmal mehr, wie verzeihend - oder, besser ausgedrückt, wie kompensationsfähig - das menschliche Kau-system funktioniert. Schließlich ist es kaum vorstellbar, dass Fehler überall auftreten können, nur nicht, wenn es um vertikale Bewegungen im Artikulator geht!

Hintergrund

Diese vermeintliche Sicherheit beruht auf den Thesen von Beverley McCollum, der Leitfigur einer ursprünglich recht kleinen Studiengruppe im Süden von Kalifornien, die in den 20-er Jahren gegründet worden war und sich den Namen „Gnathologic Society“ gegeben hatte[1]. 1955 veröffentlichte er zusammen mit seinem Freund und Kollegen, Charles Stuart, das Buch „Gnathology - A Research Report“[2], in dem diese Thesen ausführlich erklärt wurden. Eine zentrale Bedeutung kommt dabei der Überzeugung zu, dass jedem Synovialgelenk eine Bewegungsachse zugeordnet werden könne, in Armen, Beinen, bei Fingergelenken, ja selbst bei Hühnerbeinen hatte man solche Achsen mittels entsprechender Messeinrichtungen darstellen können. Also musste es eine solche auch bei den menschlichen Kiefergelenken geben!

Dieses Gedankengebäude, das, wenn man seine Prämissen erst einmal akzeptiert hatte, wunderbar schlüssig aufgebaut war, kam in eine Zeit der großen Unsicherheit. Bonwill's Artikulatoren hatten sich als unzulänglich erwiesen, denn Christensen hatte dargestellt, dass der Mensch seinen Unterkiefer keineswegs wie eine Schublade nach vorne schiebt, sondern dass sich dieser dabei auch um seine Querachse bewegt, so dass die Zahnreihen bei einer Vorschubstellung posterior auseinander klaffen. Ihm zu Ehren hatte Gysi diesen Vorgang später als „Christensen-Phänomen“ bezeichnet. Bennett hatte die Kollegenschaft mit seinen Ausführungen vor der Royal Academy of Medicine überrascht, nach denen das Zentrum für eine Bewegung des Unterkiefers zwischen der interkuspidalen Position und der Ruhe-Schwebe im Bereich des Mastoids läge[3].

Allgemein hatte man an der Vorgehensweise von Bonwill festgehalten und artikulierte zuerst das Modell des Unterkiefers mit der Okklusalebene als Referenz ein, jedoch war

man sich gerade bei der Reproduktion von vertikalen Veränderungen im Artikulator sehr unsicher. Gysi hatte versucht, all dem bei der Entwicklung seines Gysi Simplex Artikulators Rechnung zu tragen, indem er einerseits die Möglichkeit schuf, das untere Modell am Bonwill'schen Dreieck auszurichten, andererseits des Artikulator aber posterior und kaudal zur Position der menschlichen Kondylen steuerte, um dem von Bennett geschilderten Bewegungszentrum nahe zu kommen[4].

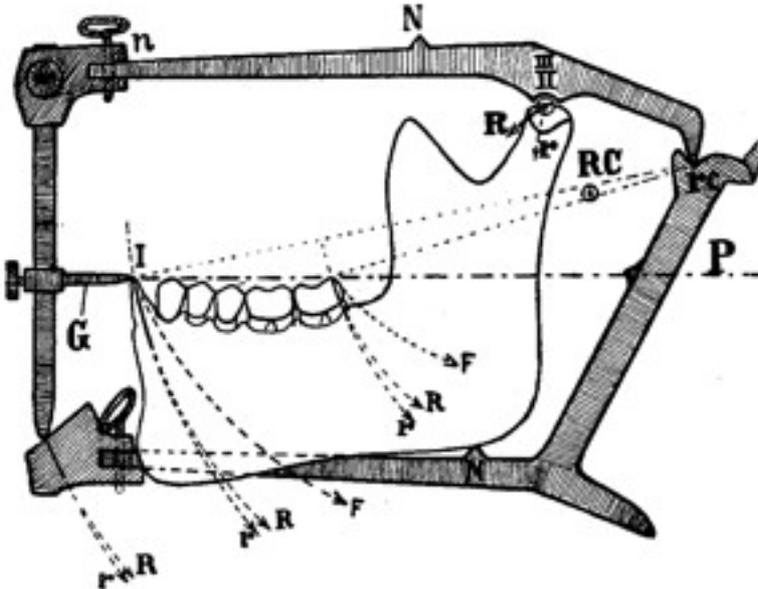


Abb. 1: Zeichnung des Gysi Simplex Artikulators im Bruhns Handbuch der Zahnheilkunde von 1926[4]. Die Kondylzeiger dienten nicht der Steuerung, sondern der Zuordnung des unteren Modells zum Bonwillschen Dreieck.

Statt des unteren das obere Modell zuerst zu montieren, den Bezug zur Kauebene aufzugeben, mit einem Gesichtsbogen stattdessen die Relation zu einer zuvor ermittelten Scharnierachse zu übertragen, wie dies von McCollum und Stuart vorgeschlagen wurde, das war eine Neuerung geradezu revolutionären Ausmaßes, die alles zuvor Dagewesene auf den Kopf stellte. Der Bann war gebrochen, bei einer gegebenen „kondylären Konzentrität“[2] war man im Artikulator bei der Gestaltung der Bisshöhe endlich frei von den Vorgaben der Bissnahme.

Zumindest, so lange man die beschriebene Prämisse akzeptieren konnte, dass die Kiefergelenke sich bei Vertikalbewegungen um eine Achse drehen. Arne Lauritzen dürfte der größte Verdienst für die Verbreitung der Gnathologie in Europa zukommen. In seinem Buch schreibt er 1974, dass sich die einzige reine Rotationsbewegung, zu der der menschliche Unterkiefer in der Lage ist, innerhalb der ersten 19 mm Öffnung abspielt und zuvor vom Patienten eingeübt, oder vom Behandler manipuliert werden müsse[5]. Fast niemand bewegt seinen Unterkiefer also habituell in dieser Weise. Posselt hatte gezeigt, dass bei weniger als 3 Prozent der Probanden der Schlussbiss durch eine reine Rotationsbewegung um die terminale Scharnierachse erreicht wird[6]. Jedoch wurden seine Erkenntnisse dahingehend umgedeutet, dass man nun konstatierte, dass alle Menschen in der Lage seien, eine solche Scharnierachsenbewegung auszuführen, so lange sie diese nur genug eingeübt haben, oder sie sich von einer außenstehende Person manipulieren lassen. Diese Bewegung ist es, welche wir in der Vertikalen in unseren Artikulator einprogrammieren, wenn wir für die Übertragung einen Gesichtsbogen mit einem direktem oder mittelwertigen Bezug zur terminalen Scharnierachse einsetzen. Und im Endeffekt wurde einfach postuliert, dass es auch diese Bewegung sein solle, und nicht die habituelle Bewegung des Patienten, welche in der maximalen Interkuspitation mündet[5].

So in der Retrospektive betrachtet mag es erstaunen, dass so viele sich mit dieser Vorgehensweise anfreunden konnten, besonders im Licht der Tatsache, dass heute die

wenigsten noch mit Bisslagen arbeiten, die tatsächlich entlang der retralen Bewegungsgrenze des Unterkiefers erreicht werden. Jedoch wird hierbei vielleicht verständlich, warum der Programmierung der vertikalen Artikulatorbewegungen keine Beachtung geschenkt wird: Sie gilt als schon lange gelöst und man hat schlicht übersehen, dass Bisslagen außerhalb der terminalen Scharnierbewegung die ursprünglichen gnathologischen Prämissen verletzen und natürlich nicht mit einer Bewegung um die terminale Scharnierachse eingenommen werden können, sondern andere Bewegungen nötig machen. Sobald aber im Mund solche anderen Bewegungen auftreten, der Artikulator hingegen nach wie vor mit der terminalen Scharnierachse programmiert wird, kommt es zu Fehlern, sobald dort eine andere Vertikale angesteuert wird, als diejenige, die bei der Bissregistrierung im Mund festgehalten wurde. Das Ziel der Programmierung der Vertikalbewegungen im Artikulator ist daher, dort beim Absenken möglichst die gleichen Vektoren zu erzeugen, mit denen bei der Bissregistrierung im Mund angehoben wurde, bzw. den Artikulator so zu programmieren, dass er in der Vertikalen habituelle Bewegungen wiedergibt, statt der Grenzbewegung um die terminale Scharnierachse.

Habituelle vs. Achsenbewegungen

Posselt widmet in seinem 1968 erschienenen Buch[7] dem Unterschied zwischen habituellen Bewegungen und Grenzbewegungen ganze Passagen. Dabei betont er, dass sich der Mund bei der Aktivierung der Depressoren öffnet, ohne dabei auf ein Ziel gerichtet zu sein. Insofern die Translation in den oberen Gelenkspalten nicht behindert ist, steht daher zu erwarten, dass diese gleichzeitig mit der Rotation einsetzt und der Unterkiefer einfach dem Weg des geringsten Widerstandes folgt. Wenn die Translation nicht am retralen Anschlag fixiert wird, wie von MCollum und Stuart empfohlen, so müsste in der Tat ein anderer Mechanismus erkennbar sein, der die Kondyle in einer bestimmten Translationsstellung fixiert, so dass eine isolierte Rotationsbewegung im unteren Gelenkspalt erfolgen kann.

Posselt führt weiterhin aus, dass beim Schließen des Unterkiefers ein Ziel getroffen werden muss, die maximale Interkuspitation. Der Unterkiefer muss also zwangsweise so bewegt werden, dass er den Schlussbiss erreicht, auch, wenn Bewegungen um irgendwelche Achsen anderswo hin führen würden.

Da die Bewegung des Unterkiefers um seine terminale Scharnierachse geometrischen Gesetzmäßigkeiten unterliegt, kann sie an jedem Punkt des Unterkiefers relativ einfach

approximiert werden, so lange dessen Dimensionen bekannt sind.

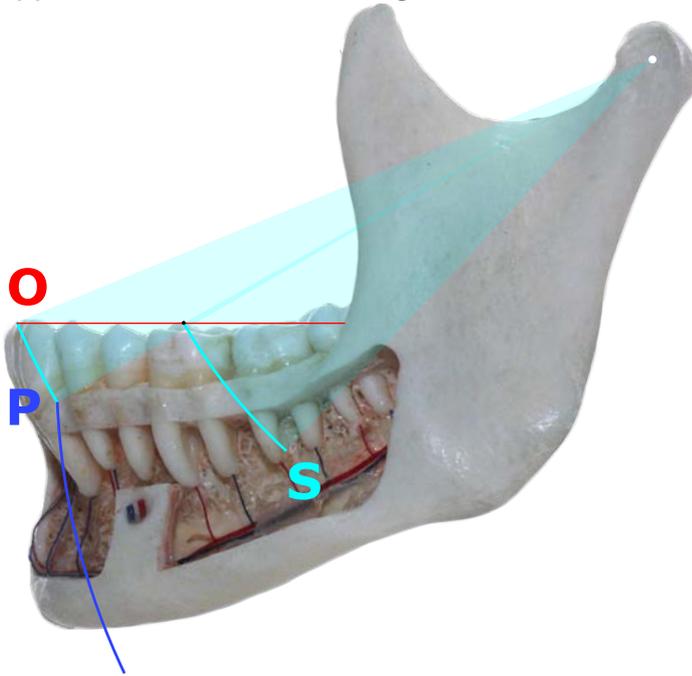


Abb. 2: Bewegungen um die terminale Scharnierachse beschreiben Kreisbahnen um eine die Kondylen verbindende Achse, am Schneidezahnpunkt ebenso, wie an jedem anderen Punkt der unteren Zahnreihe. Ab dem Punkt P muss jedoch diese Kreisbahn verlassen werden, da Ligamente eine Translation im oberen Gelenkspalt erzwingen. Erfolgt die Rotation gemeinsam mit der Translation, so drückt sich dies in einer steileren Bewegungsbahn am Messpunkt aus.

Dies gilt jedoch nur für die Kreisbewegungen um die terminale Scharnierachse. Sobald diese mit einer Translation gekoppelt sind, hängt die Bewegungsrichtung vom Verhältnis der Bewegungskomponenten Rotation:Translation ab. Jedoch kann prinzipiell festgehalten werden, dass eine solche Kombinationsbewegung im Bereich des Zahnbogens steiler ausfällt, als eine isolierte Rotation.

Vermisst man jedoch die habituelle Bewegung des Unterkiefers bei einer aufrecht sitzenden Person ohne Interferenz durch Manipulation seitens einer anderen Person, so stellt man fest, dass die Schließbewegung in einer glatten Bahn direkt in die maximale Interkuspitation trifft, selbst wenn die von Lauritzen beschriebene Grenze der reinen Rotation bei 19 mm überschritten wird.

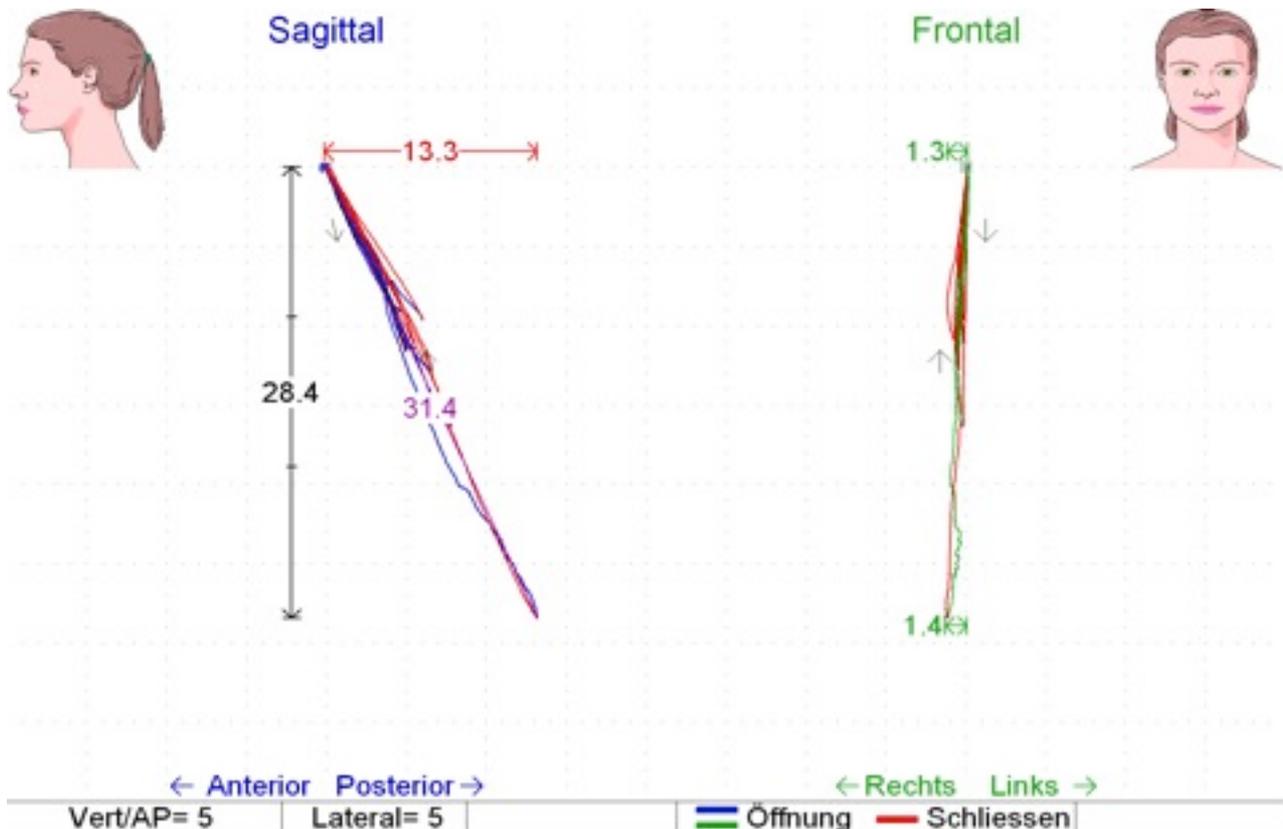


Abb. 3: Voluntäre Bewegungen treffen in der Regel unmittelbar in die maximale Interkuspitation und haben einen glatten Verlauf, insofern keine Störkonturen Ausweichbewegungen nötig machen, um eine Kollision von Zähnen zu vermeiden. Einen Knick, wie am Punkt P in Abb. 2 findet man selten, weil kaum jemand entlang der retralen Bewegungsgrenze zubeißt.

Zumindest kann dies in der Regel bei den Fällen beobachtet werden, bei denen ein freier Zugang in den Schlussbiss besteht. Gelegentlich machen zu steil stehende obere Schneidezähne oder andere dentale Störkonturen eine Modifikation der Schließbewegung erforderlich, um vorzeitige Zahnkollisionen beim Schließen zu vermeiden. Oft sieht man dann auch einen deutlichen Unterschied im Verlauf der Öffnungs- und Schließbewegungen, welcher jedoch nichts mit irgendwelchen Bewegungsachsen zu tun hat.

Posselt beschreibt im erwähnten Buch auch, dass die Bewegungsrichtung beim Zubeißen nicht nur vom Zielpunkt der maximalen Interkuspitation abhängt, sondern auch vom Startpunkt der Bewegung. Da dieser neben anderen auch Einflüssen durch die Kopfhaltung ausgesetzt ist, wird verständlich, warum die habituelle vertikale Kieferbewegung so schwer zu definieren ist.

Okklusalwinkel statt Achsen

Ein Ausweg aus dem Dilemma besteht darin, dass man sich von der Suche nach Bewegungsachsen abwendet und das Augenmerk auf die Bewegungen lenkt, wie sie direkt zwischen den Zahnreihen geschehen. Letzten Endes sind es auch eben diese Informationen, die wir suchen, um störungsfreie Okklusalfächen gestalten zu können. Statt den Umweg zu gehen, hierfür zuerst eine Scharnierachse zuordnen zu müssen, wofür wie den Unterkiefer des Patienten oft aus seinem habituellen Bewegungsmuster heraus manipulieren müssen, das Ganze dann in einen Artikulator zu übertragen und

diesen dann aufwändig in der Hoffnung zu programmieren, dass er uns Kontaktsituationen außerhalb der maximalen Interkuspitation einigermaßen wiedergeben kann, bestehen heute die technischen Möglichkeiten, Bewegungen direkt an bestimmten Zähnen abzugreifen. Was dann verbleibt, ist einen Weg zu finden, wie wir die Modelle so in den Artikulator setzen können, dass dieser uns eben diese Bewegungen zwischen den Zahnreihen möglichst akkurat nachvollziehen lässt. Zwei Voraussetzungen sind hierfür erforderlich:

1. Die Lösung von der Vorstellung einer Scharnierachse, wie vom Autor an anderer Stelle ausführlich beschrieben[8].
2. Eine Bezugsebene, die am Patienten wie im Artikulator gleichermaßen nachvollziehbar ist.

Bezugsebene

Der Wahl der Bezugsebene kommt auch deswegen eine große Bedeutung zu, weil sie nicht nur die im Artikulator wiedergegebenen Bewegungen, also die Funktion entscheidend beeinflusst, sondern auch ästhetische Entscheidungen bei der Herstellung von Zahnersatz[9]. Ein typisches Missverständnis dabei ist, dass diese Bezugsebene unbedingt eine Horizontale bilden muss. Horizontal, oder waagrecht ist, was im rechten Winkel zur Lotrechten steht, welche auf den Erdmittelpunkt zeigt und die Richtung der Schwerkraft wiedergibt. Wie jedoch die Zahnreihen mit Respekt zur Schwerkraft ausgerichtet sind, ist eher unbedeutend. Manch einer mag behaupten, die Okklusalebene habe horizontal zu stehen, jedoch gibt es hierzu keinerlei gesicherte Erkenntnisse.

Wenn wir sie jedoch im Artikulator horizontal stellen, dann aus einem ganz anderen Grund: Die Okklusalebene lässt sich am Modell ebenso nachvollziehen, wie in vivo am Patienten. Sie gibt uns daher die Möglichkeit, Bewegungen mit dem gleichen Bezug im Patienten abzugreifen, zu dem wir sie dann im Artikulator darstellen.

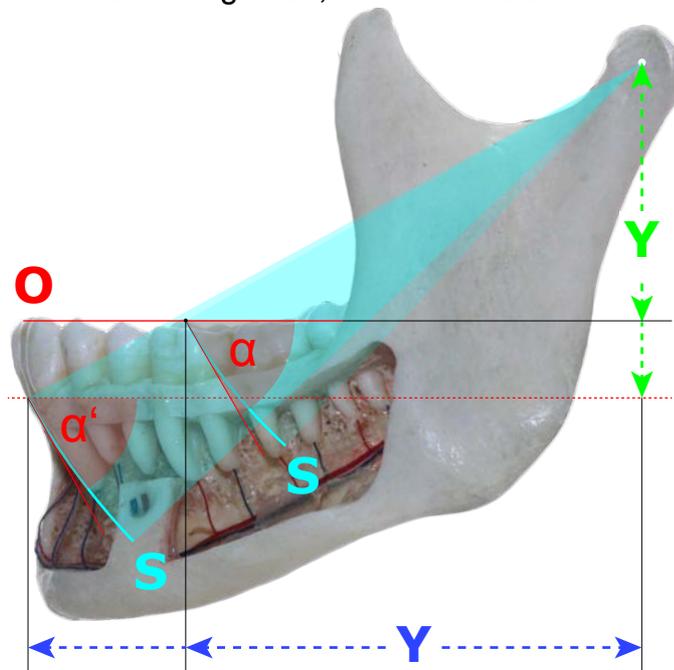


Abb. 4:
Scharnierachsenbewegungen lassen sich mit diversen Aufzeichnungsgeräten an unterschiedlichen Positionen abgreifen, z. B. anterior paraokklusal unter den Schneidezähnen oder direkt am ersten Molaren. So lange sich das Verhältnis $X:Y$ nicht nennenswert ändert, werden dabei die gleichen Auftreffwinkel α gegenüber der Okklusalebene O ermittelt.

Der okklusale Auftreffwinkel

Als den okklusalen Auftreffwinkel α definieren wir den Winkel zwischen der Okklusalebene und der Tangente auf eine bogenförmige Bewegungsbahn im Punkt des Okklusalkontaktes. Abb. 4 zeigt im Bereich des ersten Molaren einen solchen Winkel α von 60° . Paraokklusal unter den mittleren Schneidezähnen gemessen ergibt sich ein ähnlicher Winkel von 61° , da dieser Messpunkt sowohl weiter kaudal, als auch weiter anterior liegt und das Verhältnis zwischen dem horizontalen und vertikalen Abstand vom Achsenpunkt daher ähnlich ist.

Klinische Messungen des Autors kommen zu dem gleichen Ergebnis wie diese theoretischen Betrachtungen: Schließbewegungen um die terminale Scharnierachse münden in der Regel mit einem Winkel von etwa 60° mit Respekt zur Okklusalebene im Okklusalkontakt. Es ist diese vertikale Bewegung, die bei der von McCollum und Stuart empfohlenen Gesichtsbogenübertragung in den Artikulator einprogrammiert wird, daher steht dort ein solcher okklusaler Auftreffwinkel zu erwarten, wenn bei der Übertragung keine allzu großen Fehler gemacht wurden. Allerdings wird dies im Artikulator gewöhnlich durch eine Referenzebene maskiert, zu der die Okklusalebene geneigt steht.

Ebenso wie eine geführte Bewegung um die terminale Scharnierachse (möglicherweise mit dem Patienten in Rückenlage) lässt sich jedoch eine freie, ungeführte Bewegung bei aufrechter Körperhaltung des Patienten aufzeichnen. An der Kyushu Universität in Fukuoka, Japan, befasste man sich in den 90-er Jahren ausgiebig mit solchen Untersuchungen[10], wobei man dem Faktor von okklusalen Ausweichbewegungen Rechnung trug, indem die letzten Millimeter der Schließbewegung herausrechnete. Ogawa et al. kamen bei diesen Studien zur Erkenntnis, dass der Mensch in der Funktion seinen Unterkiefer habituell annähernd rechtwinklig zur Okklusalebene bewegt, egal, wie diese zu anderen Schädelebenen ausgerichtet ist. Die größte gefundene Abweichung vom mittleren okklusalen Auftreffwinkel von $86,4^\circ$ betrug gerade einmal $5,9^\circ$.

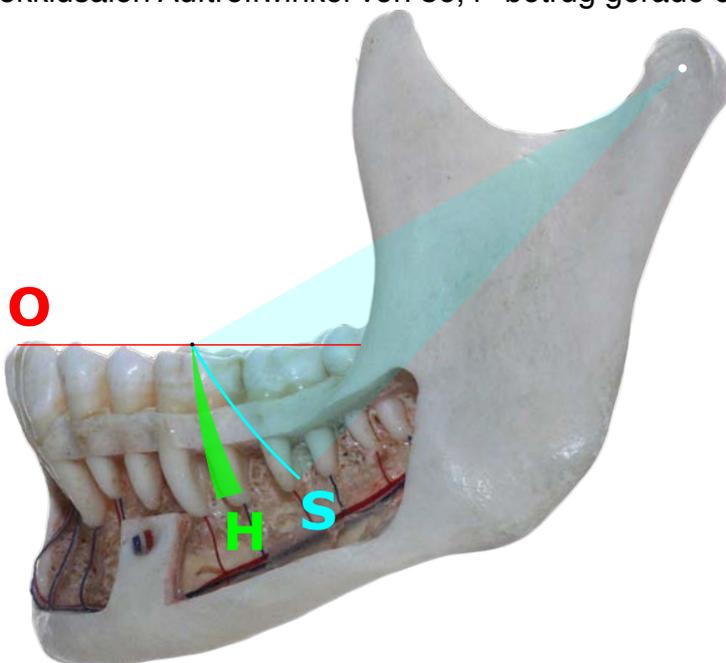


Abb. 5: Der in Studien ermittelte okklusale mittlere Auftreffwinkel von $86,4^\circ$ wies zwischen den Probanden eine erstaunlich geringe Streuung von maximal $5,9^\circ$ auf (grafisch dargestellt in H). Davon unterscheiden sich Bewegungen um die terminale Scharnierachse mit ihrem Winkel um die 60° deutlich.

Abb. 5 verdeutlicht, wie schmal der gefundene Korridor der habituellen Funktionsbewegungen in der Sagittalen zwischen den untersuchten Probanden war. Schließbewegungen um die terminale Scharnierachse weisen einen deutlich größeren Vektor nach anterior auf. Der Unterschied in den jeweiligen Bewegungsrichtungen muss von der Beteiligung von Translationsbewegungen im oberen Gelenkspalt bei habituellen

Bewegungen herrühren und zeigt, dass diese eben nicht als isolierte Rotationsbewegungen im unteren Gelenkspalt ablaufen.

Artikulatorartefakte

Probleme entstehen nun, wenn beide Bewegungsformen miteinander vermischt werden. Wird z. B. bei der Bissnahme in vivo eine „Wohlfühlzentrik“ registriert, bei der der Patient eine aufrechte Körperhaltung einnimmt und niemand dessen Unterkiefer nach retrahiert manipuliert, so ist in der registrierten Kieferstellung ein dem Behandler unbekanntes Maß an Translation enthalten. Wird nun im Artikulator um die terminale Scharnierachse abgesenkt, so geschieht dies in einer anderen Richtung als der, mit der in vivo bei der Bissregistrierung angehoben wurde, weil die dabei entstandene Translation nicht wieder zurückgeführt wird.

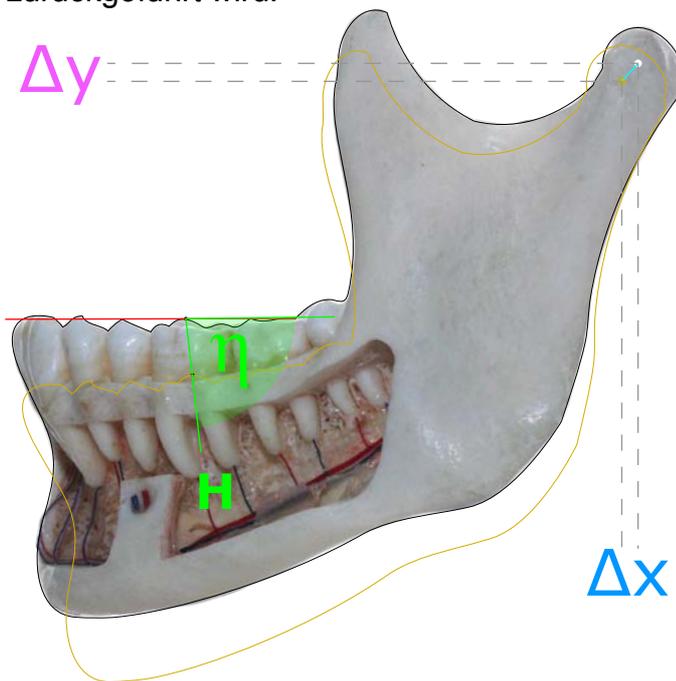


Abb. 6: Bei einer Bisshebung ohne Manipulation von außen steht zu erwarten, dass auch eine Translation in den Kiefergelenken stattfindet, welche den Unterkiefer um den Wert x nach anterior und y nach kaudal verlagert, woraus der Winkel η gegenüber der Okklusalebene beim Anheben resultiert.

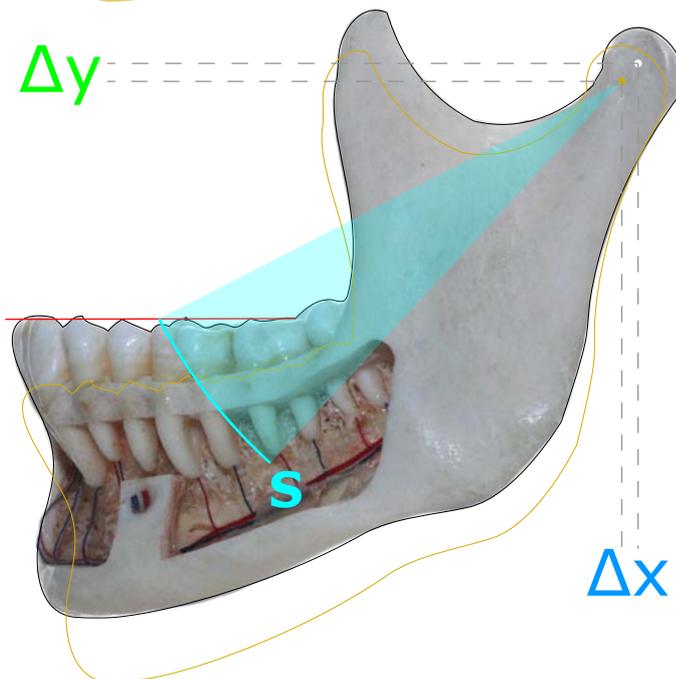


Abb. 7: Werden die Modelle in der im Winkel η gehobenen Position im Artikulator positioniert und dort mit der Bewegung S um die terminale Scharnierachse abgesenkt, so erfolgt eine Rotation in der translatierten Stellung der Kiefergelenke, welche im Bereich der Zahnreihen eine mehr nach anterior geneigte Richtung nimmt.

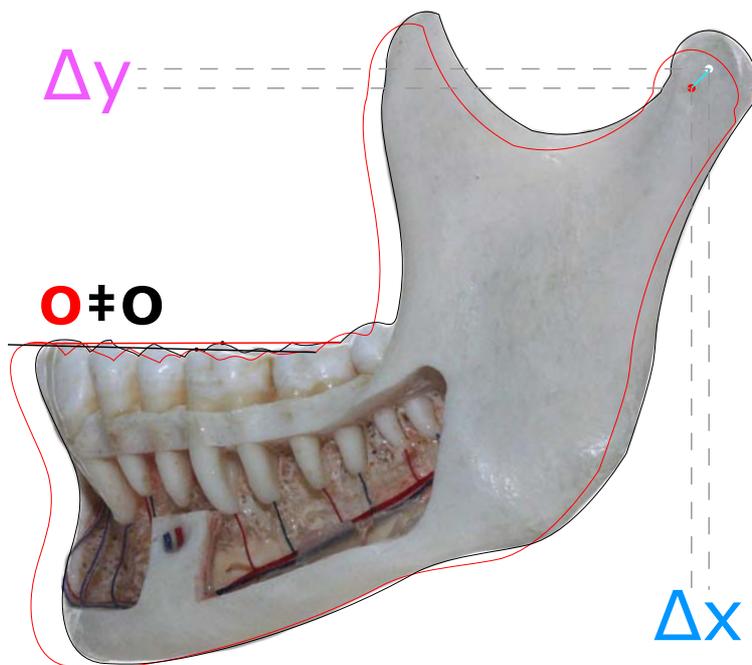


Abb. 8: Da im Artikulator beim Absenken die Translation nicht zurückgeführt wird, bleibt der Unterkiefer um die Werte x und y verlagert. Da sich die Achse, um die abgesenkt wird, deutlich oberhalb der Okklusalebene befindet, entsteht eine zusätzliche Verlagerung nach anterior.

Wie aus den Abb. 6-8 ersichtlich ist, bleibt zum einen beim Absenken um die terminale Scharnierachse eine Verlagerung des Unterkiefers bestehen, welche aus der Translation resultiert, die bei einer Bissregistrierung vor der retralen Bewegungsgrenze zu erwarten steht. Daraus, dass die terminale Scharnierachse zudem deutlich über der Okklusalebene liegt, resultiert eine zusätzliche Verlagerung der unteren Zahnreihe nach anterior beim Absenken im Artikulator um diese Achse.

Wie groß das so entstandene Artefakt letzten Endes ist, hängt unter anderem von der Kondylbahnneigung und von der Stellung der Schneidezähne ab. Bei einer steilen Kondylbahn wird $\Delta y > \Delta x$ und durch steil stehende Inzisivi würden Vorkontakte dort bei einer Mesialverlagerung des Unterkiefers prominenter, als bei einer flacheren Schneidezahnstellung. In vielen Fällen wird sich der Fehler Δy bei der Eingliederung von Zahnersatz oder okklusalen Bissbehelfen in Form von Vorkontakten auf den posterioren Zähnen auswirken. In den Fällen, in denen in der habituellen Bisslage eine Kiefergelenkkompression vorliegt, wirkt sich dieser Fehler in Form einer Distraction positiv aus und es liegt dann die Versuchung nahe, die positive Reaktion durch den Patienten einem überlegenen Registriersystem oder einer besonders guten Arbeitstechnik zuzuschreiben.

Programmierung der vertikalen Bewegungen im Artikulator

Will man sich nun nicht auf die von Ogawa ermittelten Winkel verlassen, sondern diese individuell bestimmen, so birgt der Bezug zur Okklusalebene den Vorteil, dass mit einem entsprechendem Messgerät im Patienten Winkel zur gleichen Referenzebene aufgezeichnet werden können, zu der sie dann im Artikulator eingestellt werden. Die Programmierung der vertikalen Bewegungen im Artikulator geschieht dann durch die

gezielte Zuordnung der Artikulatorachse zur Zahnreihe.

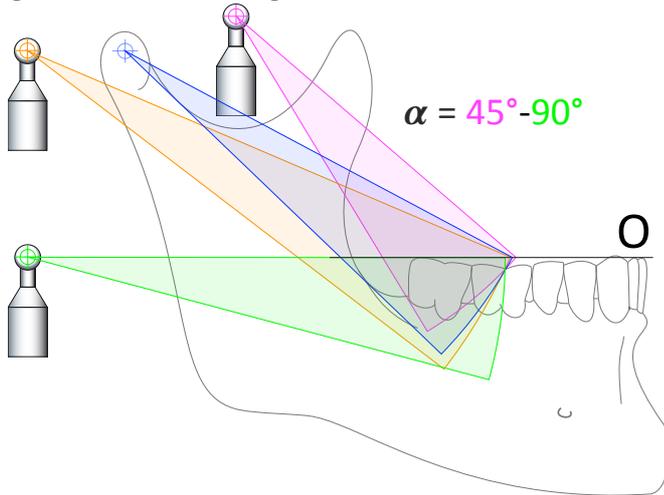


Abb. 9: Je nach der Relation der Artikulatorachse zur Okklusalebene O werden im Artikulator völlig unterschiedliche okklusale Auftreffwinkel erzeugt.

Läge die Artikulatorachse auf der gleichen Höhe mit der Okklusalebene, so würde ein okklusaler Auftreffwinkel von 90° unabhängig vom sagittalen Abstand zwischen Achse und Zahnreihe resultieren (Abb. 9, grüne Zeichnung). Sobald die Artikulatorachse über der Zahnreihe liegt, wird das untere Modell beim Absenken auch nach anterior bewegt, bzw. das obere nach posterior, da es ja das Artikulatoroberteil ist, welches gewöhnlich bewegt wird. Für die Programmierung der vertikalen Bewegung im Artikulator gilt es also, die Zuordnung der Zahnreihen zur Artikulatorachse in der vertikalen und horizontalen zu finden, welche im gewünschten okklusalen Auftreffwinkel resultiert.

Der Vector-Analyzer nach Schöttl

Hierfür wurde vom Autor eine Durchsichtschablone mit dem Namen „Vector-Analyzer“ entwickelt (erhältlich unter www.mediplus-shop.de). Dieser wird zunächst durch Zuschneiden entlang der entsprechenden roten Linie an seinem Unterrand an die Bauhöhe des Artikulators angepasst, so dass die Kreuzung der X- und Y-Achse links oben mit der Artikulatorachse fluchtet, wenn man ihn vor dem Artikulator auf den Tisch stellt.

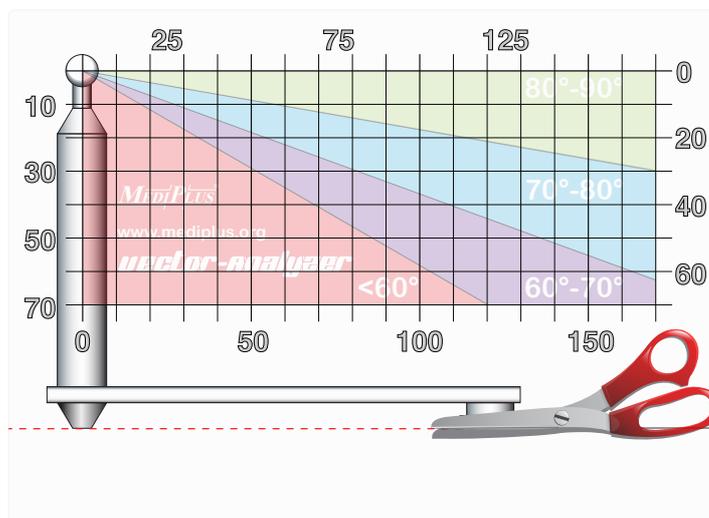


Abb. 10: Der Vector-Analyzer wird zunächst zugeschnitten, so dass der Nullpunkt seines Koordinatensystems mit der Artikulatorachse fluchtet, wenn man ihn vor dem Artikulator auf den Tisch stellt.

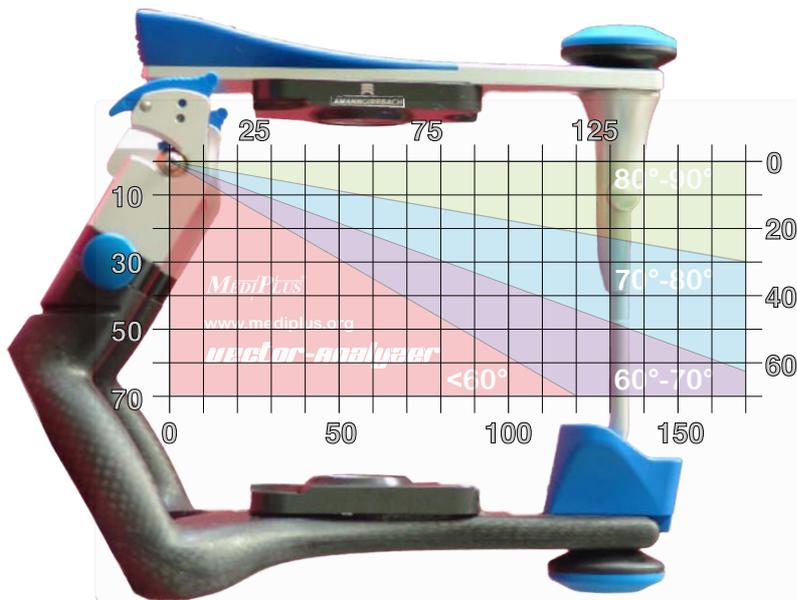


Abb. 11: Die farbigen Segmente des Vector-Analyser helfen bei der Modelleinstellung.

Die okklusalen Auftreffwinkel sind auf dem Vector-Analyser in vier Gruppen eingeteilt: Rot: Winkel unter 60° . Da die Bewegung um die terminale Scharnierachse im spitzesten okklusalen Auftreffwinkel resultiert, der in vivo produziert werden kann, macht die Programmierung der vertikalen Bewegung im Artikulator mit noch kleineren Winkeln in der Sagittalen keinen Sinn und sollte vermieden werden.

Violett: Winkel zwischen 60 und 70° . In diesem Bereich ist der okklusale Auftreffwinkel spitzer als der, welcher im habituellen Bewegungsmuster zu erwarten steht. Allzu freizügige vertikale Veränderung im Artikulator sollten in diesem Bereich vermieden werden. Jedoch ist diese Zuordnung möglich, wenn eine Programmierung der vertikalen Bewegung im Artikulator ähnlich der um die terminale Scharnierachse gewünscht wird.

Blau: Winkel zwischen 70 und 80° liegen unter Umständen bereits nahe am habituellen Bewegungsmuster. In vielen Artikulatoren besteht Platzmangel im Artikulatoroberteil, so dass Auftreffwinkel im blauen oder violetten Bereich die stumpfsten sind, die dort wiedergegeben werden können.

Grün: Winkel zwischen 80 und 90° entsprechen den in den zitierten Studien gefundenen okklusalen Auftreffwinkeln.

Modellmontage



Abb. 12: Die Positionierung des Modells im Artikulator erfolgt mit dem HIP-Mount.

Das obere Modell kann nun mit dem HIP-Mount im Artikulator positioniert werden, so dass dort der gewünschte okklusale Auftreffwinkel reproduziert wird, wobei sich drei Vorgehensweisen anbieten:

1. Die Zahnreihe wird unmittelbar auf die Übertragungsplatte aufgeleitet und so parallel zur Tischebene gestellt
2. Das obere Modell wird auf den HIP-Montageaufsatz aufgelegt, wodurch die von Cooperman beschriebene HIP-Ebene[11] parallel zur Tischebene gestellt wird.
3. Das obere Modell wird auf ein in vivo angefertigtes Montageregistrat aufgelegt, wodurch unmittelbar am Gesichtsschädel des Patienten abgegriffene Referenzpunkte parallel zur Tischebene in den Artikulator gestellt werden.

Die Vorgehensweise im Detail wurde vom Autor bereits mehrfach beschrieben[9, 12-14] und ist auch unter www.hipmount.de nachzulesen. Zusätzlich existiert ein Kompaktkurs auf DVD, in dem jeder Schritt demonstriert und ausführlich kommentiert wird[15].

Die Korrektur der Kauebene

Es verbleibt die Fragestellung, was zu tun ist, wenn der Verlauf der Kauebene gestört, durch Prothetik oder Elongation von Zähnen verfälscht oder aufgrund von Zahnverlust nicht mehr nachvollziehbar ist.

Prinzipiell sind die Faktoren und deren Zusammenspiel bei der natürlichen Entwicklung der Kauebene im Laufe des Schädelwachstums noch ungenügend verstanden. Daher sollte man von einer unbedachten Veränderung der gewachsenen Kauebene Abstand nehmen. Den Auswirkungen einer fehlerhaften Übertragung der Referenzebene bei der Darstellung von vertikalen Bewegungen im Artikulator widmete der Autor vor Kurzem einen ausführlichen Artikel[16]. Im Grunde geht es dabei ebenfalls darum, dass die Richtung, in der im Artikulator abgesenkt wird, nach Möglichkeit der entsprechen sollte, in der bei der Bissregistrierung gehoben wurde.

Erfolgt z. B. während der Bissregistrierung eine Bisshebung, bei der der untere Zahnbogen von vorne betrachtet in der Körpermitte bewegt wird, so kann es im Artikulator zu Artefakten beim Absenken kommen, wenn das obere Modell versehentlich um seine

Längsachse verdreht übertragen wurde und die Vertikale im Artikulator nun nicht mehr mit der im Patienten übereinstimmt.

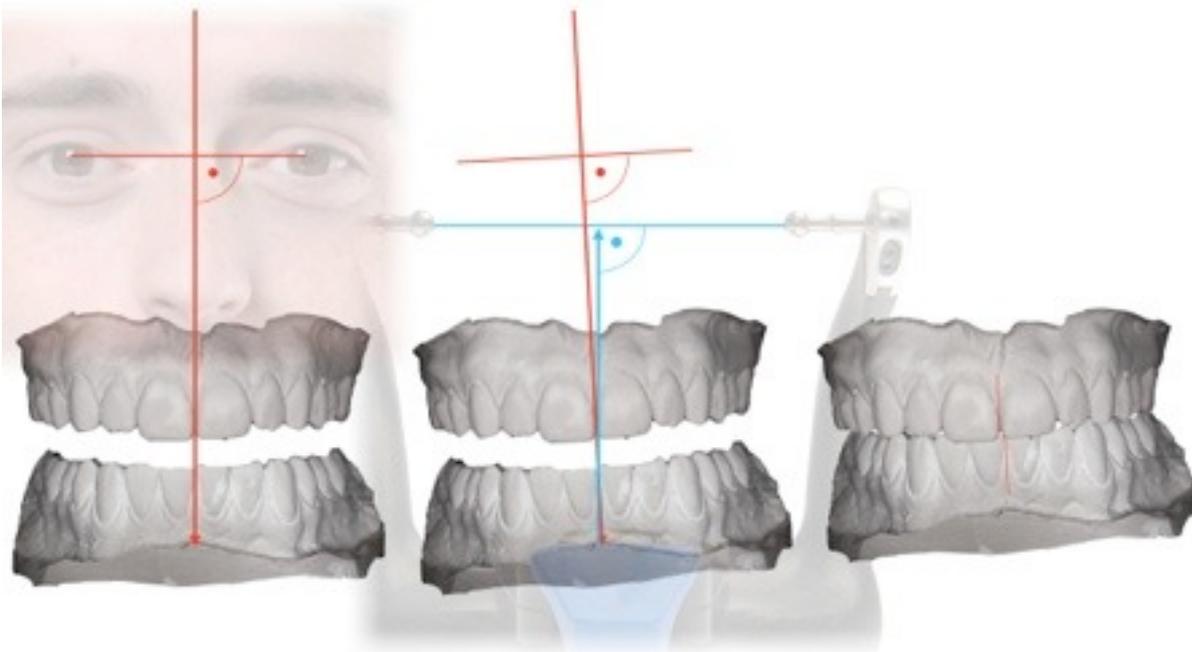


Abb. 13: Das Absenken mit fehlerhaften Vektoren im Artikulator kann auch zu Fehlern in anderen Dimensionen führen. In der Coronalebene kann so bei einem Übertragungsfehler um die Modell-Längsachse ein lateraler Zuordnungsfehler nach dem Absenken entstehen. (Nachdruck mit freundlicher Genehmigung der MediPlus Verlagsgesellschaft aus dem MYOBYTE 4, 2013).

Daher muss bei der Modelleinstellung im Artikulator auch sichergestellt sein, dass in der Frontalebene die Vertikale am Patienten mit der im Artikulator deckungsgleich ist. Asymmetrisch entwickelte externe Gehörgänge bieten hier beispielsweise Fehlerquellen für die Gesichtsbogenübertragung, so dass abzuwägen ist, ob, statt mit den Ohren nicht lieber mit Bezugspunkten gearbeitet werden sollte, welche diese Dimensionen unmittelbar sicherstellen. Prinzipiell sollte in Anbetracht der diesbezüglich ungesicherten Erkenntnislage eine natürlich gewachsene Kauebene zum Zweck der Modelleinstellung nur so viel modifiziert werden, als erforderlich ist, damit im Artikulator Dimensionen entstehen, die mit denen im Patienten deckungsgleich sind[17].

Fazit

Die Reproduktion der menschlichen Funktionsbewegungen im Artikulator ist nach wie vor ein komplexes Unterfangen. Die enorme Anpassungsfähigkeit des menschlichen Kausystems ist dabei Segen und Fluch zugleich. Zum einen kompensiert es Fehler bei der Anfertigung von Zahnersatz oder Bissbehelfen so weit als möglich, so dass diese oft gar nicht in Erscheinung treten. Zum anderen fällt das Augenmerk dadurch aber nicht automatisch auf jeden Fehler, wie er z. B. durch die geschilderten Artikulatorartefakte entstehen kann, so dass dann scheinbar Zufälle involviert sind, wenn die eine Arbeit bei der Eingliederung passt, die andere hingegen nicht. Es bleibt sorgfältig abzuwägen, in wie weit man sich solchen Artefakten gegenüber exponieren möchte, z. B. durch den Einsatz von Verfahren, welche große Diskrepanzen zwischen Registrierhöhe und später angestrebter Arbeitshöhe notwendig machen, oder ob man nicht solchen Verfahren den

Vorzug geben sollte, bei denen möglichst nahe der angestrebten Arbeitshöhe registriert wird, so dass Positionsänderungen im Artikulator weitgehend entfallen können.

Bibliografie

1. Gnathology IAo. History. 2013 [cited 2013; Available from: <http://www.gnathologyusa.org/History.html>]
2. McCollum BB, Stuart CE. A research report. South Pasadena, Calif.,: Scientific Press 1955.
3. Bennett NG. A contribution to the study of the movement of the mandible. *Proceedings of the Royal Society of Medicine* 1908.
4. Gysi A. Artikulation. In: Bruhn, ed. *Handbuch der Zahnheilkunde Teil II*. München: Bergmann Verlag 1926.
5. Lauritzen A. Atlas of occlusal Analysis. Colorado Springs: HAH Publications 1974.
6. Posselt U. Studies in the mobility of the human mandible. Copenhagen: [s.n.] 1952.
7. Posselt U. Physiology of occlusion and rehabilitation. 2nd ed. Oxford: Blackwell 1968.
8. Schöttl R. Scharnierachse ade! *Myobyte* 2008; **2**: 7-14.
9. Schöttl R, Plaster U. Modellübertragung und Kommunikation zwischen Zahnarzt und Zahntechniker. *Quintessenz Zahntechnik* 2010; **36**: 528-43.
10. Ogawa T, Koyano K, Suetsugu T. The relationship between inclination of the occlusal plane and jaw closing path. *The Journal of prosthetic dentistry* 1996; **76**: 576-80.
11. Cooperman HN. HIP plane of occlusion in oral diagnosis. *Dental survey* 1975; **51**: 60-2.
12. Schöttl R. Die Wertigkeit der Kauebene und Methoden zur Analyse im Artikulator. *ICCMO-Brief* 2000; **7**: 3-12.
13. Schöttl R. Modelleinstellung im Artikulator. *ICCMO-Brief* 2003; **9**: 22-9.
14. Schöttl R. Kontrolle der Modellorientierung. *Myobyte* 2009; **3**: 49-52.
15. Schöttl R. Die Gleichschaltung des Artikulators mit dem Patienten. Ein Kompaktkurs auf DVD. [DVD]: MediPlus, www.mediplus-shop.de; 2011.
16. Schöttl R. Die Kauebene: Referenzen und deren Konsequenzen im Artikulator. *Myobyte* 2013; **5**: 27-38.
17. Schöttl R. Die Kauebene - von Camper bis zur Gegenwart. *Myobyte* 2013; **5**: 5-11.