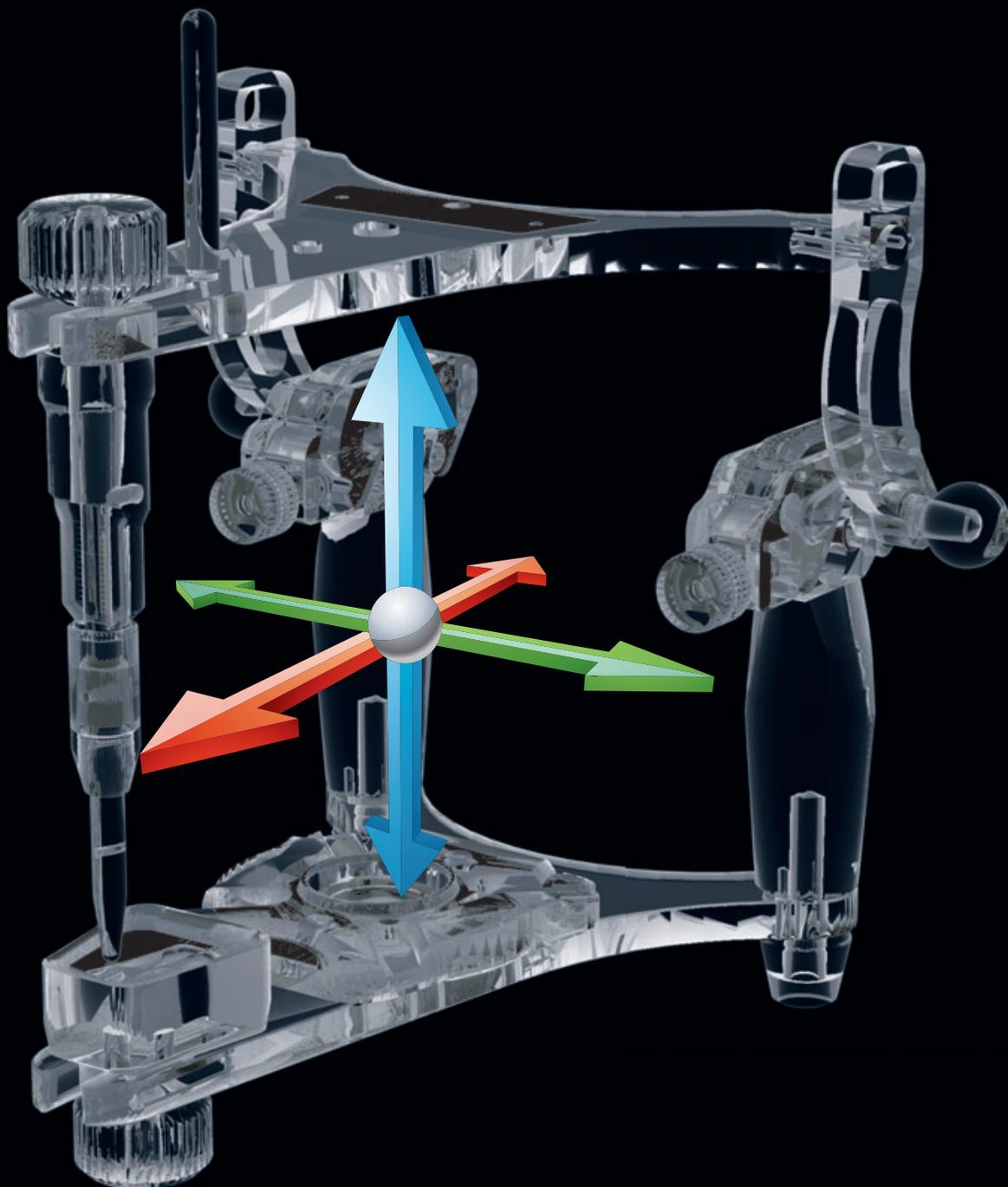


Die Einstellung von Artikulatoren für die okklusale Gestaltung

Entwicklung und Möglichkeiten des Physio-Logic Artikulators

RAINER SCHÖTTL



Einleitung

Posselt wies bereits 1957 darauf hin, dass eine Bewegung des Unterkiefers um die terminale Scharnierachse den meisten Menschen zwar möglich ist, aber bei der natürlichen Öffnungs- und Schließbewegung nicht vorkommt.⁵ Die terminale Scharnierachse etablierte sich in den darauf folgenden Dekaden dennoch als Referenz für die Modellübertragung in Artikulatoren, obwohl zu erwarten stand, dass so vertikale Bewegungen im Artikulator anders dargestellt werden, als sie im Patienten stattfinden. Zusammen mit der terminalen Scharnierachse als Referenz manifestierte sich die Überzeugung, dass vertikale Bewegungen im okklusionsnahen Bereich Rotationsbewegungen seien, obwohl man wusste, dass sich ohne Manipulation von außen keine Scharnierachse im Bereich der Gelenkondylen finden lässt. 2014 publizierte der Autor bereits einen Beitrag in der QZ, in dem diese Diskrepanz samt der weitgehend vorhersehbaren Fehler, die dadurch entstehen können, ausführlich diskutiert wurde, einschließlich eines möglichen Lösungsweges.⁹ Gefunden wurde dieser Lösungsweg durch das Studium der Bewegungen, nicht an den Kondylen der Kiefergelenke, sondern unmittelbar dort, wo sie für die Okklusionsgestaltung zum Tragen kommen, nämlich zwischen den antagonistischen Kauflächen. Nun soll die Betrachtung über die Programmierung von Vertikalbewegungen hinaus auf die von Horizontalbewegungen erweitert werden. Zum einen werden so die Hintergründe erklärt, die zur Konstruktion eines neuen Artikulatorotyps geführt haben (im Blog des Autors werden diese Themen unter der Rubrik www.biteblog.de/pla/ vertieft). Zum anderen lassen sich konventionelle Artikulatoren nach diesen Überlegungen anders als gewohnt einstellen, sodass sie



Abb. 1 Der Physio-Logic Artikulator wurde nach den Vorgaben des Autors in Kooperation mit Baumann Dental entwickelt. Das Augenmerk liegt dabei mehr auf der Positionierung der Modelle zur Artikulatorachse (hier mithilfe des neuen HIP-Mounts Serie 9), statt auf multiplen Einstellungen der posterioren Führungswinkel. Diese wurden absichtlich flach gehalten, um die Gestaltung okklusaler Freiräume zu unterstützen. Trotz seiner Einfachheit ermöglicht der Artikulator durch die gegenläufige Kondylbewegung die Wiedergabe komplexer Bewegungen, wie die retrusive Laterotrusion oder Mediotrusion.

bei der Gestaltung einer störungsarmen Okklusion besser helfen (Abb. 1).

Grundlagen für die Übertragung von Kieferbewegungen

Vertikale Kieferbewegungen können in der Tat vom Patienten mit unterschiedlichen Winkeln ausgeführt werden, bis hin zur retralen Grenzbewegung, die Rotation um die terminale Scharnierachse. Dennoch sind ungeführte habituelle Schließbewegungen bei Patienten erstaunlich konstant, wie japanische Forscher an der Universität in Fukuoka herausfanden.⁴ In der Veröffentlichung betonen sie jedoch, dass diese Konstanz nur im Bezug zu einer einzigen Referenz dargestellt werden kann: zur Ok-

Zusammenfassung

Der Autor knüpft an einen 2014 in der Quintessenz Zahntechnik (QZ) publizierten Beitrag an, in dem es um einen Lösungsweg geht, Fehler bei der Modellübertragung in den Artikulator zu vermeiden. Ging es damals um die Programmierung von Vertikalbewegungen, so beschreibt der Beitrag diesmal die Horizontalbewegungen. Damit sollen sich konventionelle Artikulatoren so einstellen lassen, dass sie bei der Gestaltung einer störungsarmen Okklusion besser helfen. Alles zusammen führte zur Konstruktion eines neuen Artikulatorotyps, des Physio-Logic Artikulators.

Indizes

Funktion, Artikulator, Okklusion, Kieferbewegung, Modellübertragung

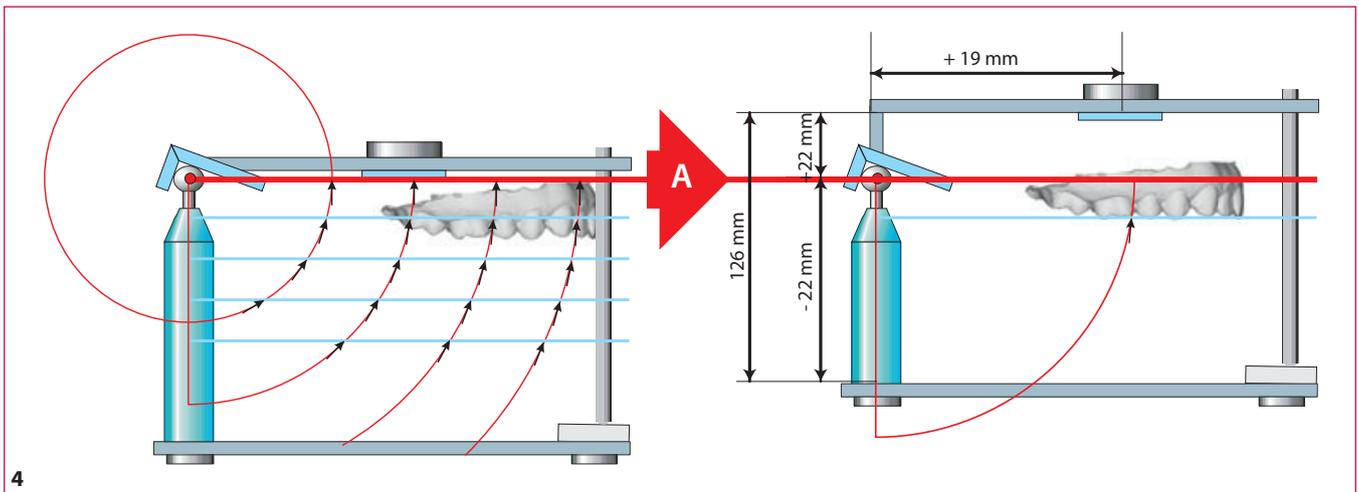
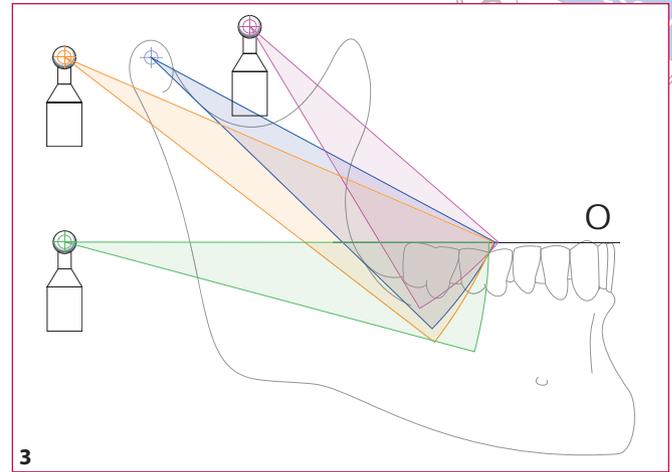
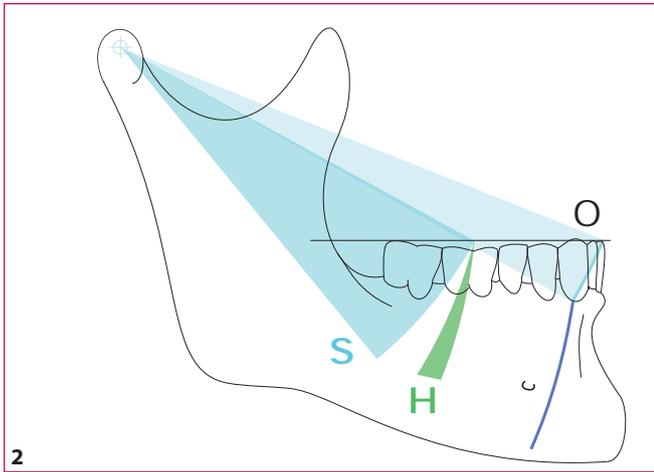


Abb. 2 Rechte Linie: Retrale Grenzbewegung, gemessen am Schneidezahnpunkt. Links: Rotation um die terminale Scharnierachse, gemessen am 1. Molaren (Winkel zur Okklusionsebene $\approx 60^\circ$). Mitte: Der von Ogawa et al. gefundene habituelle Schließwinkel von $86,4^\circ \pm 5,9^\circ$ mit Respekt zur Okklusionsebene. Der schmale grüne Keil verdeutlicht die erstaunlich geringe Deviation vom Mittelwert. Bei der Wiedergabe der Bewegung um die terminale Scharnierachse im Artikulator ist eine Diskrepanz von ca. 25° zur habituellen Schließbewegung zu erwarten.

Abb. 3 Die Steuerung der vertikalen Bewegung im Artikulator erfolgt durch die entsprechende Zuordnung der Okklusionsebene zur Artikulatorachse. Vorhersehbar umsetzen lässt sich dies nur, wenn die Modelle tatsächlich mit Respekt zur Okklusalebene im Artikulator ausgerichtet werden. **Abb. 4** Unterschiede in der Dimensionierung, der Anschaulichkeit wegen als Arcan-Gerät skizziert; der Physio-Logic Artikulator ist jedoch in Non-Arcan-Bauweise ausgeführt. Links: In den meisten konventionellen Artikulatoren sind die Möglichkeiten zur Anordnung des oberen Modells mit Respekt zur Artikulatorachse A durch die mangelnde Höhe im Oberteil eingeschränkt. Man kann mit der Modellanordnung nach anterior ausweichen, was den Schließwinkel zur Okklusalebene etwas vergrößert, aber durch den Stützstift begrenzt wird. Rechts: Das leichte vertikale Maß von 126 mm ist mit der Carbon-Baureihe der Firma Amann-Girrbach kompatibel, ist jedoch mit +22 mm im Oberteil anders aufgeteilt. Der Montagepunkt für das OK-Modell liegt +19 mm weiter vor der Artikulatorachse. Hierdurch ist die Modellzuordnung zur Artikulatorachse problemlos so möglich, dass im Artikulator habituelle Vertikallbewegungen abgebildet werden können.

klusalebene. In Verbindung zu anderen Bezugsebenen war es hingegen nicht möglich, einheitliche Winkel für die habituelle Schließbewegung zu bestimmen (Abb. 2 bis 4).

Der Modellübertragung in den Artikulator kommt auch bei der Darstellung

von exzentrischen Modellrelationen eine Rolle zu, deren Wichtigkeit oft unterschätzt wird, wie Gespräche mit Teilnehmern an Kursen zur Physio-Logischen Artikulatorprogrammierung immer wieder zeigen (siehe www.cmd.academy/pla/). Anfangs musste man sich noch die

Mühe machen, die terminale Scharnierachse individuell am Patienten zu bestimmen – vielleicht wurden die gefundenen Scharnierachsenpunkte dann auf der Haut tätowiert, um das zukünftige Anlegen des Gesichtsbogens zu erleichtern. Aber man war sich der Unterkiefer-

bewegungen, die man hierfür manipulieren musste, auf jeden Fall bewusst, wie auch der Abweichungen, die man immer wieder fand, wenn man nach einiger Zeit die terminale Scharnierachse wieder neu bestimmte. Mit der Einführung sogenannter mittelwertiger Gesichtsbögen¹⁰ entfiel jedoch die Bestimmung der terminalen Scharnierachse am Patienten und man stellte den Gesichtsbogen lediglich auf die vermutete Position der mandibulären Kondylen ein. Von dort war es nur noch ein kleiner Schritt zu den bis heute üblichen Gesichtsbögen, die sich nicht mehr an palpieren oder vermuteten Kondylstellungen orientieren, sondern an den externen Gehörgängen.³

Während sich im deutschen Sprachraum hierfür die Bezeichnung „schädelbezüglich“ etablierte, verfestigte sich bei den Anwendern die Überzeugung, dass diese Form der Modellübertragung auch funktionsgerecht sei und keinerlei Kontrollen des so erreichten Resultats erforderten. Diese weit verbreitete Vorstellung, dass eine Modelleinstellung mit einem Mittelwertbogen ohne Frage „richtig“ ist, hat auch dazu geführt, dass an dieser Stelle kaum jemand nach Fehlern sucht. Hat man das Problem, dass eine im Artikulator gefertigte Arbeit – sei es eine Schienen oder Prothetik – bei der Eingliederung okklusal nicht passt, so sucht man vergebens nach dem Grund dafür, wenn sich dieser hinter Übertragungsfehlern bei der Modelleinstellung verbirgt.

Jedoch ist es hilfreich, wenn man das Ziel, dem die Einstellung von Modellen in einem Artikulator dient, nicht aus den Augen verliert: Der Artikulator ist nicht etwa der ideale Patient, wie gelegentlich in der Werbung behauptet wird, sondern ein Gerät, das dabei helfen soll, die Gestaltung von okklusalen Störungen so weit als möglich zu vermeiden. Die Arbeit an der Okklusion kann in einem Ar-

tikulator mit erheblich mehr Übersicht erfolgen als später im Mund des Patienten bei Korrekturen. Es sollte also nicht darum gehen, den Patienten samt möglicher Funktionsstörungen in einen Artikulator zu kopieren, sondern darum, im Artikulator eine Arbeiterleichterung für die Gestaltung von Okklusion zu finden, die im Mund möglichst wenige Korrekturen erforderlich macht.

Hierbei bringt der maximale Aufwand nicht automatisch das bessere Ergebnis: Wird z. B. im Artikulator die vertikale Zuordnung der Modelle nicht verändert, so braucht man sich um deren Programmierung bzw. um die Winkel, die dabei ins Spiel kommen, keinerlei Gedanken zu machen.

Die Referenzebene

Ein Aspekt der Gleichschaltung des Artikulators mit dem Patienten ist die Kommunikation zwischen Zahnarzt und Zahntechniker⁶ zur Optimierung des ästhetischen Resultates. Wichtiger noch ist allerdings die Gleichschaltung in Bezug auf die Bewegungsrichtungen im Mund des Patienten, denn der Techniker hat bei der Gestaltung der Okklusion kaum Anhaltspunkte zur Vermeidung von Störungen, wenn er im Artikulator Stellungen zwischen antagonistischen Kauflächen nicht nachvollziehen kann, die der Patient ohne weiteres einnehmen kann. Zwar mag es Patienten oft möglich sein, sich an solche okklusalen Störungen zu gewöhnen bzw. diese durch die Anpassung ihrer Bewegungen zu vermeiden, aber sie stellen eine unnötige chronische Belastung dar, die gerade bei CMD-Patienten mit reduzierter Kompensationsfähigkeit unerwartet Probleme hervorrufen kann (Abb. 5).

Da die Referenzebene in der Regel automatisch mit dem Gesichtsbogen festgelegt wird, findet sie kaum Beach-

tung und kaum jemand ist sich ihrer Bedeutung bei der Reproduktion von Bewegungen im Artikulator bewusst. Auch ist nicht jede Referenzebene klinisch gleichermaßen geeignet, sondern es gibt solche, die zielführend sind, und andere, die mehr Probleme aufwerfen als lösen.

Gesichtsbogentechnik

Bis zur Einführung der Gnathologie gab es unter den Altmeistern der Prothetik hierüber praktisch keine Diskussion. Das Modell des Unterkiefers wurde als erstes im Artikulator eingestellt und zwar mit der Kauebene parallel zur Tischebene. Das Bonwill-Dreieck diente der mittigen Modellausrichtung in der Transversalen und der Zuordnung zur Artikulatorachse in der Sagittalen. Mit der Gesichtsbogenübertragung begann man nun, das Modell des Oberkiefers zuerst im Artikulator einzustellen, und zwar so, dass es zum Unterkiefer passte, wenn dieser in seine retrale Grenzstellung manipuliert wurde, in der sich die terminale Scharnierachse ermitteln ließ. Die meisten Anwender stellen jedoch heute das Modell des Unterkiefers nicht in der retralen Grenzstellung ein, zu der passend das Oberkiefermodell mit dem Gesichtsbogen übertragen werden soll, sondern anterior dazu. Dadurch steht die Artikulatorachse in einer anderen Relation zu den unteren Modellzähnen, als dies zwischen den Zähnen im Mund des Patienten und seiner terminalen Scharnierachse der Fall ist.

Mit der gnathologischen Gesichtsbogentechnik verließ man die bis dahin übliche Referenz zur Okklusalebene und ersetzte sie durch Schädelebenen, die am Modell nicht nachvollziehbar sind. Wenn es darum geht, Höcker-Fossa-Relationen bei Bewegungen im Artikulator mit denen im Mund des Patienten gleichzuschalten, ist es von Vorteil, einen gemeinsamen Bezug zu haben, zu dem

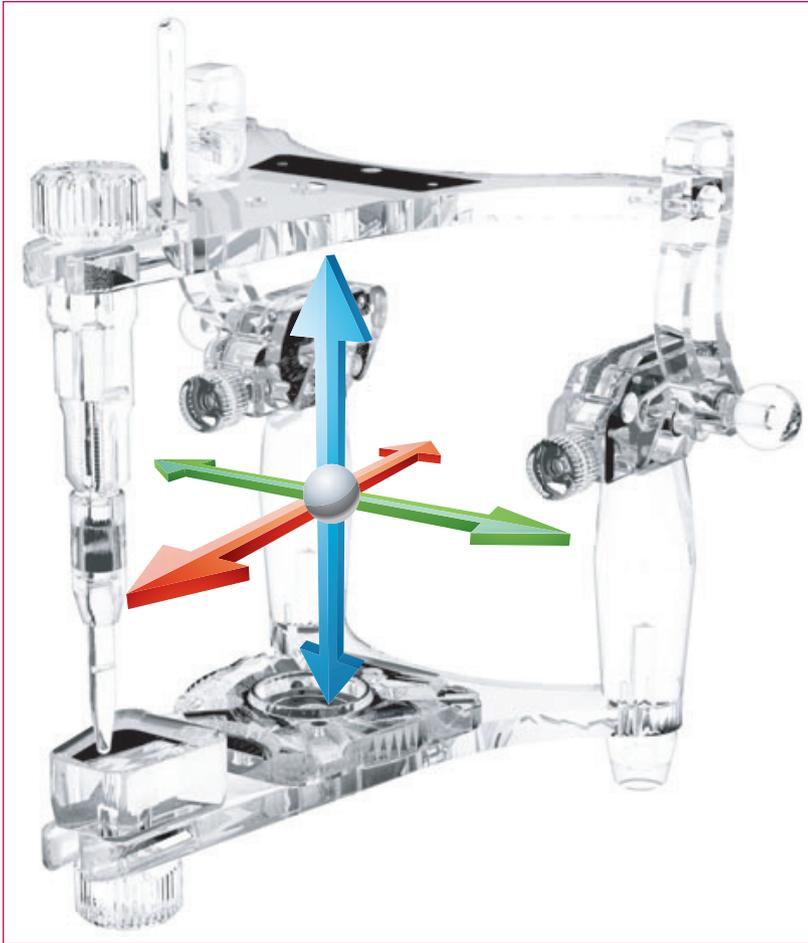


Abb. 5 Meist wird bei dem gewohnten Ablauf der Modellübertragung übersehen, dass die Einstellung des ersten Modells zur Tischebene im Artikulator die prinzipiellen Bewegungsrichtungen vorgibt, die dort dann wiedergegeben werden. Fehler bei diesem Schritt können durch die Einstellung des Artikulators später nicht wieder ausgeglichen werden.

man diese Bewegungen hier wie dort messen bzw. kontrollieren kann. Heute können wir Bewegungen und dadurch veränderte Zuordnungen zwischen antagonistischen Kauflächen elektronisch auf direktem Weg in allen sechs Freiheitsgraden aufzeichnen, und es besteht eigentlich kein Bedarf mehr für den Umweg über die terminale Scharnierachse als Übertragungsreferenz. Wo dies früher aufgrund von mechanischen Limitationen als notwendig erachtet wurde, lässt sich heute jede denkbare Bewegung zwischen antagonistischen Kauflächen in allen Freiheitsgraden virtuell darstellen,

auch dann, wenn dies mit mechanischen Geräten nicht möglich ist. Stattdessen haben wir jedoch mechanische Artikulatoren samt ihrer Limitationen und Fehler virtualisiert. Das Festhalten am Konzept der terminalen Scharnierachse entspringt daher eher dem Unwillen zum Umdenken als einer technischen Notwendigkeit.

Korrekte Bewegungsrichtungen

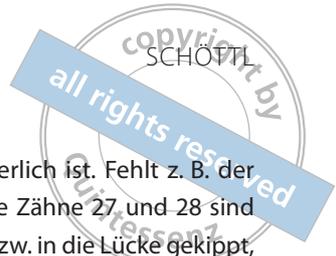
Und dennoch bleibt es unverändert wichtig, dass solche Bewegungen im Mund zur gleichen Referenz erfasst werden, zu der sie im Artikulator wiederge-

geben werden, sei es nun virtuell am Computer oder mechanisch im Artikulator. Die Modellübertragung hat dabei die (oft unerkannte) Aufgabe, die prinzipiellen Bewegungsrichtungen zwischen Patient und Artikulator gleichzuschalten, um Fehler zu vermeiden, die sich auch durch die aufwändigsten Einstellmöglichkeiten nicht mehr beheben lassen.⁷ Je mehr Variable man dabei zwischen diese Bewegungsrichtungen und die Referenz schaltet, zu der man die Modelle überträgt, desto unsicherer wird das Ziel erreicht. Hier ein Beispiel, um diese Erkenntnis zu verdeutlichen:

Man könnte z. B. auf die Idee kommen, den Gesichtsbogen am Schädel mit der Wasserwaage auszurichten, weil dies mit hoher Präzision reproduzierbar ist. Wäre dies eine zielführende Referenz für die Modellübertragung?

Hierfür muss man zuerst fragen, zu welcher Referenz wir so Bewegungen des Unterkiefers eigentlich darstellen würden. Die Antwort ist „mit Respekt zur Erdanziehung“, denn sie ist die Kraft, die das Wasser bzw. die Luftblase der Wasserwaage ausrichtet. Auch wenn wir diese Referenz zuverlässig in den Artikulator übertragen könnten, würden dort bei jeder Veränderung der Kopfhaltung des Patienten während der Gesichtsbogenübertragung andere Bewegungen wiedergegeben. Wir hätten also zwar eine Konstante, aber sie stünde in keinem festen Verhältnis zu den Bewegungsrichtungen des Unterkiefers, den der Patient schließlich ebenso gut im Liegen bewegen kann, wenn sein Kopf eine völlig andere Ausrichtung zur Erdanziehung hat.

Bei einem perfekt symmetrisch gewachsenen Schädel mögen die externen Gehörgänge eine gute Referenz für die Horizontale, Frontale und Transversale bilden, sodass es damit im Artikulator zur korrekten Abbildung der Bewegungsrichtungen käme. Steht jedoch ein



Gehörgang etwas höher, so würde eine um die Längsachse gekippte Modellposition im Artikulator resultieren, sodass dort die Vertikale nicht in Übereinstimmung mit der Patientenbewegung dargestellt würde. Stünde ein Gehörgang etwas anterior zum anderen, so käme es zu einer um die Hochachse verdrehten Modellposition im Artikulator, bei der dann Sagittalbewegungen falsch dargestellt würden.

Bipupillarlinie

In ähnlicher Weise bildet die Bipupillarlinie zwar eine bequeme Referenz für die Modellübertragung, erreicht das Ziel aber nur, solange kein vertikaler Stellungsfehler der Augen vorliegt. Ist dies jedoch der Fall, so stimmt das Mittelot auf die Bipupillarlinie nicht mit der vertikalen Symmetrieachse und Bewegungsrichtung im Patienten überein und sowohl Vertikale als auch Horizontale würden im Artikulator vom Patienten abweichen. Will man jedoch z. B. die horizontale Blickrichtung des Patienten als Übertragungsreferenz nehmen, so macht man sich neben dieser auch noch von weiteren Variablen abhängig und die Referenz bildet nun die Summe aller Faktoren, welche zu einer bestimmten Kopfhaltung bei einer bestimmten Blickrichtung führen, aber nicht mehr die Bewegungsrichtungen des Unterkiefers.

Okklusalebene als Referenz

Geht es um die Reproduktion von Höcker-Fossa-Beziehungen im Artikulator, so bietet die Okklusalebene die unmittelbarste Referenz, zu der im Mund des Patienten gemessen und im Artikulator kontrolliert werden kann. Dem Leser, der Zugriff auf axiographische Messungen hat, sei an dieser Stelle empfohlen, dies einmal selbst auszuprobieren, indem z. B.

die Bewegung an der mesiobukkalen Höckerspitze eines ersten Molaren am Patienten aufgezeichnet wird und dann die Bewegung am gleichen Punkt im Artikulator nachgemessen wird, indem man das Axiographiegerät an den montierten Modellen anlegt. Der Autor fand bei solchen Vergleichsmessungen erstaunlich große Abweichungen, trotz des Einsatzes aufwendiger Technik und viel Zeit zur Modellübertragung und Einstellung des Artikulators.

Eine sinnvolle Referenzebene hat daher die Aufgabe, Bewegungsrichtungen im Artikulator mit denen im Mund des Patienten möglichst zuverlässig gleichzuschalten und den Erfolg dieser Gleichschaltung überprüfbar zu machen. Beides ist bei der Referenz zur Okklusalebene gegeben. Gleichzeitig wird das Arbeiten im Artikulator einfacher, denn man kann nun in zahnbezogenen Winkeln, z. B. Disklusionswinkeln, denken, statt in Bennett- oder Kondylbahnwinkeln, deren genauer Einfluss auf die Gestaltung einzelner Elemente in der Kaufläche vielen nicht einmal schemenhaft vor Augen ist.

Bedarf ein gesicherter Bezug für die Ausrichtung des Modells um seine Längsachse schon einiger Sorgfalt, so ist die Modellausrichtung um die Querachse eher noch problematischer. Häufig wird hierfür die Camper-Ebene² zitiert, jedoch hatte Camper in seinem 1792 erschienenen Werk keinerlei zahnärztliche Interessen im Blick und war im Bezug auf den Unterschied zwischen lebenden Gesichtsschädeln und Knochenschädeln einigermassen vage⁸. Da über die Entwicklung der Kauebene bei unterschiedlichen Wachstumsmustern und Zahnbogenformen kaum gesicherte Erkenntnisse vorliegen, sollte man von deren willkürlicher Veränderung lieber Abstand nehmen und nur soviel korrigieren, wie zur gesicherten Übertragung der Bewegungs-

richtung erforderlich ist. Fehlt z. B. der Zahn 26 und die Zähne 27 und 28 sind aufgewandert bzw. in die Lücke gekippt, so ist dort wahrscheinlich der Verlauf der Okklusalebene kompromittiert. Bei der Modellübertragung gleicht man dann lediglich diese Differenz zur rechten Seite soweit aus, dass die korrekte Ausrichtung des Modells um seine Längsachse wiederhergestellt ist, ohne jedoch das Modell um seine Querachse neu auszurichten. Letzteres sollte nur zur Korrektur von grob fehlerhaft ausgerichteter Prothetik erforderlich sein.

Die horizontale Kondylbahnneigung (HCN)

Obwohl er keine Muskeln und Faszien hat, keine Propriozeption und nichts fühlt, stellen wir uns den Artikulator gerne als idealen Patienten vor, denn er lässt sich in einer vorhersehbaren Weise führen, die man sich beim Patienten nur erträumen kann. Mit der Axiographie misst man am Patienten die Einstellwinkel, mit denen man dann die einzelnen Führungsflächen im Artikulator einstellt – ein Vorgehen, das verführerisch plausibel erscheint.

Jedoch gibt es auch die andere Sicht auf den Artikulator als Konstruktionsgerät, das bei der Gestaltung von Okklusion ebenso nützlich ist, wie ein Zirkel zum Zeichnen eines Kreises. Der Artikulator als Werkzeug: Der erste Schritt in diese nüchterne Welt, in welcher der Artikulator unverklärt als Modellhalter dient, erfolgte mit der Rückkehr zur Okklusalebene als Referenz.

Aus der ersten Sicht ist die kurvilineare Kondylbahnneigung eine der Errungenschaften, die den Artikulator noch menschenähnlicher macht. Sieht man jedoch aus der zweiten Sicht etwas genauer hin, so stellt sich die Frage, an welchem Punkt der Wölbung der einge-



stellte Kondylbahnwinkel eigentlich auftritt. Betrachtenswert für die Okklusalgestaltung sind in erster Linie die okklusionsnahen Bezüge der Elemente von antagonistischen Kauflächen, und woher soll man wissen, welchen Winkel die Tangente auf die Kurve der Kondylbahnführung jeweils hat?

Mit der horizontalen Kondylbahnneigung stellt man ein, wie steil das Ober-

teil eines Artikulators posterior vom Unterteil bei der Translation abhebt. Bei der Protrusion erfolgt dieses Abheben beidseitig gleichermaßen, solange links und rechts die gleiche HCN eingestellt wird. Während die Modelle zueinander in der Sagittalen verschoben werden, ändert das obere Modell auch die Ausrichtung um seine Querachse. Sind links und rechts unterschiedliche Winkel ein-

gestellt, so kommt zusätzlich ein Rollen um die Modell-Längsachse hinzu.

Bei der Seitbewegung wird oft übersehen, dass sie im Artikulator als einseitige Translation ausgeführt wird, die eine einseitige Disklusion auf der Mediotrusionsseite bewirkt und umso steiler ausfällt, je größer die eingestellte HCN ist. So entsteht bei der Bewegung der unteren Seitenzähne nach lateral (bzw. im Artikulator die der oberen nach medial) zusätzlich eine Rollbewegung um die Modell-Längsachse, durch welche die Zähne auf der Mediotrusionsseite besonders posterior von einander abgehoben werden, was dort zur Modellierung von Hyperbalancen verleitet. Je nach Zahnstellung und Kontur können diese überkonturierten Abhänge dann die Retrusion stören. Ist die HCN asymmetrisch eingestellt, werden links und rechts womöglich unterschiedlich kräftige Hyperbalancen modelliert, die dann wahrscheinlich auf der steileren Seite die Retrusion behindern.

Die Frage muss erlaubt sein, welcher Nachteil eigentlich zu befürchten steht, wenn man einfach die bei der Axiografie gefundene flachere Neigung auf beiden Seiten symmetrisch einstellt. Prinzipiell kann man nämlich auf symmetrisch geformten Kauflächen sehr wohl auch asymmetrisch funktionieren, aber es ist wenig wahrscheinlich, dass eine symmetrische Funktion auf asymmetrisch geformten Kauflächen jemals wieder erzielt werden kann (Abb. 6 und 7).

Wir werden diesem Prinzip noch öfters begegnen. Solange eine Kaufläche aufbeißt, liegt die Gefahr nicht bei der Gestaltung zu vieler Freiräume, sondern bei der von zu wenigen.

Seit die retrale Grenzposition des Unterkiefers nicht mehr als anzustrebende Bisslage gilt, muss man sich unbedingt mit der Retrusion als Funktionsbewegung näher beschäftigen. Diese ist eine

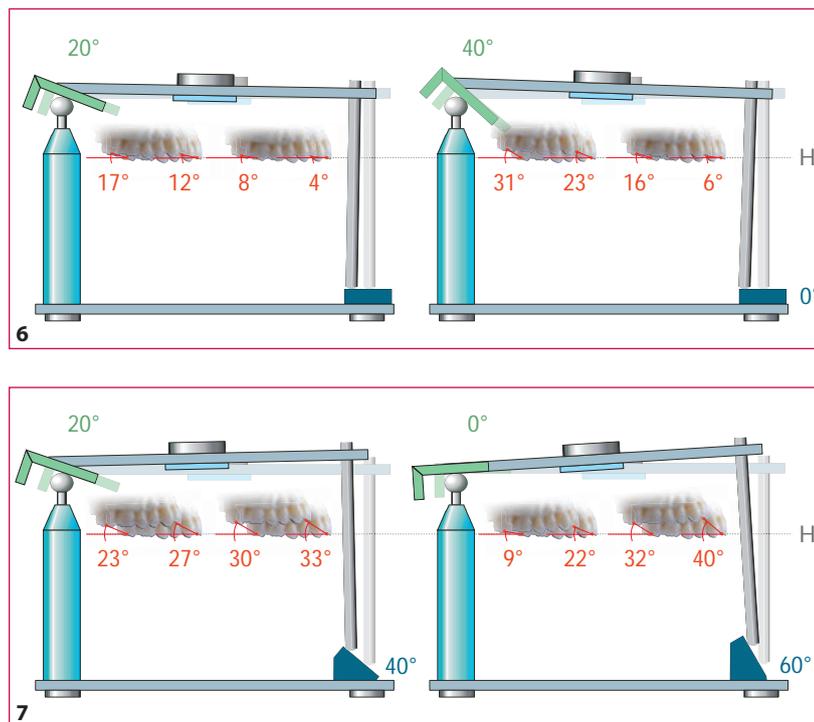


Abb. 6 Disklusionswinkel in der Sagittalen in Abhängigkeit von der HCN bei unterschiedlichen Abständen der Modelle zur Artikulatorachse. Je größer die HCN, desto steiler hebt das Artikulatoroberteil posterior bei der Translation ab. Wird der Stützstift nicht geführt, so wird der Disklusionswinkel umso flacher, je weiter anterior man ihn im Artikulator misst. Bei einer solchen Artikulatoreinstellung würde man die okklusalen Führungsflächen anterior flach und posterior steil ausbilden, solange anteriore Zahnkontakte den Disklusionswinkel nicht überlagern. Dies steht im Widerspruch zum Prinzip der sequenziellen Höckerneigung, bei dem man steile Führungsflächen gelenkfern anordnet und die gelenknahen flacher hält. **Abb. 7** Sobald man den Stützstift führt, lassen sich im Artikulator auch sequenzielle Höckerneigungen abbilden, die von anterior nach posterior flacher werden, solange die HCN flach genug ist. Im Physio-Logic Artikulator werden die Modelle in einem größeren Abstand vor der Artikulatorachse montiert. Daher kann er posterior ungewöhnlich flach mit einem HCN von 0° geführt werden, was bei Seitbewegungen Rollbewegungen um die Modell-Längsachse unterbindet und zur Gestaltung von mehr Freiräumen für die Mediotrusion zwingt. Im Verbund mit einer ungewöhnlich steilen Stützstiftführung lassen sich so im Physio-Logic Artikulator ohne weitere Einstellung der posterioren Führung Modellbewegungen darstellen, die bei der symmetrischen und störungsarmen Okklusalgestaltung behilflich sind.

zahngeführte Bewegung, deren Disklusionswinkel Funktionsbewegungen im Mund stören, wenn die Führungsflächen zu steil und gelenknah gestaltet werden. Auf der anderen Seite wird die Definition der Zentrik vernichtet, wenn die Retrusion zu flach verläuft, wobei man „steil“ und „flach“ besser nicht auf die Stellung der Ohren zum Nasenrücken bezieht, sondern als Disklusion aus der Okklusalebene betrachtet. Ein klinisch machbarer Ausweg liegt darin, dass man die retralen Führungsflächen prinzipiell nicht gelenknah auf die hinteren Molaren legt, sondern gelenkfern auf die Prämolaren. Im Artikulator als Konstruktionswerkzeug für die Okklusion kann man das erreichen, indem man zum einen Möglichkeiten für Retrusionsbewegungen vorsieht, die lieber zu groß als zu klein sind, und zum anderen, indem man die Führung der Artikulatorachse in der Retrusion mit einer surtrusiven Komponente versieht, wie das beim Physio-Logic Artikulator der Fall ist. Diese führt die posterioren Kauflächen bei der Retrusion etwas aufeinander zu, wobei die resultierende

tatsächliche Bewegung durch die Stützführung beeinflusst wird. So wird verhindert, dass man posterior versehentlich retrusive Störungen modelliert. Allerdings ist dabei eine Konsequenz, dass so viel Freiraum bei bezahnten Modellen möglicherweise nicht vorhanden ist und der Artikulator Retrusionsstörungen auf Gipszähnen anzeigt, die im Mund des Patienten nicht erreicht werden.

Der Bennett-Winkel

Die nach Bennett benannte Bewegung und deren Winkel wird seit ihrer Vorstellung vor der Royal Society of Medicine im Jahr 1908¹ kontrovers diskutiert. Gibt es diese Bewegung überhaupt und wenn, wie ist sie zu finden und zu messen?

Bezogen auf die Auswirkung auf Okklusalfächen im Artikulator sind diese Kontroversen jedoch von erstaunlich begrenzter Relevanz. Im Endeffekt steuert man durch die Einstellung des Bennett-Winkels die Breite des okklusalen Kompasses, der im Artikulator wiedergegeben werden kann. Sind im Artiku-

lator Stellungen zugänglich, die der Patient nicht erreichen kann, so schafft man vielleicht etwas zu viele Freiräume in der Okklusion, aber keine Störungen. Sind hingegen im Artikulator Seitbewegungen unzugänglich, die im Mund erreicht werden können, so besteht die Gefahr der Überkonturierung und solche Störungen müssen dann im Mund mühsam eingeschliffen werden. Hat man jedoch einen Artikulator, der eine Immediate Sideshift von 0,5 bis 1 mm ermöglicht, braucht man sich in den meisten Fällen um die Einstellung des Bennett-Winkels keinerlei Gedanken zu machen (Abb. 8 und 9).

Die Frage ist nun, welche Pfade bzw. Winkel direkt an den Zähnen im Mund bei Seitbewegungen messbar sind und wie diese im Vergleich zu denen ausfallen, die bei unterschiedlichen Einstellungen der Bennett-Winkel im Artikulator entstehen (Abb. 10).

Die Frage ist auch, wie überhaupt gemessen wird. Die Seitbewegung wird traditionell aus der Retrallage des Unterkiefers heraus gemessen und zwar unter

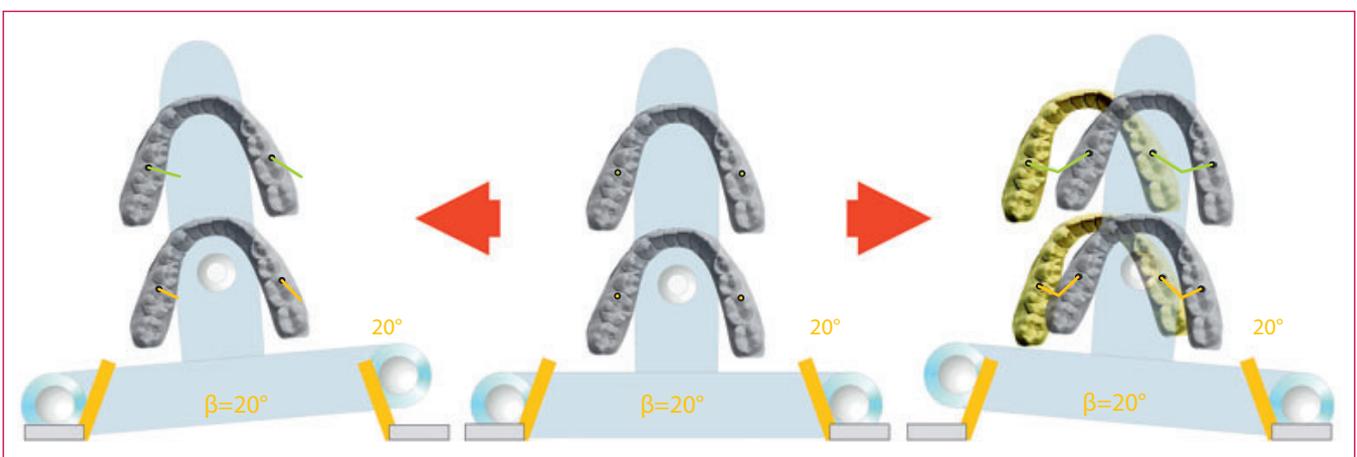


Abb. 8 Die Rolle des Bennett-Winkels bei der Seitbewegung, zum leichteren Verständnis anhand eines Arcon-Artikulators gezeichnet, bei dem das Unterteil bewegt wird. Der Bennett-Winkel wird mit Bezug zur Sagittalen eingestellt, hier auf 20°. Da sich die Kondyle auf der Mediotrusionsseite mit dem eingestellten Winkel nach einwärts bewegt, gleitet die Kondyle auf der Seite der Laterotrusion entlang ihres retralen Anschlages nach außen. So wird der im Artikulator abtastbare Kompass breiter, als wenn die Laterotrusionskondyle lediglich um ihre Hochachse rotiert. Eine Modellzuordnung weiter anterior bewirkt jedoch ebenso eine Verbreiterung des im Artikulator abtastbaren okklusalen Kompasses, ohne, dass man dazu den Bennett-Winkel verändern müsste.



Druck auf den Kieferwinkel nach transversal, um die Grenzbewegungen abzuführen. Resultiert diese Vorgehensweise aber tatsächlich in der Aufzeichnung eines okklusalen Kompasses mit dem maximalen Bewegungsumfang (Abb. 11)?

Fokussiert man bei seinen Messungen auf die Zähne, an denen man arbeitet, statt auf die Kiefergelenke, die man glaubt, für Übertragungszwecke zu benötigen, so wird schnell klar, dass die „Amputation“ der Retrusionsbewegung in der Gnathologie von Anfang an eine schlechte Idee war, die uns noch immer verfolgt, auch wenn wir zwischenzeitlich einige Artikulatoren mit einer Möglichkeit zur Retrusion ausgestattet haben.

Ähnlich wie die HCN kann man in einem konventionellen Artikulator auch den Bennett-Winkel symmetrisch ein-

stellen, hier jedoch, indem man den größeren Winkel beidseitig verwendet. Man sollte auch in Erwägung ziehen, prinzipiell einfach eine Immediate Sideshift von 0,5 bis 1 mm einzustellen, egal, ob diese an den Gelenkkondylen des Patienten

messbar ist oder nicht, einfach, um okklusale Freiräume im Seitenzahnbereich breiter anzulegen und Okklusalfreiräume dadurch auch automatisch so zu gestalten, dass sie weniger leicht zu Deflektionskontakten werden (Abb. 12 und 13).

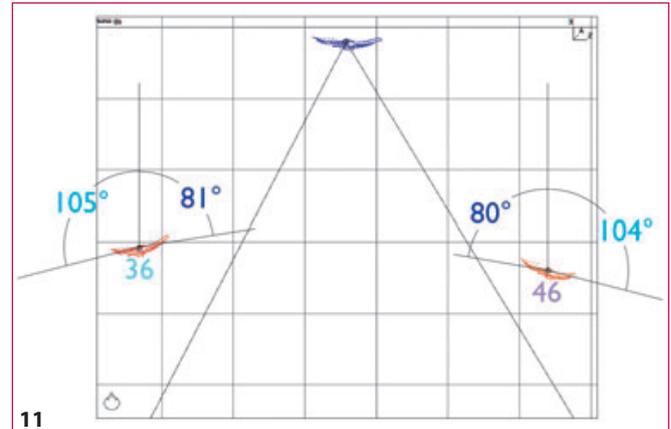
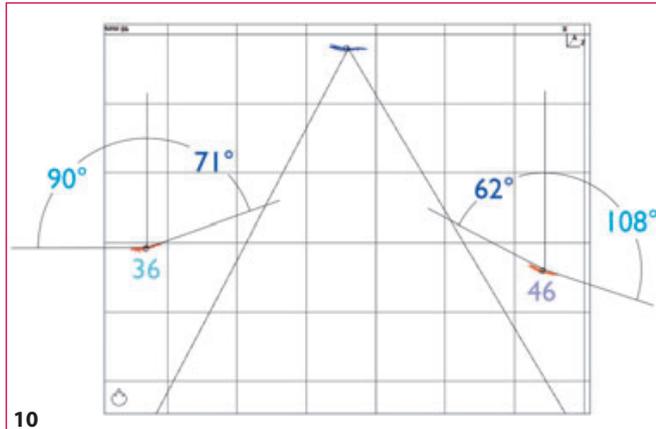
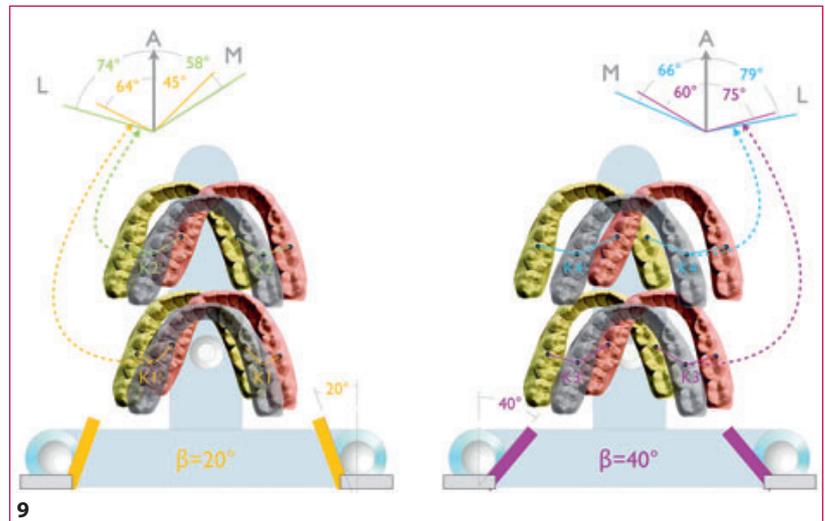
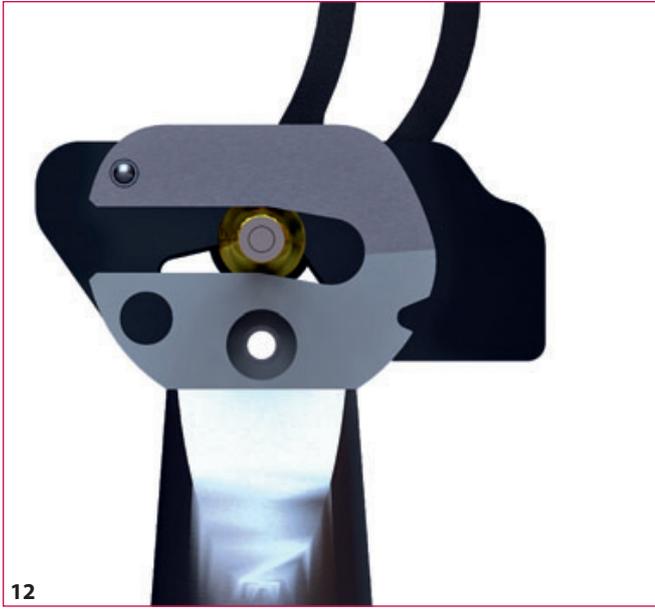


Abb. 9 Auswirkung der Öffnung des Bennett-Winkels von 20° auf 40° auf den okklusalen Kompass, im Vergleich zur Verlagerung der Modelle nach anterior, wie sie oft erforderlich ist, um im Artikulator bei vertikalen Bewegungen einen Schließwinkel zur Okklusalebene abzubilden, der den patienteneigenen Bewegungen nahe kommt. In diesem Beispiel wäre der Effekt durch die Verlagerung der Modellposition im Artikulator nach anterior auf die Bewegung der mesiobukkalen Höckerspitzen der ersten Molaren ähnlich wie die Öffnung des Bennett-Winkels von 20 auf 40°. **Abb. 10** Messung der manipulierten Seitbewegung am mesiobukkalen Höcker der ersten Molaren links und rechts. Der Unterkiefer wurde zuerst nach retral manipuliert und dann unter transversalem Druck auf den Kieferwinkel zur Seite. Am Zahn 36 ergibt sich eine Laterotrusion mit einem Winkel von 90° zur Sagittalen, die im Artikulator nur mittels einer Immediate Sideshift-Einstellung darstellbar ist. Im rechten Kiefergelenk liegt eine Diskusverlagerung vor, wodurch der Unterkiefer im Verlauf der Seitbewegung progressiv weiter nach retral manipulierbar ist. So entsteht dort ein Laterotrusionswinkel von 108°, also 18° über die Transversale hinaus nach retral, der in konventionellen Artikulatoren nicht darstellbar ist. **Abb. 11** Messung der habituellen Seitbewegungen ohne Manipulation, am gleichen Patienten. Ausgangslage ist eine Wohlfühlstellung auf einem wassergefüllten Bisskissen, statt der manipulierten Retrallage des Unterkiefers. Aus dieser Startposition führt der Patient die Seitbewegung durch die gleichzeitige Retrusion der Laterotrusionskondyle und Translation der Mediotrusionskondyle aus. Die Auswirkung auf den okklusalen Kompass am ersten Molaren ist erstaunlich: Zum einen tritt nun beidseitig ein retraler Vektor in Erscheinung, der in einem konventionellen Artikulator nicht reproduzierbar ist, zum anderen sind die Seitbewegungen nun trotz Diskusverlagerung auf der rechten Seite fast perfekt symmetrisch.



12



13



14

Abb. 12 Ein wichtiges Konstruktionsmerkmal beim Physio-Logic Artikulator ist seine Kondylführung. Bei geschlossenem Zentri Schloss ist die Translation verriegelt und die Achse des Non-Arcon-Designs rotiert in der Kugel für zentrische Öffnungs- und Schließbewegungen. Bei offenem Zentri Schloss kann die Achse sowohl protrusiv als auch retrusiv verschoben werden, letzteres mit der erwähnten surtrusiven Komponente. Eine zusätzliche Immediate-Sideshift-Einstellung ermöglicht Lateralbewegungen im Bereich der posterioren Zähne, selbst wenn Eckzahnkontakt besteht. **Abb. 13** Mit beiden Zentri Schlössern geöffnet, kann das Oberteil des Physio-Logic Artikulators beidseitig nach hinten oder vorn geschoben werden, oder links und rechts gegenläufig. Wahlweise kann auch eine Kondylkugel fixiert werden, sodass sie nicht translatiert, sondern nur um ihre vertikale Achse rotiert, während die andere translatiert. So können vielschichtige Bewegungen im Artikulator wiedergegeben werden, wodurch er sich zum Abtasten der Okklusion in der Exzentrik besonders eignet. **Abb. 14** Der Führung des anterioren Stützstiftes kommt im Physio-Logic Artikulator ein hoher Stellenwert zu, denn sie stellt trotz der HCN von 0° einen Disklusionswinkel zwischen den posterioren Zähnen bei der Translation sicher. Der Autor verwendet entweder individuell mit Studienmodellen erstellte Stützstiftführungen oder, wie links im Bild, eine mittelwertige doppelte Führung. Die flachere wurde mit Modellen mit anterior offenem Biss erstellt, die sehr steil aussehende dahinter hingegen mit Modellen eines neutralen Gebisses. Die Führungen werden gewechselt, indem man den Inzisalteller einfach anders herum einsteckt.

Der Physio-Logic Artikulator

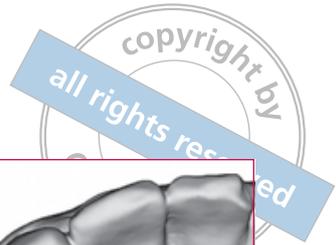
Trotz seines einfachen Aufbaus mit relativ wenigen Einstellmöglichkeiten ist im Physio-Logic Artikulator die Wiedergabe komplexer Bewegungen möglich, z. B. retrusive Seitbewegungen, die bisher auch mit aufwendigen Artikulatoren kaum darstellbar waren. Dabei nimmt die anteriore Führung, sei es am Stützstift oder direkt auf den Frontzähnen, eine wichtige Rolle ein, denn durch sie wird erreicht, dass trotz des ungewöhn-

lich flachen HCN von 0° mit Respekt zur Okklusalebene bei den posterioren Seitenzähnen ein Disklusionswinkel entsteht (Abb. 14).

Freilich ist dieses Konzept neu und fordert dem Anwender die Änderung einiger Gewohnheiten ab. Auf der anderen Seite ist es jedoch leicht möglich, den Physio-Logic Artikulator im Wechsel mit konventionellen Artikulatoren der gleichen Bauhöhe (126 mm) einzusetzen. Die MediPlus GmbH (www.mediplus-shop.de) liefert den Physio-Logic Artikulator in

der Regel mit bereits gleichgeschalteten Multisplit Magnetaufnahmen der Firma Baumann Dental aus. Hiermit können sowohl Adesso Split Sockelplatten verwendet werden als auch Splitex Sockelplatten von Amann Girrbach. Wahlweise wird dem Artikulator die untere Multisplit-Aufnahme beigelegt, sodass sie im Labor mit einem eigenen Richtschlüssel verklebt werden kann.

Zur Eingewöhnen kann man so den Physio-Logic Artikulator zunächst als Tastgerät einsetzen, um in einem an-



deren Artikulator erstellte okklusale Arbeiten in den Bereichen auf Störungen abzutasten, die dort nicht zugänglich sind. Wichtig hierfür ist die Referenz zur Okklusalebene, da ohne diese exzentrische Bewegungen mit unvorhersehbaren Disklusionswinkeln erfolgen (Abb. 15).

Nun soll jedoch keineswegs der Eindruck entstehen, das Ziel sei immer die Okklusion mit Gruppenführung. Zwar könnte man sie so im Physio-Logic Artikulator gestalten. Durch die Steuerung, die im Seitenzahnbereich eher flacher ist als im Patienten, wird sich bei der Eingliederung im Mund in der Regel dennoch eine Front-/Eckzahn geführte Okklusion einfinden. Jedoch ist nun die Okklusion auf den Seitenzähnen im okklusionsnahen Bereich weitgehend symmetrisch gestaltet, sodass keine Störkontakte in Erscheinung treten sollten, wenn im Lauf der Alterung der Schiene oder Prothetik einige Führungsflächen abradert werden.

Die Zentrik wird bei dieser Okklusalgestaltung in der Sagittalen zwischen den Frontzähnen und den Retrusionsfacetten auf den Prämolaren definiert und in der Transversalen zwischen den Eckzahnkontakten.

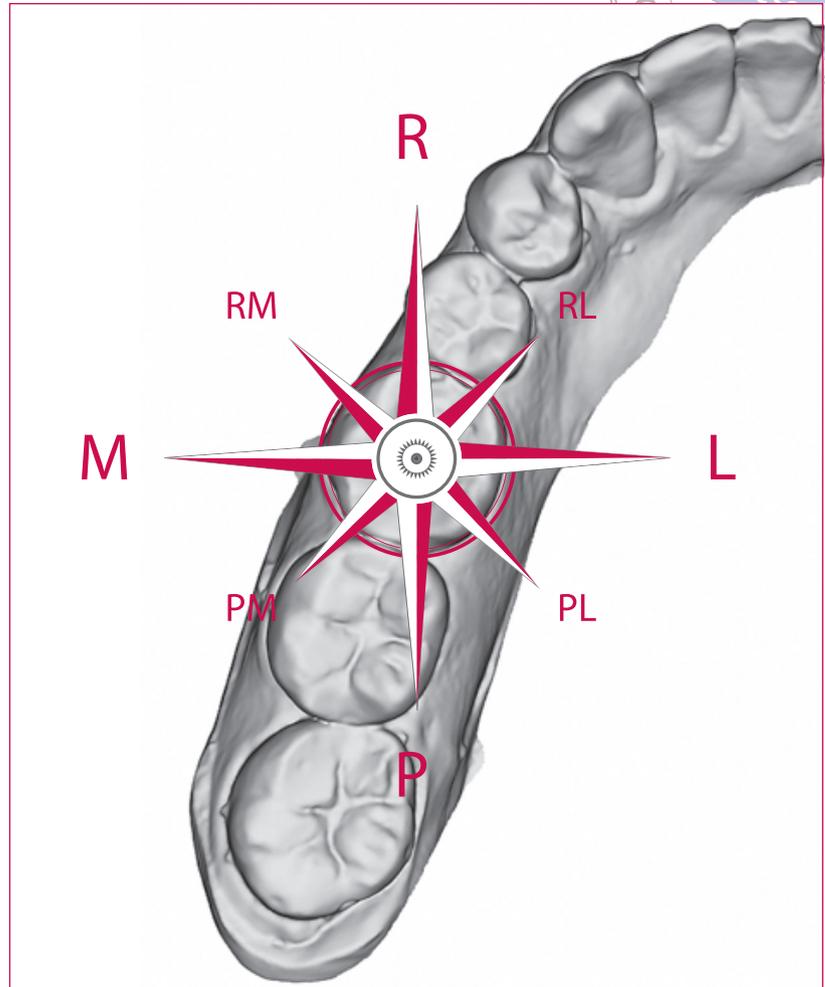


Abb. 15 Sobald Bisslagen umgesetzt werden, bei denen der Unterkiefer vor seiner retralen Bewegungsgrenze steht, ist der okklusale Kompass ohne retrale Bewegungen (Retrusion, die retrusive Mediotrusion und die retrusive Laterotrusion) im Artikulator nicht vollständig abgebildet. Die gegenläufige Kondylenbewegung im Physio-Logic Artikulator ermöglicht das sternförmige Abtasten der okklusalen Führungsflächen aus der Zentrik heraus in alle Richtungen.

Literatur

1. Bennett NG. A contribution to the study of the movement of the mandible. London: Proceedings of the Royal Society of Medicine, 1908.
2. Camper P. Über den natürlichen Unterschied der Gesichtszüge in Menschen in verschiedenen Gegenden und verschiedenen Alters; über das Schöne antiker Bildsäulen und geschnittener Steine nebst Darstellung einer neuen Art, allerlei Menschenköpfe mit Sicherheit zu zeichnen. Berlin: Vossische Buchhandlung, 1792.
3. Dragan WB. Face bow. U.S.Patent No. 4084319A, 1978.
4. Ogawa T, Koyano K, Suetsugu T. The relationship between inclination of the occlusal plane and jaw closing path. J Prosthet Dent 1996;76:576–580.
5. Posselt U. Terminal hinge movement of the mandible. J Prosthet Dent 2001; 86:2–9.
6. Schöttl R, Plaster U. Modellübertragung und Kommunikation zwischen Zahnarzt und Zahntechniker. Quintessenz Zahntech 2010;36:528–543.
7. Schöttl R. Die Kauebene: Referenzen und deren Konsequenzen im Artikulator. Myobyte 2013;5:27–38.
8. Schöttl R. Die Kauebene - von Camper bis zur Gegenwart. Myobyte 2013;5:5–11.
9. Schöttl R. Die Programmierung von Vertikalbewegungen im Artikulator. Quintessenz Zahntech 2014;40:886–899.
10. Stuart CE. Face Bow. U.S.Patent No. 3218716A, 1965.



Rainer Schöttl, D.D.S. (USA)
Schuhstr. 35
91052 Erlangen
E-Mail: rs@itmre.eu