



Zusammenfassung

Der Beitrag widmet sich dem Thema der korrekten Positionierung der Modelle im Artikulator, denn oft sind Verschiebungen, Verdrehungen und Verlagerungen der Modellposition im Artikulator Ursachen für Fehler bei der Gesichtsbogenübertragung. Des Weiteren wird auf die Wichtigkeit der korrekten Übermittlung von Daten wie Angaben zur Schädelmitte, der Horizontalen, der Vertikalen usw. an den Zahntechniker eingegangen, welche durch die Modelleinstellung im Artikulator kommuniziert werden können. Hierfür wird eine noch wenig bekannte Alternative zu den bisher üblichen Modellübertragungsmethoden vorgestellt, mit der die Autoren seit über 10 Jahren gute klinische Erfahrungen gemacht haben.

Indizes

Zahntechnik interdisziplinär, Kommunikation, Modellübertragung, Funktion, Artikulatorgleichschaltung, Übertragungsfehler

Modellübertragung und Kommunikation zwischen Zahnarzt und Zahntechniker

Rainer Schöttl, Udo Plaster

Bei der Kommunikation zwischen Zahnarzt und Zahntechniker denkt man vielleicht als erstes an die Zahnfarbe. Das Problem ist hier die räumliche Trennung zwischen Labor und Praxis: Während der Zahnarzt den Patienten vor sich hat, das Farbenspiel bei wechselndem Lichteinfall und in der natürlichen Umgebung im Mund des Patienten sehen kann, hat der Zahntechniker buchstäblich nur einen Abklatsch der Zähne des Patienten in Form eines Gipsmodells vor sich. Die Folgen einer ungenügenden Kommunikation zwischen Zahnarzt und Zahntechniker bei der Zahnfarbe dürfte jeder schon einmal erlebt haben, sie springen einem quasi ins Auge!

Es gibt aber auch Elemente bei dieser Kommunikation, die viel subtiler sind. Vielleicht erscheinen Zähne, die im Artikulator perfekt aussahen, im Mund des Patienten etwas schief (Abb. 1). Vielleicht stimmen die Mitte oder die Okklusion nicht ganz und der Patient erreicht Störkontakte, die es im Artikulator nicht gab.

Viele haben darauf geachtet, dass der Artikulator des Zahnarztes mit dem des Zahntechnikers gleichgeschaltet ist (Abb. 2). Was aber, wenn zwar die Modellsituation in beiden Artikulatoren übereinstimmt, aber beide nicht mit der Situation der Zahnbögen im Mund des Patienten? Ausgerechnet für diesen wichtigen Schritt haben wir keine

Einleitung



Abb. 1 Eine unliebsame Überraschung (links): Mitte und Zahnachsen stimmten zwar im Artikulator, nicht aber im Mund des Patienten! Rechts nach der Neuanfertigung auf korrekt übertragenen Modellen.



Abb. 2 Die Gleichschaltung der Artikulatoren.



Abb. 3 Das Abstrakt, mit dem der Techniker arbeitet, sollte der Realität entsprechen.



Kontrollmöglichkeiten. Im zahntechnischen Labor, wo aus vergleichsweise spärlichen Unterlagen so viel entstehen soll, wird einer der wichtigsten Faktoren oft stiefmütterlich behandelt: Die Modelleinstellung in den Artikulator, also die Gleichschaltung des Artikulators mit dem Patienten (Abb. 3).

Diese Gleichschaltung wird von der Übertragung des ersten Modells in den Artikulator in einem größeren Maße beeinflusst, als vielen bewusst ist. Vielfach findet diese Übertragung mit einem Gesichtsbogen statt und man verschwendet kaum einen Gedanken an Fehlermöglichkeiten bei diesem Schritt. Auch hat sich die Gnathologie seit ihren Ursprüngen deutlich gewandelt und weiterentwickelt, jedoch ist die Zielsetzung der Gesichtsbogenübertragung von Modellen heute die gleiche wie vor 60 Jahren: Man

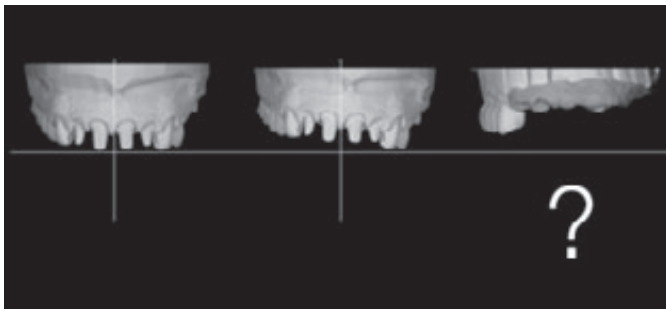


Abb. 4 Modelle alleine erlauben nur eine limitierte Interpretation der Situation.

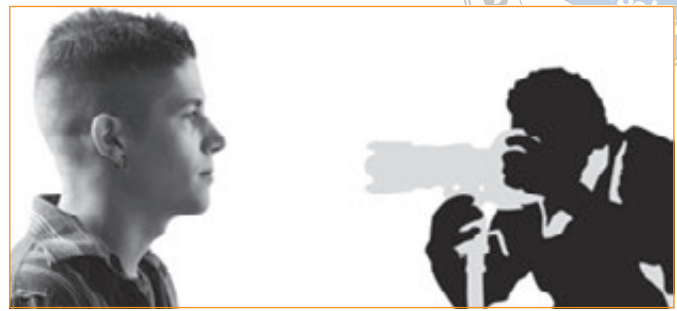


Abb. 5 Die Foto-Dokumentationen sollten aus einer ähnlichen Blickrichtung erstellt werden wie der des Patienten.

möchte das Oberkiefermodell passend zur terminalen Scharnierachse in den Artikulator übertragen.

Aus diesem Grund haben sich die Autoren auch dafür entschieden, in diesem Zusammenhang die ursprünglich gebräuchliche Terminologie, also teilweise abweichend von den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und Therapie, beizubehalten. Die im Folgenden vorgestellte Modellübertragungsmethode ist eine wenig bekannte, aber nach Überzeugung der Autoren gut funktionierende Alternative zu den bisher üblichen von der DGFT empfohlenen Methoden, mit der sie seit über 10 Jahren gute klinische Erfahrungen gemacht haben.

Wie etwas im Artikulator funktioniert oder auf dem Labortisch aussieht ist zweitrangig, denn der Patient ist letzten Endes der „Prüfstein“ für Funktion und Ästhetik (Abb. 4). Der Zahnarzt hat das Original vor sich, kann Formen und Farben aus unterschiedlichen Blickwinkeln und bei unterschiedlichem Lichteinfall sehen. Er sieht nicht nur die Zähne, sondern auch deren Umfeld und das in der Dynamik der Bewegungen und der Mimik des Patienten. Zwangsläufig arbeitet der Zahntechniker an einem Abstrakt des Ganzen. Umso wichtiger ist es daher, dass dieses ein möglichst fehlerfreier Auszug aus dem Original ist. Ideal ist es, wenn der Zahntechniker den Patienten selbst kennenlernen kann. Selbst dann ist er aber gezwungen, aus dem Gedächtnis zu arbeiten, sodass eine mimische Bilddokumentation wünschenswert ist. Hilfreich ist bei einer solchen Bilddokumentation (Abb. 5) eine standardisierte Portraitabfolge (Abb. 6a und 6b), welche die mimischen Veränderungen bei bestimmten Bewegungen festhält. Diese halten den Ist- (oft kompensierten) Zustand des Patienten fest, der nicht unbedingt dem Idealzustand entspricht. Gerade im Verbund mit einer zuverlässigen Modellorientierung (Abb. 7) erlaubt eine solche Bilddokumentation vielfältige Rückschlüsse auf die Natur der vorliegenden Kompensationen und die Zusammenhänge zwischen möglichen Komponenten wie Zahnverlust, Zahnwanderung, Biss Höhenverlust, funktioneller Asymmetrien etc. (Abb. 8a bis 8d).

Die Modellorientierung wird aber nicht etwa, wie man annehmen könnte, vom Bissregistrat dominiert. Dieses ist ohne Zweifel wichtig, aber es ordnet lediglich die untere Zahnreihe der oberen zu (Abb. 17). Die Einstellung des ersten Modells – dies ist nach gnathologischer Gepflogenheit⁴ das des Oberkiefers – ist aber das, was die Zuordnung der Modelle zu den Steuerelementen des Artikulators bestimmt. Die Wichtigkeit dieses Schritts wird nach Erfahrung der Autoren oft eklatant unterschätzt. Man vertraut auf die

Was sieht der Techniker im Vergleich zum Zahnarzt?



Abb. 6a und 6b Eine mimische Bilddokumentation, bei der man auch die Dynamik erahnen kann (Abb. 6a, v.l.n.r): im Schlussbiss, bei leichtem Lippenschluss, mit leicht geöffneten Lippen und beim Lächeln.



Abb. 7 Die insuffiziente Abstützung rechts führt zur Kompensation im Schlussbiss, welche sich im Bild durch Asymmetrien ausdrückt.



Abb. 8 a Auf dem Bild sieht man die Oberfläche, die Haut. Kompensiert wird auch in den Schichten darunter. b Verschiedene Kompensationsmöglichkeiten. c Kompensationen von Vorkontakten durch Veränderung der Kopfhaltung. d Wechselspiele von Körperhaltung und Biss.

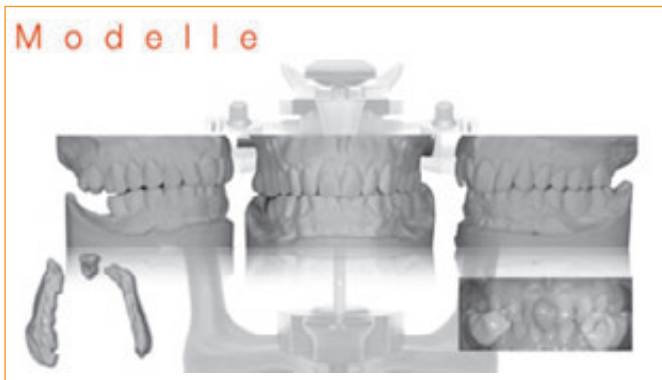


Abb. 9 Die Modellorientierung.



Abb. 10 Die Gesichtsmitte entspricht der Artikulatormitte.



Abb. 11 Die Camper'sche Ebene.

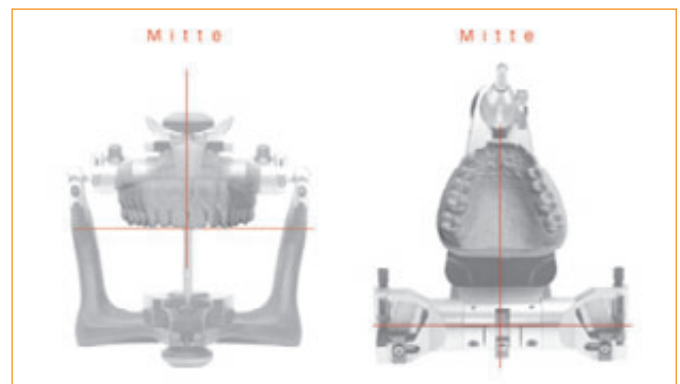


Abb. 12 Die Mitte des Artikulators kann sagittal die Schädel- und die Kiefermitte repräsentieren.

Routine der Übertragung mit einem Gesichtsbogen. Das Resultat wird selten hinterfragt und so gut wie nie überprüft. Egal ob die Übertragung des oberen Modells mittelwertig nach den Ohren ausgerichtet wird, nach einer kinematisch bestimmten terminalen Scharnierachse oder auf andere Weise, die Anordnung der Modelle im Artikulator hat das Potenzial, dem Techniker folgende Informationen zur Verfügung zu stellen, die, wenn sie verlässlich sind, seine Arbeit kolossal erleichtern und das Resultat vorhersehbarer gestalten können:

- Die Zahnbogenmitten können sich im Artikulator ebenso darstellen wie im Gesichtsschädel des Patienten. Die Artikulatormitte entspricht der Gesichtsmitte (Abb. 10).
- Die Bezugsebene kann ästhetisch und funktionell relevante Bezüge widerspiegeln, wie in der Frontalen die Parallelität zur Bipupillarlinie und in der Sagittalen die zur Camper'schen Ebene. Dies ermöglicht dem Techniker ohne Weiteres die Gestaltung einer funktionell und ästhetisch optimierten Kauebene, die zuverlässige Ausrichtung der Zahnachsen im Artikulator ohne Überraschungen bei der Einprobe etc. (Abb. 11).
- Die Mitte des Artikulators kann sagittal die Schädel- und Kiefermitte repräsentieren. Hierfür dürfen die Modelle nicht verdreht im Artikulator stehen, sodass z. B. eine Protrusionsbewegung im Artikulator die gleiche Richtung nimmt wie eine solche im Mund des Patienten. Auch stellt sich bei der mittigen Ausrichtung der Raphe-Me-

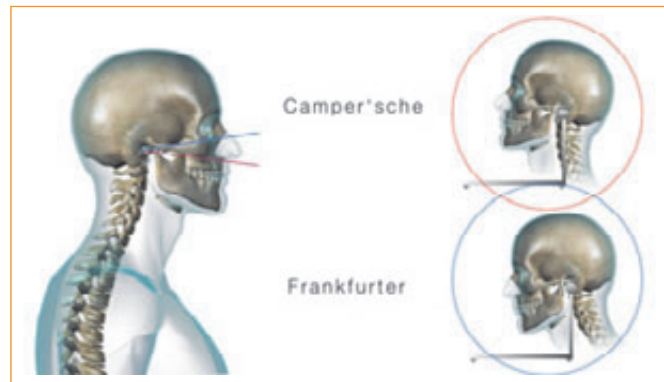


Abb. 13 Die Camper'sche Ebene im Vergleich zur Frankfurter Horizontalen.



Abb. 14 und 15 Die Betrachtungsrichtung und der Blickwinkel.



Abb. 16a und 16b Ein Problem bei der Orientierung nach der Frankfurter Horizontalen: eine künstliche Neigung der Zahnreihen.

dianlinie im Artikulator ein asymmetrisch geformter Zahnbogen wirklichkeitstreu dar und wird nicht etwa künstlich unter Verlust der Mitte symmetrisiert (Abb. 12).

Übliche Übertragungssysteme verwenden meist eine theoretische Bezugsebene, die diese Informationen nicht enthalten oder sie maskieren, weil die Modelle im Artikulator nicht so ausgerichtet sind, wie wir den Patienten sehen, bzw. wie er sich selbst sieht (Abb. 13). Es wäre wünschenswert, wenn der Techniker aus dem gleichen Blickwinkel auf die Zahnreihen der Modelle sehen kann, wie es der Patient tut (Abb. 14), wenn er sich im Spiegel betrachtet (Abb. 15), statt eine künstliche Neigung der Zahnreihen im Artikulator zu erzeugen, wie es bei der Orientierung nach der Frankfurter Horizontalen geschieht. Ist dagegen die idealisierte Kauebene die Bezugsebene, so fallen nach Erfahrung der Autoren zu lange oder zu kurze Zähne sofort auf (Abb. 16a und 16b) und deren ästhetischer und funktioneller Ausgleich geschieht bei der Herstellung einer prothetischen Versorgung fast von selbst. Der Techniker braucht lediglich im Artikulator gerade und symmetrisch zu arbeiten und hat die Gewissheit, dass sich die Restauration dann bei der Einprobe im Mund genauso darstellt (Abb. 17).

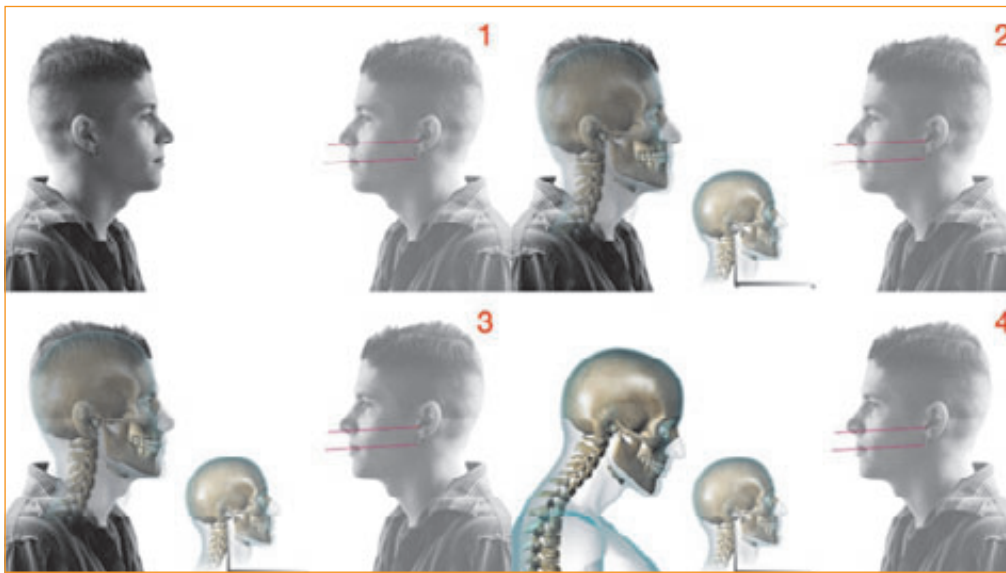


Abb. 17 Die Schädelebene entspricht der Artikularebene.

So wichtig eine naturgetreue Modelleinstellung für die ästhetische Qualität einer Restauration ist, so unverzichtbar ist sie für deren funktionelle Qualität. Es gilt hier, die Notwendigkeit zum nachträglichen Einschleifen im Mund so weit wie nur möglich zu reduzieren, denn dieser Arbeitsgang erfolgt immer mit schlechterer (Über-)Sicht im Mund, als im Artikulator. Nicht selten wird bei diesem Schritt eine sorgfältig gestaltete Okklusion wieder zerstört. Fehler bei der Übertragung der Modelle in den Artikulator können funktionelle Auswirkungen haben, die nicht nur mit der aufwändigsten Artikulator-Programmierung nicht mehr ausgeglichen werden können, sondern diese sogar zunichte machen können!

Die Modellübertragung mit einem mittelwertigen Gesichtsbogen gilt allgemein als hinreichend genau. Lohnt es sich überhaupt, hier nach möglichen Fehlern zu suchen?

Eine unveröffentlichte Studie der Autoren am Anatomischen Institut der Universität Erlangen, bei der 20 menschliche Schädel aus der kaudalen Perspektive fotometrisch vermessen wurden, ergab, dass in der Regel eine midsagittale Ausrichtung der Gaumennaht im Schädel zu erwarten steht (Abb. 18a bis 18c). Diese Dimension lässt sich im Artikulator leicht überprüfen, indem man die Gaumennaht am Modell anzeichnet, sie sollte in der Midsagittalen des Artikulators liegen, also weder verdreht noch seitlich verschoben. Schon bei der Kontrolle relativ weniger Oberkiefer-Modellpositionen im Artikulator wird man wahrscheinlich Abweichungen finden. Wie ist so etwas möglich (Abb. 19a und 19b)?

Mit einem mittelwertigen Gesichtsbogen positioniert man das Oberkiefer-Modell unter Berücksichtigung der externen Gehörgänge und einem anterioren Referenzpunkt, meist der Glabella. Diese Punkte sind im Schädel aber nicht unbedingt symmetrisch angeordnet. Liegt ein Porion weiter anterior als das andere, so wird das Oberkiefer-Modell verdreht übertragen. Ein Fehler um die Hochachse entsteht. Liegt eines weiter superior als das andere, so entsteht ein Fehler um die Längsachse (Abb. 20). Weicht der anteriore Referenzpunkt vom Mittelwert ab, so entsteht ein Fehler um die Querachse. Im Einzelnen entstehen daraus nach Erfahrung der Autoren folgende Konsequenzen:

Übertragungsfehler und funktionelle Auswirkungen

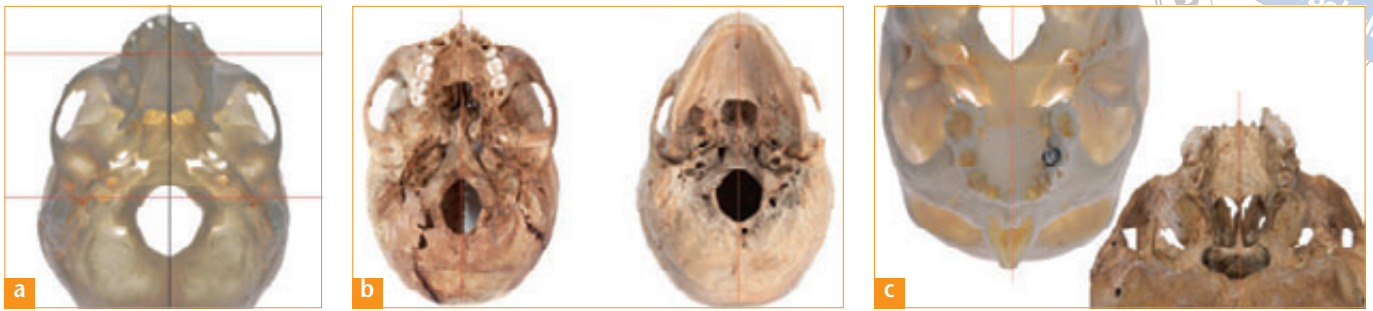


Abb. 18a bis 18c Schädel aus kaudaler Perspektive mit midsagittaler Ausrichtung der Gaumennaht im Schädel.

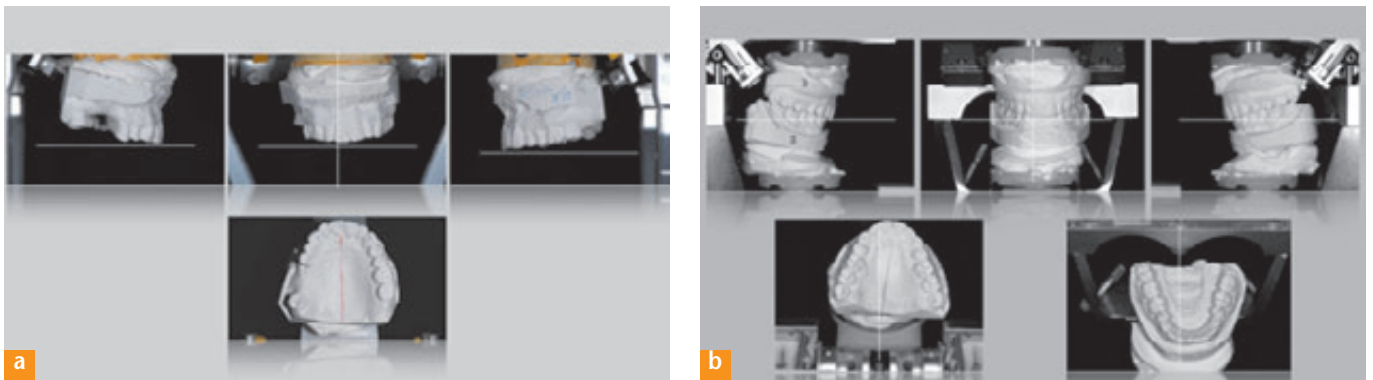


Abb. 19 a Ein Übertragungsfehler: die Modellneigung (Modelllage). b Ein Übertragungsfehler: Modelllage und Modellneigung.

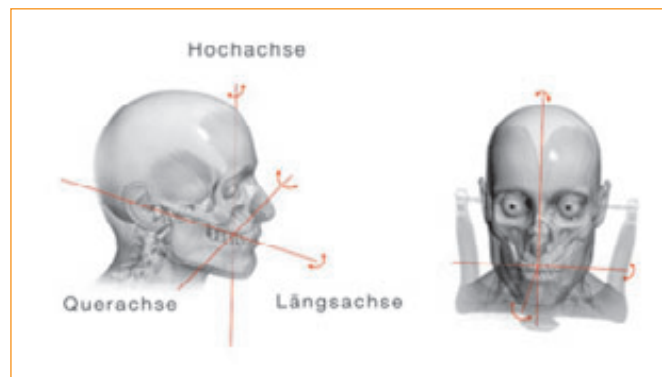


Abb. 20 Es gibt drei zu berücksichtigende Achsen: die Querachse, die Längsachse und die Hochachse.

- Übertragungsfehler um die Modellquerachse (Abb. 21a) wirken sich auf den Schließwinkel aus, mit dem der Artikulator die Zahnreihen von der Seite gesehen zusammenführt. Gleichzeitig stimmt auch die Ausrichtung der Kauebene und der einzelnen Zahnachsen von der Seite gesehen nicht, was zu Artefakten bei der Simulation der Horizontalbewegungen im Artikulator führt.
- Durch Übertragungsfehler um die Modelllängsachse (Abb. 21b bis 21d) geht die horizontale Referenz von vorne betrachtet verloren. Die Artikulatorachse hat nun einen anderen horizontalen Bezug zu den Zahnreihen, als es die Kiefergelenke in vivo haben und es kommt zu lateralen Zuordnungsfehlern bei vertikalen Änderungen im

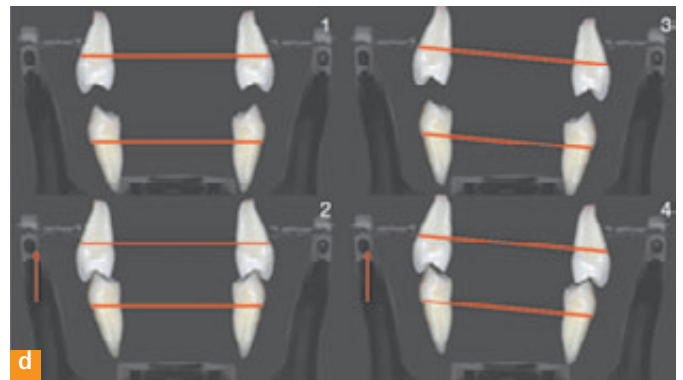
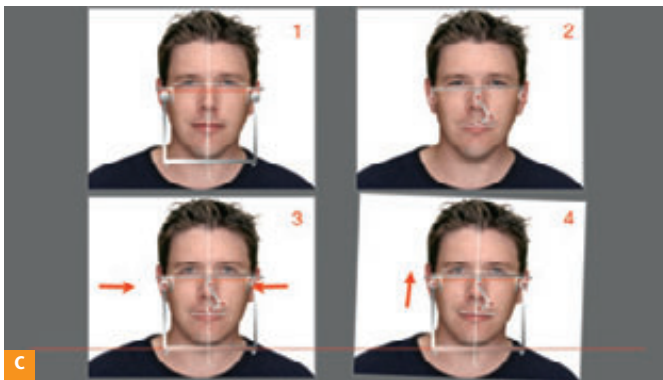
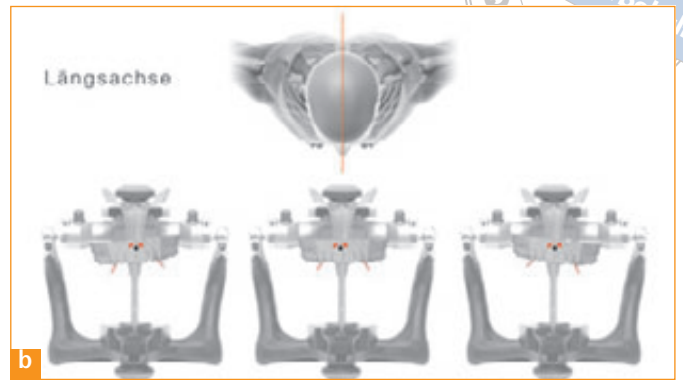
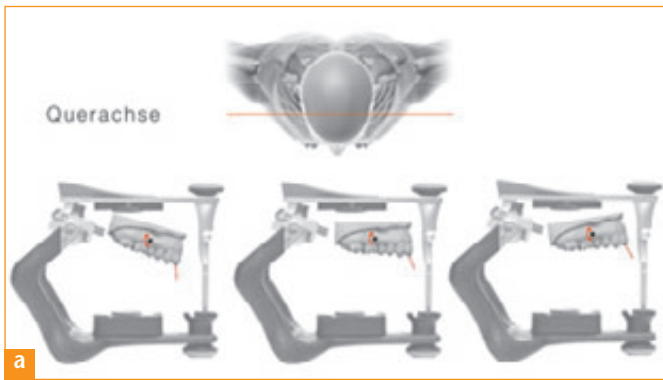


Abb. 21 a Die Querachse. b Die Längsachse. c Ein Übertragungsfehler um die Modelllängsachse durch asymmetrisch angeordnete Gehörgänge. d Bei der vertikalen Änderung im Artikulator kommt es zu lateralen Zuordnungsfehlern.

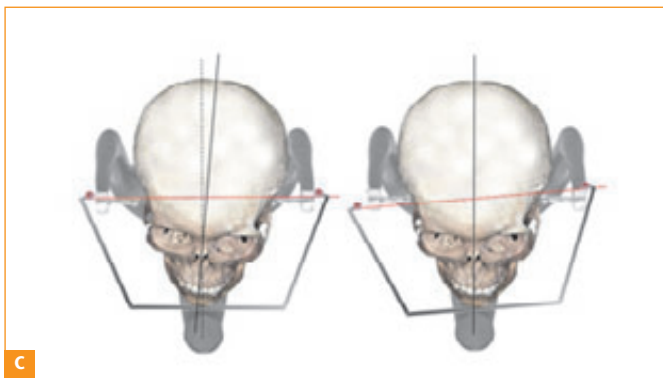
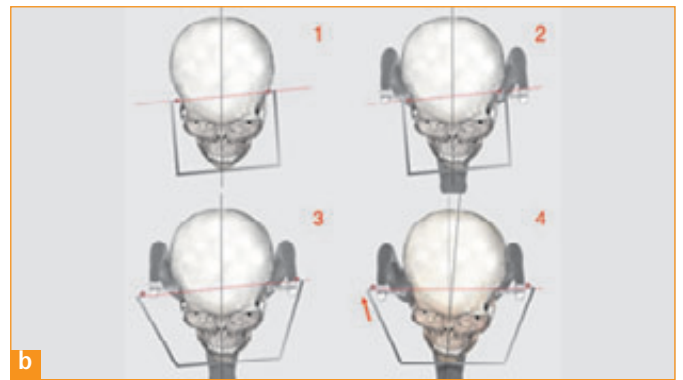
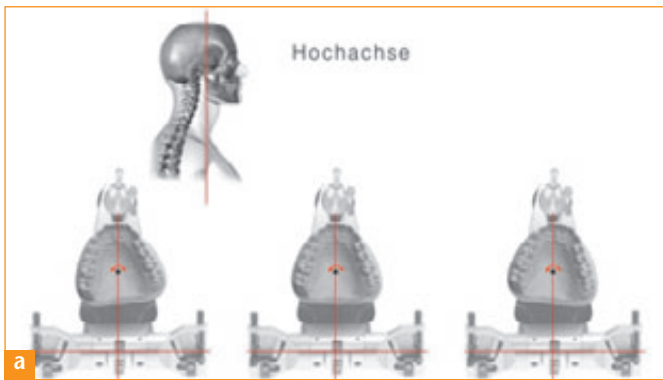


Abb. 22 a Die Hochachse (Oberkiefer). b Ein Übertragungsfehler um die Modellhochachse: Die Gehörgänge sind antero-posterior asymmetrisch angeordnet. c Ein Übertragungsfehler um die Hochachse.



Artikulator. Auch wird die Gestaltung symmetrischer Kauflächen durch die lateral falsche Zahnachsenstellung so gut wie unmöglich.

- Übertragungsfehler um die Modellhochachse (Abb. 22a bis 22c) können zu einer Verlagerung der Schneidezahnmitte führen oder zu einer asymmetrischen Anordnung der Seitenzähne im Artikulator. Dies verändert alle Vektoren des okklusalen Kompasses im Artikulator gegenüber der Situation im Mund.

Das HeadLines-Übertragungsregistrat

Die hier vorgestellte Systematik zur Modellübertragung mit HeadLines⁵ und HIP-Mount⁵ erfordert zwei Umdenkprozesse:

- Das Verlassen einer zur Kommunikation mit dem Techniker nutzlosen Referenzebene und stattdessen der Bezug zur Camper'schen Ebene und der Bipupillarlinie bzw., falls diese schief zum Gesichtsschädel steht, zum rechten Winkel auf dessen frontaler Symmetrieachse.
- Das Verlassen des Bezugs zur terminalen Scharnierachse und stattdessen die Positionierung der Modelle zu den posterioren Steuerelementen des Artikulators in einer Weise, welche die Reproduktion der erwünschten vertikalen und horizontalen Bewegungsvektoren ermöglicht (Abb. 23).

Bei der Erstellung eines HeadLines-Übertragungsregistrats muss zunächst nur auf die Bezugsebenen von frontal und lateral geachtet werden. Hierdurch ist die Modelllage um die Längs- und Querachse unter Kontrolle. Die Kontrolle der Hochachse erfolgt mit einer Übertragungsplatte, welche die midsagittale Ausrichtung der Gaumennaht sicherstellt. Die erwünschten Vektoren ergeben sich sowohl aus der vertikalen und sagittalen Zuordnung der Modelle zur Artikulatorachse als auch aus der posterioren und anterioren Steuerung im Artikulator.

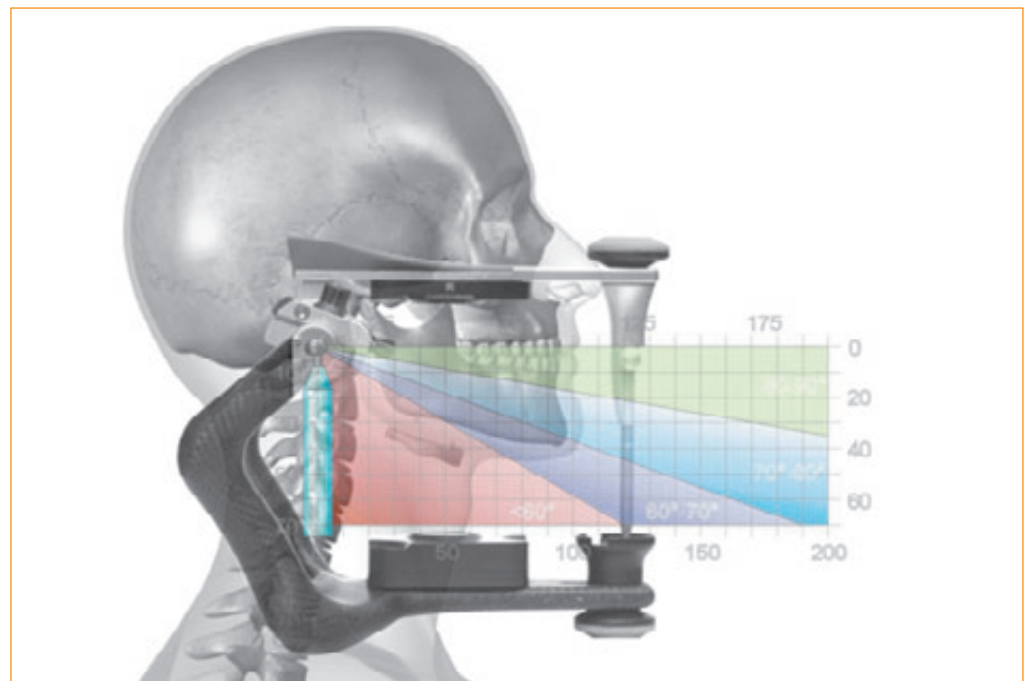


Abb. 23 Die Reproduktion der erwünschten Vektoren.



Die Bissgabel des HeadLines wird probeweise auf die obere Zahnreihe aufgelegt. Es wird ermittelt, ob und wo die Bissgabel von der oberen Zahnreihe abgehoben werden muss, damit der Querbalken des Messkreuzes in Fluchtung mit der Bipupillarlinie kommt bzw. der vertikale Balken mit der Symmetrieachse des Gesichtsschädels. Ebenso wird geprüft, ob und welche Korrekturen erforderlich sind, damit die seitlichen Messschenkel mit der Camper'schen Ebene fluchten. Somit ist bekannt, wo die Bissgabel auf der oberen Zahnreihe aufliegen darf und wo nicht, wenn das HeadLines korrekt zur Bezugsebene ausgerichtet ist.

Die Referenzebene kontrollieren

Nun belegt man die Bissgabel des HeadLines mit Knetsilikon und führt sie erneut in den Mund des Patienten ein. An der Stelle des zuvor ermittelten Kontakts kann die Bissgabel freizügig auf die obere Zahnreihe gedrückt werden, der Rest wird nur so weit in das Knetsilikon eingeformt, bis das HeadLines wieder korrekt zur Bezugsebene ausgerichtet ist.

Sobald das Silikon abgehärtet ist, wird es von der Bissgabel entfernt. Alles was über die Bissgabel gequollen ist, wird mit einem Skalpell beschnitten, sodass die Unterseite des Übertragungsregistrats plan auf der Übertragungsplatte aufliegt. Nun wird das Oberkiefer-Modell in die Impressionen des Registrats eingesetzt. Das Modell samt Registrat wird so auf der Übertragungsplatte zurechtgeschoben, dass die Gaumennaht mittig im Peilschlitz zu liegen kommt. Wird die Übertragungsplatte nun mit den Fräsungen in den Tisch des HIP-Mount eingesetzt, so ist automatisch auch die mittige Ausrichtung der Gaumennaht sichergestellt (Abb. 24a bis 25b).

Montage mit Übertragungsplatte: Mitte und Hochachse kontrollieren

Seit Christensen versucht man, die Vektoren bei der Bewegung der Modelle im Artikulator den Bewegungen anzugleichen, die in vivo auftreten. Eine der Prämissen in der Gnathologie war und ist, dass dies am besten durch die Vermessung der kondylären Grenzbewegungen geschieht. Auch wenn diese Prämisse heute noch in einigen Ländern kaum hinterfragt wird und entsprechende Techniken unverändert zur Anwendung kommen, bleibt sie doch unbewiesen. In der Tat zeigen Studien, dass der habituelle vertikale Bewegungsvektor näher an den Verlauf der Okklusalebene gekoppelt ist als an die Zuordnung der Zahnreihen zu den Gelenkkondylen und deren retraler Grenzbewegung (um die terminale Scharnierachse).⁶⁻⁹ Dies ist positiv, denn die Okklusalebene obliegt, im Gegensatz zu den Kiefergelenken, der Gestaltungsfreiheit, die der Zahntechniker bei der Herstellung von Zahnersatz hat. Mit anderen Worten: Würde die Kieferbewegung durch die Kiefergelenke definiert, so wäre sie kaum zu therapieren. Orientiert sie sich

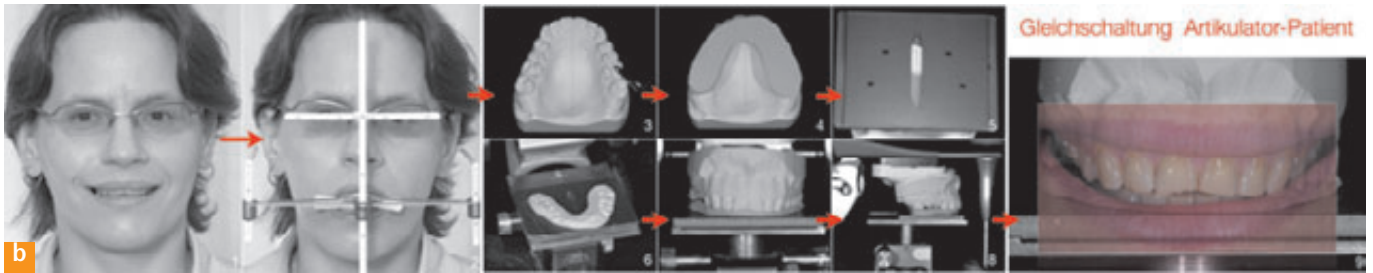
Die Programmierung der erwünschten Vektoren



Abb. 24 a Das Anlegen des HeadLines von anterior. b Das Anlegen des HeadLines von lateral. c Die HeadLines.



Abb. 25 a Die Übertragungsplatte mit der Kontrolle der Hochachse. b Die Übertragung.



hingegen an der Beschaffenheit der Zahnreihen, so kann deren Form symmetrisiert und ausgeglichen werden, die (Dys-)Funktion ist therapierbar.

Ogawa et al. zeigten in mehreren Studien, dass die nicht manipulierte Schließbewegung in der Sagittalen einen mittleren Winkel von $86,4^\circ$ zur Kauebene aufweist, unabhängig davon, wie diese zur Frankfurter Horizontalen bzw. zur Achsen-Orbita-Ebene liegt.^{6,7,8,9} Bei 60 Probanden war dabei die maximale Abweichung von diesem Wert geringer als 6° . Somit ist der Vektor, mit dem wir den Kiefer schließen, relativ konstant, aber nur mit Respekt zur Okklusalebene, nicht im Verhältnis zur Frankfurter Horizontalen (Abb. 26a bis 26c).

Dies bietet einen gangbaren Ausweg aus einer Misere: Einerseits haben wir erkannt, dass es die eine unveränderliche Scharnierachse beim Menschen nicht gibt, zumindest bei seinen voluntären Bewegungen, und dass die Achsen hier fluktuieren. Andererseits ordnen wir aber die Modelle unverändert im Artikulator einer solchen starren Achse zu. Soll im Artikulator daher gehoben oder abgesenkt werden können, ohne das habituelle Bewegungsmuster nach retral oder anterior zu verlassen, ist es nach Erfahrung der Autoren sinnvoll, die Modelle der Drehachse des Artikulators so zuzuordnen, dass dieser in

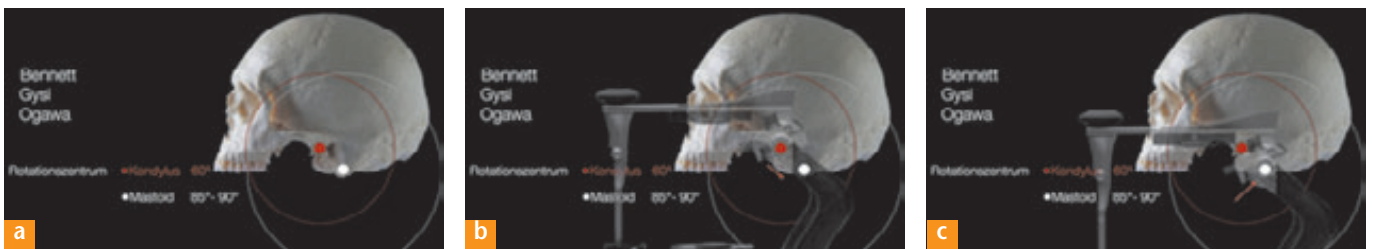


Abb. 26a bis 26c Rotationszentren und Vektoren.

vivo ermittelte mittlere Vektor zur Kauebene in der Sagittalen erzeugt wird, statt an der widersprüchlichen Theorie einer terminalen Scharnierachse festzuhalten.

In der Frontalen sollten vertikale Bewegungen nach Möglichkeit nichts verändern, damit die korrekte Zuordnung der Mitten erhalten bleibt. Gerade hier ist das Verständnis der Rolle der Modellübertragung von erheblicher Bedeutung, denn welche Richtung im Artikulator genau „oben“ ist und welche „unten“, hängt von der horizontalen Bezugsebene ab, zu der die Modelle eingestellt werden. Ein Artikulator wird immer lotrecht zu seiner Drehachse öffnen und schließen. Ist jedoch bei der Modellübertragung ein Fehler entstanden, der die horizontale Referenz betrifft, so stimmt auch die Vertikale nicht mehr: Beim Heben und Senken im Artikulator weicht die Zuordnung der Zahnbögen nach lateral ab. Man sieht, die Problematik beginnt nicht erst bei der Zuordnung des zweiten Modells, also beim Bissregistrator, sondern die Bezugskoordinaten zum Artikulator werden bereits mit der Einstellung des ersten Modells bestimmt.

Bei den horizontalen Bewegungsvektoren muss vor allem vermieden werden, dass diese im Artikulator schmaler ausfallen als beim Patienten. Die Okklusion soll ja so gestaltet sein, dass sie die in vivo auftretenden Funktionsbewegungen nicht stört. Es ist daher wichtig, darauf zu achten, dass der im Artikulator erreichbare okklusale Kompass nicht enger ausfällt als er es im Mund des Patienten tut. Verbreiternd auf den im Artikulator nachvollziehbaren Kompass wirkt sich aus:

- ein größerer Abstand der Modelle zur Drehachse des Artikulators
- die Einstellung eines größeren Bennetwinkels am Artikulator
- die Verwendung von Immediate-Sideshift-Einsätzen

Man sollte meinen, dass die Verwendung eines Einsatzes, der die Durchführung einer Immediate-Sideshift-Bewegung im Artikulator gestattet, den okklusalen Kompass (Abb. 27a) in jedem Fall breit genug, vielleicht eher zu breit, ausfallen lässt. Jedoch muss bedacht werden, dass der ursprüngliche Bezug in der Gnathologie immer die retrale Grenzstellung der Kondylen³ war. Aus dieser Bezugsposition heraus ist eine Lateralbewegung des Unterkiefers nur mit einer Translation der Balancekondyle zu bewerkstelligen, im Verbund mit einer mehr oder weniger geringfügigen Bennetbewegung der Arbeitskondyle. Ist die Startposition jedoch eine Bisslage, die vor der retralen Grenzstellung der Kiefergelenke (RKP) liegt, so wird eine Lateralbewegung zwar ebenso von einer Transla-

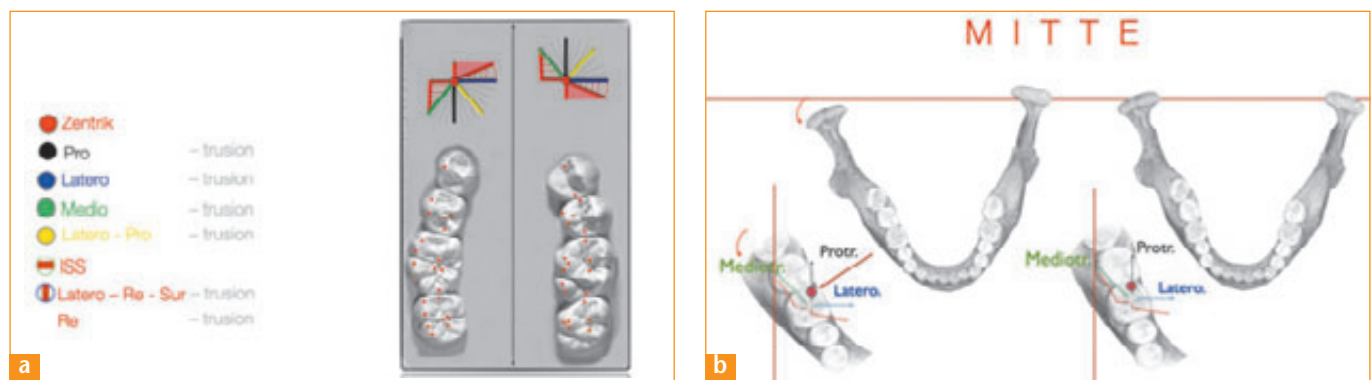


Abb. 27a und 27b Der Okklusale Kompass (nach M. H. Polz).



tion der Balancekondyle erzeugt, jetzt aber im Verbund mit einer Retrusion der Arbeitskondyle. Hierdurch wird der im Mund erreichbare okklusale Kompass weiter verbreitert, über die 90° des Immediate-Sideshifts hinaus! Dies betrifft vor allem die Gestaltung der Fissuren und Abgänge zwischen den arbeitsseitigen Funktions- und Scherhöckern (Abb. 27b).

Positionierung der Modelle in der Vertikalen und Sagittalen

Der von Ogawa gefundene Auftreffwinkel der Schließbewegung zur Okklusalebene beweist bereits, dass der Mensch bei aufrechter Körperhaltung ungeführt seinen Unterkiefer in der Vertikalen, nicht in einer isolierten Rotation um die terminale Scharnierachse bewegt. Selbst Lauritzen war sich dessen offensichtlich bewusst, als er im Vorwort seines Buches darauf hinwies, dass eine solche isolierte Rotation vom Patienten entweder eingeübt oder von Zahnarzt manipuliert werden müsse.² Posselt hatte zuvor bereits darauf verwiesen, dass beim Menschen die Zielposition der maximalen Interkuspitation die Richtung der Schließbewegung bestimmt und diese nicht der retralen Bewegungsgrenze folgt,¹⁰ welche einer isolierten Rotation entspricht. Selbst Bennett hat vor über einem Jahrhundert dargelegt, dass auch bei der kleinen Bewegung des Unterkiefers zwischen IKP und der Ruhe-Schwebe ein Rotationszentrum nicht im Bereich der Gelenkkondylen, sondern im Bereich des Mastoids zu suchen sei.¹ All diese Aussagen weisen letzten Endes darauf hin, dass man bei der ungeführten menschlichen Unterkieferbewegung bei aufrechter Körperhaltung von einer Kombination aus Rotation und Translation ausgehen sollte und eine isolierte Bewegung im unteren Gelenkspalt nicht zu erwarten ist. Eine solche Bewegung würde zu einem Auftreffwinkel zur Okklusalebene von etwa 60° führen,¹¹ also einem Vektor, der deutlich außerhalb der von Ogawa ermittelten Streuung liegt (vgl. Abb. 26a bis 26c).

Die oben erwähnten zwei Umdenkprozesse haben in Bezug auf den Vektor bei vertikalen Bewegungen im Artikulator folgende Konsequenzen:

- Selbst wenn man den Bezug zur terminalen Scharnierachse beibehält, aber die Camper'sche Ebene im Artikulator horizontal einstellt, entsteht eine Anordnung der Zahnbögen im Artikulator, welche superior und anterior zu einer Übertragung der Modelle mit Bezug zur Frankfurter Horizontalen liegt. Noch ist aber der Bezug zur terminalen Scharnierachse erhalten, d. h. ein Auftreffwinkel zur Okklusalebene von etwa 60°.
- Möchte man stattdessen einen Auftreffwinkel von ca. 86° erzeugen, so muss man die Modellzuordnung vom Bezug zur terminalen Scharnierachse lösen.

Stellt man die Okklusalebene horizontal im Artikulator ein, so wird der Auftreffwinkel zu einer einfachen geometrischen Funktion: Auf der Höhe der Drehachse des Artikulators wird ein Winkel von 90° erzeugt, egal wie weit anterior oder posterior man die Zahnreihen positioniert. Der Winkel wird immer spitzer, je tiefer und weiter posterior man die Zahnreihen im Artikulator positioniert.

Der limitierende Faktor bei den handelsüblichen Artikulatoren ist die Bauhöhe (Abb. 28) des Artikulatoroberteils. Meist ist man gezwungen, die Zahnreihen tiefer anzuordnen, als dies ideal wäre, um Sägesockel und Splitcasts unterbringen zu können. Anhand einer einfachen Grafik, bzw. mittels einer Schablone (Abb. 29), kann man entscheiden, wie weit man bei einer gegebenen Höhe mit der Modellposition nach anterior aus-

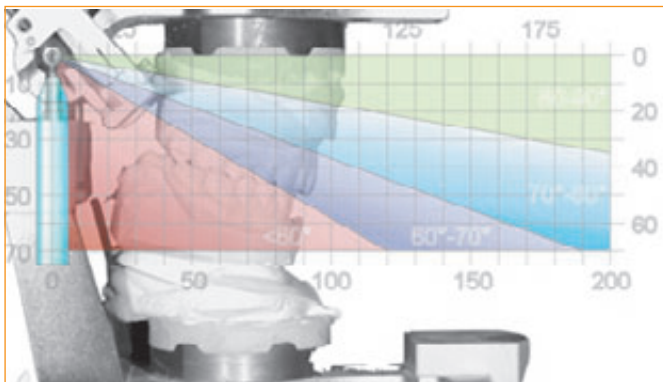


Abb. 28 Die Bauhöhe.

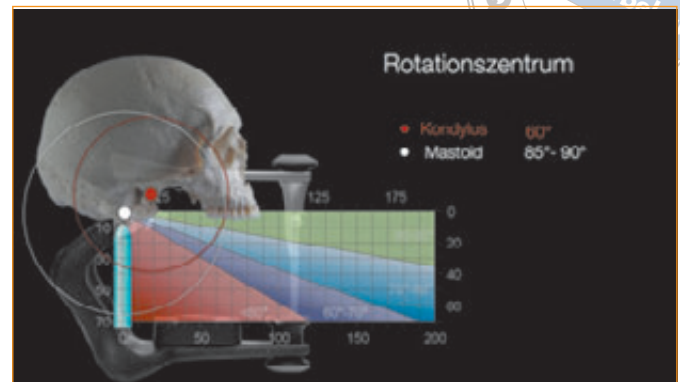


Abb. 29 Anhand einer einfachen Grafik bzw. Schablone kann man entscheiden, wie weit man mit der Modellposition nach anterior ausweichen sollte.

weichen sollte, um den erwünschten Auftreffwinkel bestmöglich zu approximieren. Je mehr die Gegebenheiten dazu zwingen, sich von dem erwünschten Auftreffwinkel zu entfernen, desto mehr sollte man vertikale Veränderungen im Artikulator vermeiden (Abb. 30a bis 30f).

Dieser Beitrag soll für die hohe Bedeutung der korrekten Orientierung der Modelle im Artikulator sensibilisieren. Immer wieder begegnen die Autoren auf ihren Fortbildungsveranstaltungen Kollegen, welche einartikulierte Modelle als Arbeitsunterlage mitbringen. Der sensibilisierte Blick erkennt allzu häufig Verschiebungen, Verdrehungen und Verlagerungen der Modellposition im Artikulator, und bei der näheren Kontrolle stellt sich dann nicht selten heraus, dass diese nicht den Gegebenheiten des Schädels entsprechen, sondern Artefakte darstellen. Wie bei jedem Arbeitsschritt sind auch bei der Gesichtsbogenübertragung Fehler möglich. Daher sollte man sich auf das Resultat nicht blind verlassen, sondern auch diesen Schritt kritisch kontrollieren.

Des Weiteren wurde auf die Wichtigkeit der korrekten Übermittlung solcher Informationen wie der Schädelmitte, der Horizontalen, der Vertikalen usw. an den Zahntechniker eingegangen, welche durch die Modelleinstellung im Artikulator kommuniziert werden können. Hierfür wurde eine noch wenig bekannte Alternative zu den bisher üblichen Modellübertragungsmethoden vorgestellt, mit der die Autoren seit über 10 Jahren gute klinische Erfahrungen gemacht haben.

Synopsis

1. Bennett NG (1908). A contribution to the study of the movements of the mandible. J Prosthet Dent 8:41–54 (reprinted 1958).
2. Lauritzen A. Atlas of occlusal Analysis. Colorado Springs: HAH Publications, 1974.
3. McCollum BB, Evans RL. The gnathological concepts of Charles E. Stuart, Beverly B. McCollum and Harvey Stallard. Georgetown Dent J 1970;36:12-20.
4. McCollum BB, Stuart CE. A research report. South Pasadena, Calif.: Scientific Press, 1955.
5. MediPlus-Verlagsgesellschaft: <http://www.mediplus-shop.de>, in Kolmhof 2, D-91364 Unterleinleiter.
6. Ogawa T, Koyano K, Suetsugu T. Characteristics of masticatory movement in relation to inclination of occlusal plane. J Oral Rehabil 1997;24:652-657.
7. Ogawa T, Koyano K, Suetsugu T. Correlation between inclination of occlusal plane and masticatory movement. J Dent 1998;26:105-112.

Literatur



Abb. 30 a Die Ausgangssituation. b Die ästhetische Einprobe. c bis f Das ästhetische Endergebnis.

8. Ogawa T, Koyano K, Suetsugu T. The relationship between inclination of the occlusal plane and jaw closing path. J Prosthet Dent 1996;76:576-780.
9. Ogawa T, Koyano K, Umemoto G. Inclination of the occlusal plane and occlusal guidance as contributing factors in mastication. J Dent 1998;26:641-647.
10. Posselt U. Physiology of occlusion and rehabilitation, ed 2nd. Oxford: Blackwell, 1968.
11. Schöttl R. Scharnierachse ade! Myobite 2008;2:7-14.

Adressen der Verfasser Rainer Schöttl, D.D.S. (USA), Institut für Temporo-Mandibuläre Regulation
Schuhstraße 35, 91052 Erlangen
E-Mail: rs@itmr.info

ZTM Udo Plaster, Plaster Dental-Technik, Emilienstraße 1, 90489 Nürnberg
E-Mail: info@plasterdental.de