



### Zusammenfassung

Die Übertragung der Patientensituation in den Artikulator geschieht in aller Regel mit einem Gesichtsbogen. Bereits hierbei lassen sich jedoch Ungenauigkeiten und Fehler, vor allem um die Hoch-, Längs- und Querachsen, nicht ausschließen. Der Autor stellt eine von ihm entwickelte Methode vor, mit der sich anhand der Ala-Tragus-Ebene und der Natural Head Position (NHP) patientenindividuell und ohne herkömmlichen Gesichts- bzw. Transferbogen Okklusionslinie und Asymmetrien abgreifen lassen.

### Indizes

Patientenanalyse, Kommunikation, Ala-Tragus-Ebene, Natural Head Position (NHP), patientenindividuelle Wiedergabe der Okklusionsebene, PlaneFinder, PlanePositioner, virtueller Artikulator

## Natürliche Asymmetrien und die patientenindividuelle Wiedergabe der Okklusionsebene ohne traditionellen Transferbogen

### Ala-Tragus-Ebene, Natural Head Position und virtueller Artikulator

#### Udo Plaster

Den Patienten, für den er eine mehr oder weniger umfangreiche Restauration anfertigt, bekommt der Zahntechniker in aller Regel nicht zu Gesicht. Umso wichtiger ist es für ihn, dass die Modellsituation der natürlichen Patientensituation so nahe wie nur möglich kommt. Die Übertragung der Patientensituation in den Artikulator geschieht in aller Regel mit einem Gesichtsbogen. Bereits hierbei lassen sich jedoch Ungenauigkeiten und Fehler – vor allem um die Hoch-, Längs- und Querachsen – nicht ausschließen. Insbesondere dann nicht, wenn, wie in den meisten Fällen, Asymmetrien im Gesicht des Patienten zu diagnostizieren sind, die den Verlauf der Okklusionsebene beeinflussen (Abb. 1 bis 3). Wie diese Asymmetrien anhand der Ala-Tragus-Ebene und der Natural Head Position (NHP) patientenindividuell abgegriffen und in einem virtuellen Artikulator wiedergegeben werden können, beschreibt dieser Beitrag.

### Einleitung

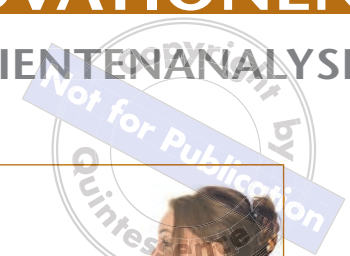


Abb. 1 **a** Die dentale/skelettale Mitte ist abweichend; **b** Inklination der Frontzähne, unterschiedlicher Verlauf der Okklusionsebene.

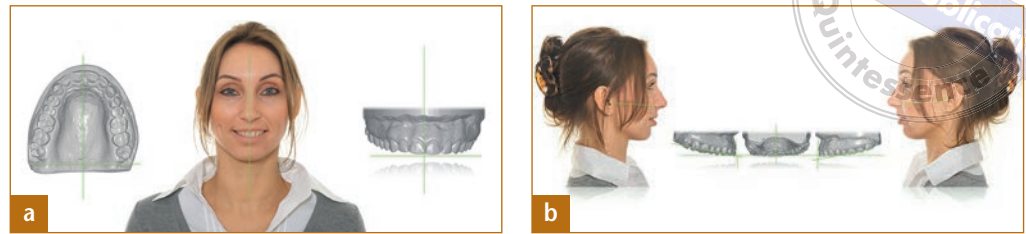


Abb. 2 Durch die schiefe Okklusionsebene im Oberkiefer und Höhenverlust weicht der Unterkiefer nach links dorso-kranial aus. Dadurch kommt es zur Veränderung der mimischen Muskulatur und die Lachlinie verändert sich.



Abb. 3 **a** Mittellinienverschiebung und falsche Neigung der Frontzähne, ein zusätzlicher Frontzahn wurde benötigt; **b** die Korrektur.



Abb. 4 Unterschiedlicher Verlauf der Okklusionsebene entsprechend des skelettalen Grundtyps, H-Linie (Holdaway-Linie).



### Vorbemerkung

Die „Zielsetzung der Gesichtsbogenübertragung von Modellen [ist] heute die gleiche wie vor 60 Jahren: Man möchte das Oberkiefermodell passend zur terminalen Scharnierachse in den Artikulator übertragen.“<sup>15</sup> Hierbei bestimmt die Lage des Oberkiefermodells nicht nur die Zuordnung der Modelle zu den Steuerelementen des Artikulators, sondern auch die Beziehung des Unterkiefers zum Oberkiefer in seiner Schließbewegung. Für den Autor begründet sich hierin auch die Beibehaltung der ursprünglich gebräuchlichen Terminologie, die teilweise von den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und Therapie abweicht.

### Asymmetrien und Okklusionsebene

Jeder Mensch hat seine individuell im Schädel verankerte Okklusionsebene, die vom skelettalen Grundtyp abhängig ist und manchmal nach kranial, manchmal nach kaudal verläuft (Abb. 4). Um daher die Zusammenhänge von individuellen Asymmetrien und Okklusionsebene reproduzierbar erfassen und im Artikulator nachvollziehen zu können, müssen entsprechende Referenzparameter definiert werden. Es bedarf möglichst fixer

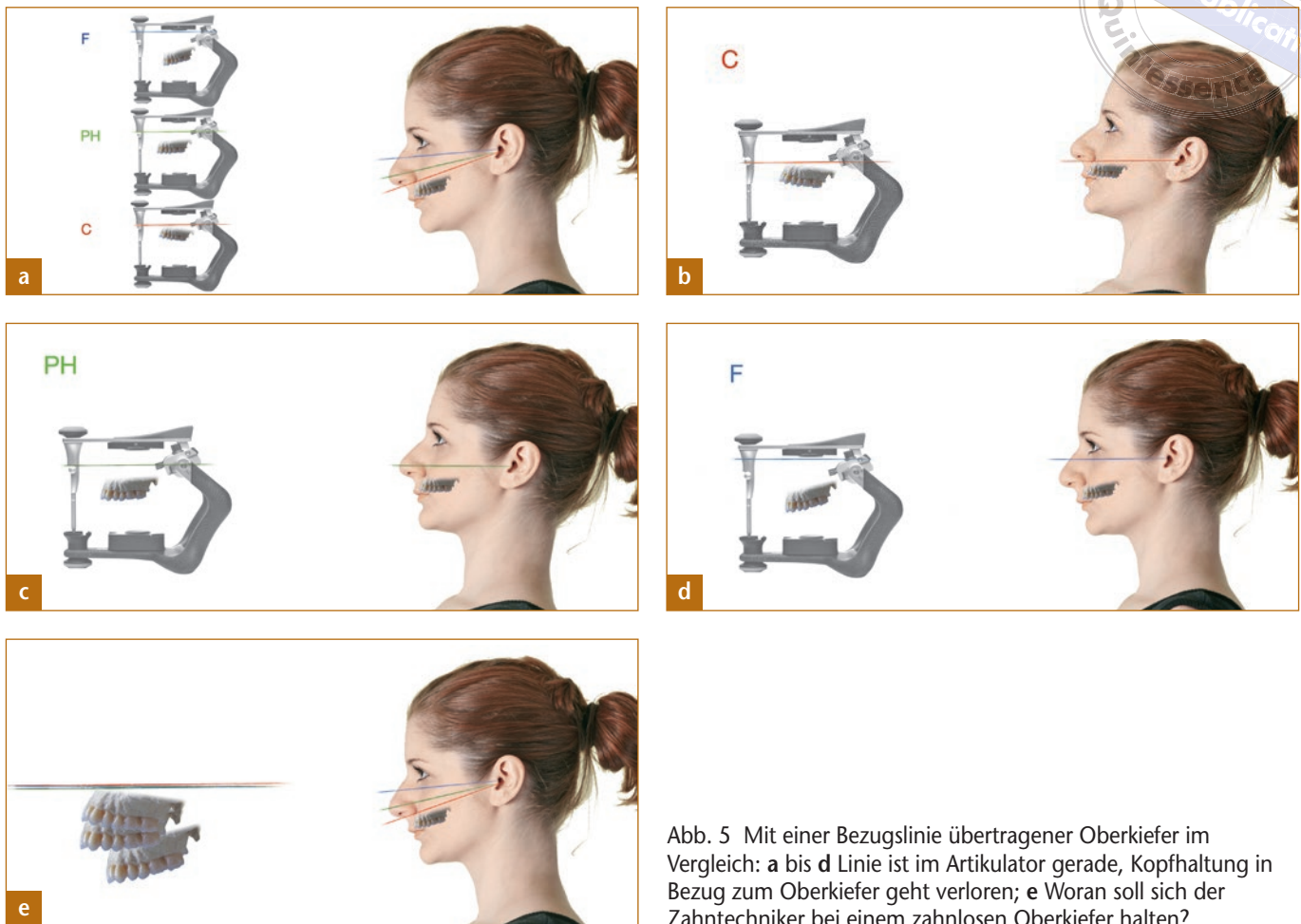


Abb. 5 Mit einer Bezugslinie übertragener Oberkiefer im Vergleich: a bis d Linie ist im Artikulator gerade, Kopfhaltung in Bezug zum Oberkiefer geht verloren; e Woran soll sich der Zahntechniker bei einem zahnlosen Oberkiefer halten?

Bezugspunkte bzw. -linien, anhand derer sich die dreidimensionalen Abweichungen – transversal, longitudinal und sagittal – messtechnisch erfassen lassen.

Um die Okklusionsebene im Artikulator zu definieren, bedient man sich in der Regel hilfsweise gedachter Bezugslinien, wie der Camperschen Ebene (C) oder der Frankfurter Horizontalen (FH) sowie der sogenannten Patientenhorizontalen (PH). Man nimmt eine dieser Bezugslinien und verbindet sie mit dem Oberkiefer des Patienten mithilfe eines Übertragungsbogens. Doch hierbei kann es trotz standardisierten Vorgehens zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen, je nachdem, welcher Bezugslinie man sich bedient.<sup>15</sup> Nimmt man z. B. als Drehpunkt das Kauzentrum, ist das Oberkiefermodell je nach Bezugslinie im Artikulator nach kaudal oder kranial geneigt (Abb. 5 und 6).

Der Grund hierfür liegt in der Einzigartigkeit der natürlichen Okklusionsebene, abhängig von der skelettalen Klasse, der Schädelform und ihrer Wachstumsform. Versucht man diese mithilfe einer mechanischen Bezugslinie wiederzugeben, so können sich bei der Übertragung mehr oder weniger starke Abweichungen von der Natur ergeben.

Bei der Frankfurter Horizontalen wird eine Linie gebildet durch Foramen acusticum und Orbita. In manchen Fällen ist diese Linie zutreffend. Bedingt durch die Winkelbildung Tragus-Orbita-Foramen (durchschnittlich 6° bis 7°) kommt es manchmal aber auch zur

*Die klassische Übertragung*



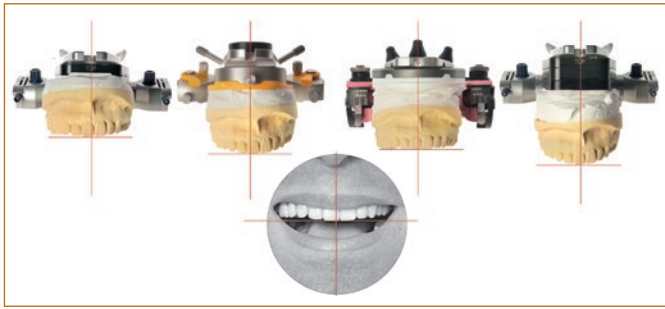
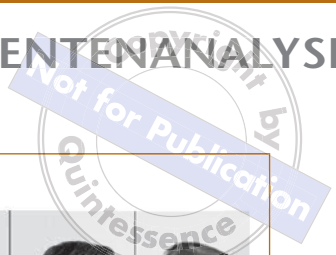


Abb. 6 Derselbe Oberkiefer, übertragen mit unterschiedlichen Systemen.

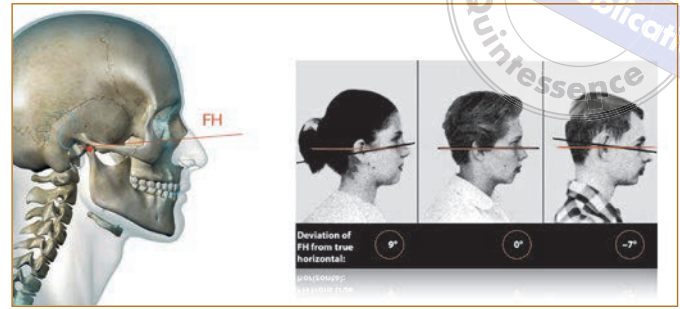


Abb. 7 Die Frankfurter Horizontale bei drei verschiedenen Schädeltypen im Vergleich, Winkelabweichung von  $-7^\circ$  bis  $+9^\circ$ .

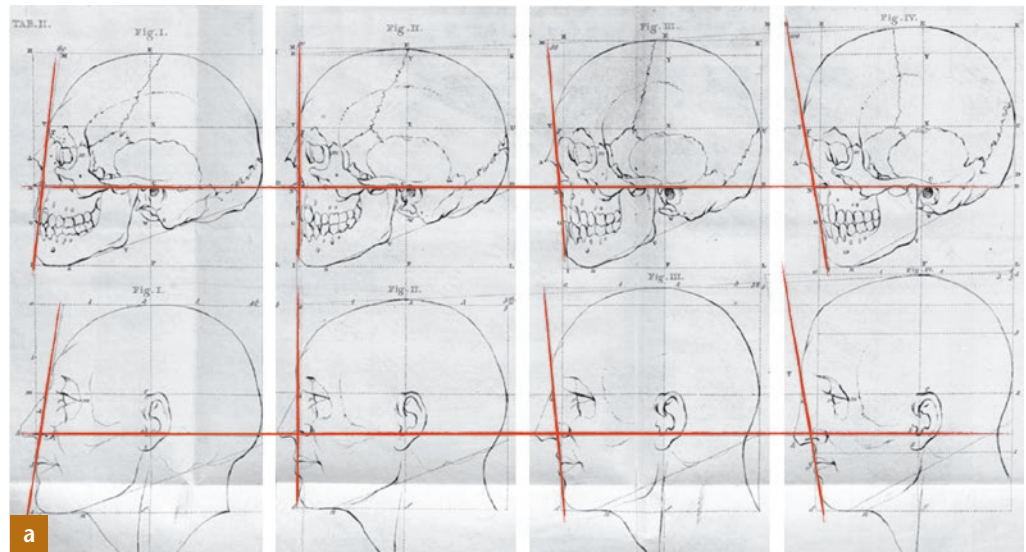


Abb. 8a und b Unterschiedliche Inklination und Verlauf der Camperschen Ebene.

Neigung des Oberkiefermodells nach anterior. Und es kann, abhängig von der Gesichtsförmung, sogar zu einer Neigung des Oberkiefermodells nach posterior kommen (Abb. 7).

Die Campersche Ebene hingegen wird definiert durch Spina nasalis anterior und Porus acusticus externus (knöchern). Sie liegt in etwa parallel zur Okklusionsebene. Bei der Übertragung mit dieser Bezugslinie kann es sowohl zur Neigung des Oberkiefers nach kaudal als auch nach anterior kommen (Abb. 8).

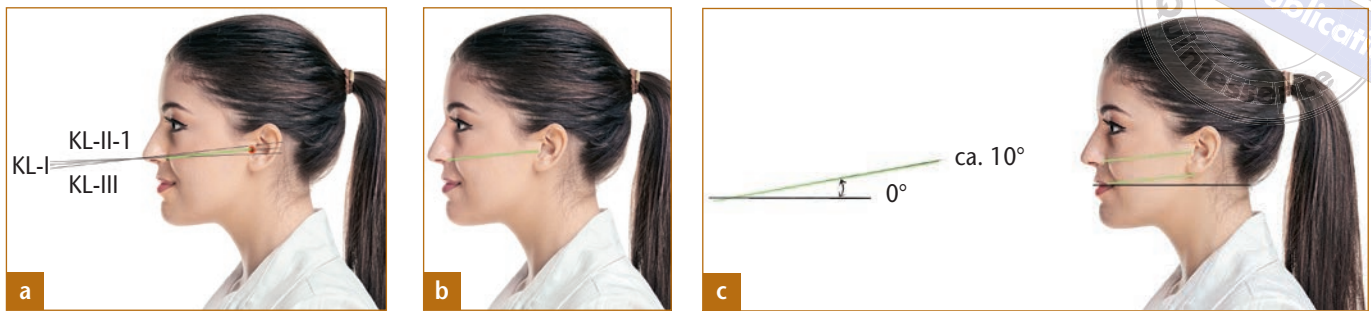


Abb. 9 a Die stabile Ala-Tragus-Linie laut Xie & Sinobat<sup>16,18</sup>; b Abweichung in Relation zum Horizont ca. 10° nach kranial ansteigend (4° bis 14°), c Skizze der Geometrie.



Abb. 10 Unterschiedlicher Verlauf der Okklusionslinie.



Abb. 11 Fernröntgenaufnahme mit NHP (Patient schaut dabei in den Spiegel).

Auf Basis von Fernröntgenaufnahmen an 90 bezahnten Teilnehmern folgerten Xie et al.<sup>18</sup>, dass eine Verbindungslinie vom Unterrand des Nasenflügels zum Mittelpunkt des Tragus – die sogenannte Ala-Tragus-Ebene – parallel zur Okklusionsebene liegt. Weitere Untersuchungen verschiedener Autoren wie Sinobat und Postic bestätigen dies.<sup>4,5,16</sup>

Betrachtet man nun diese Ala-Tragus-Linie bei natürlicher Kopfhaltung des Patienten (mit leichtem Abstand zwischen den Zahnreihen), so ist diese Linie in der Relation zum Null-Horizont im Durchschnitt um 10° (6° bis 14°) nach anterior geneigt (Abb. 9a bis c). Die Anordnung dieser Linie variiert jedoch auch nach skelettaler Klasse. Bei einem Patienten mit skelettaler Klasse II/1 (kleiner Unterkiefer) steigt sie nach kranial und der Winkel zum Null-Horizont wird größer. Bei einem Patienten mit skelettaler Klasse III (größerer Unterkiefer) hingegen wandert die Verbindungslinie nach kaudal und somit geht dieser Winkel gegen Null, in manchen Fällen sogar in den Minus-Bereich (Abb. 10). Vergleicht man diese Linien mit Fernröntgenaufnahmen, die auch in natürlicher Kopfhaltung erstellt wurden (Patient schaut in Spiegel), kann man je nach Klasse die Linien in Relation setzen (Abb. 11). Gerade unter dem Aspekt der Asymmetrie unterschiedlicher Gesichtshälften empfiehlt es sich daher, Patientenfotos und Modelle zur Beurteilung mitheranzuziehen.

Ein weiterer entscheidender Aspekt für die Definition der Referenzparameter ist die Kopfhaltung. Cooke<sup>2</sup> ermittelte in einer 5-Jahres-Studie, dass ein Patient auch bei mehrfachen Versuchen seine natürliche Kopfhaltung nur geringfügig um 1° bis 2° verändert, wenn er sich aufrecht stehend in einem Spiegel direkt in die eigenen Augen sieht. Die

*Ala-Tragus-Ebene und Natural Head Position (NHP)*

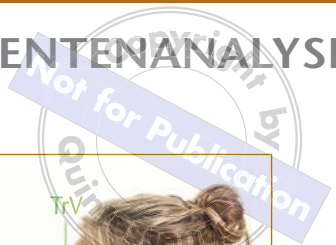


Abb. 12 Gesichtshälften-Asymmetrie mit unterschiedlicher Ausrichtung der Augenlinie.

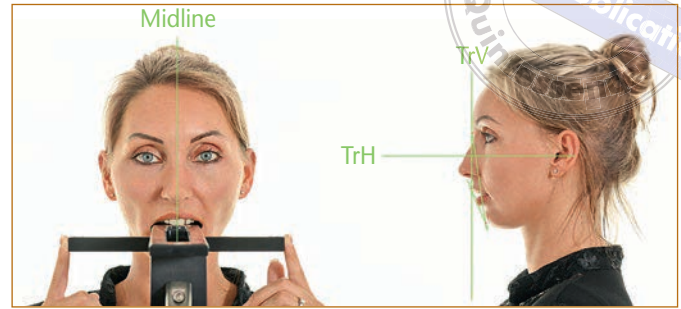


Abb. 13 Messmöglichkeit mit horizontaler und vertikaler Vergleichslinie.

Stellung des Kopfes zum Rumpf, und damit im Sinne der räumlichen Orientierung die aufrechte Stellung zum Horizont, wird durch die Propriozeptoren der Nackenmuskulatur justiert. Wie das stomatognathe System versucht, Asymmetrien neuromuskulär in Richtung einer zentrischen Okklusion auszugleichen, korrelieren wiederum funktionelle Störungen im stomatognathen System mit diesen Mechanismen (z. B. Zähneknirschen, veränderte Kopf- und Körperhaltung zum Ausgleich einer Beinlängendifferenz u. a. m.). Die zentrische Okklusion hat zur Aufgabe, eine Balance zwischen Kopf- und Körperhaltung herzustellen bzw. diese aufrechtzuerhalten.

Inwieweit können nun die Ala-Tragus-Linie und die NHP als Referenzparameter herangezogen werden, um eine gegenüber den bisherigen Methoden optimierte Übertragung der Patientendaten mit ihren patientenindividuellen Abweichungen bzw. Asymmetrien zu erreichen?

### Der PlaneFinder

Beim Ermitteln der Ala-Tragus-Linie stößt man in aller Regel auf Asymmetrien, ob in der Ausrichtung der Augenlinie oder durch Unterschiede zwischen rechter und linker Gesichtshälfte, sowohl von frontal als auch von lateral. Der Praktiker muss somit immer mit Asymmetrien bzgl. des Verlaufs der Mitte und der Ebene des Patienten rechnen. Um die Okklusionsebene zuverlässig zu reproduzieren, ist es daher notwendig, sie unabhängig von der skelettalen Klasse abgreifen zu können (Abb. 12 und 13). Dies bedarf einer fixen, patientenunabhängigen Referenz wie der Balance der Kopfhaltung in Parallelität zum Horizont bzw. zum Boden, einer Null-Ebene also, die es erlaubt, patientenspezifische Abweichungen in ihren räumlichen Richtungen reproduzierbar zu erfassen.

Das vom Autor in Zusammenarbeit mit Zirkonzahn (Gais, Italien) entworfene Plane-System – mit PlaneFinder, PlanePositioner und analogem bzw. virtuellem Artikulator – bietet dem Zahntechniker eben diese Möglichkeiten (Abb. 14 und 15).

Bei dem PlaneFinder gibt es drei Möglichkeiten, die natürliche Balance der Kopfhaltung zu finden:

- die eigene Kopfhaltung (self balance position)
- die Spiegelposition (mirrow position)
- die fotografische Position (Abb. 16, vgl. auch Abb. 13 und 14)

Die Kombination zwischen der eigenen Kopfhaltung und der Spiegelposition versetzt den Patienten in die Lage, mit Augen, Nackenmuskulatur und dem Gleichgewichts-





Abb. 14 Messmöglichkeit mit Null-Ebene (Parallelität zum Boden).

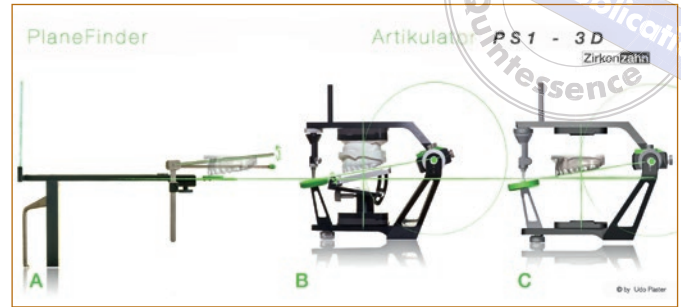


Abb. 15 **A** PlaneFinder mit Messmöglichkeit des Winkels von der Okklusionsebene zum Boden; **B** analoge Artikulation mit Messmöglichkeit durch den PlanePositioner (synchron zu Messwinkel am PlaneFinder); **C** Messoptionen ohne Limitierung im virtuellen Artikulator.



Abb. 16 Fotografische Positionen.

organ zu zentrieren. Diese Position ist jederzeit in gleichem Maße nachvollzieh- und reproduzierbar. Bei Einnahme dieser Position lässt sich der Verlauf der Okklusionsebene sehr gut über die Ala-Tragus-Linie abgreifen, da sie, wie dargestellt, nahezu parallel zur Okklusionsebene verläuft. Damit lässt sich der Neigungswinkel der Okklusionsebene zur Null-Linie als Referenzparameter messen. Die Gradzahl dieser Linie und der sich daraus ergebende Winkel wiederum können dem Techniker zur Einstellung des Artikulators übermittelt werden. Die so gefundenen Werte lassen sich mit dentalen Fotografien und/oder einem FaceHunter (3-D-Gesichtsscan, Zirkonzahn) auf ihre Validität hin überprüfen und vervollständigen.<sup>13,17</sup> Als Bezugslinien bedient man sich hierfür der True Vertical Line (TrV) und der True Horizontal Line (TrH) (Abb. 17, vgl. auch Abb. 13).

Durch den am PlaneFinder befestigten Spiegel richtet der Patient sich bzw. seine Kopfhaltung in natürlicher Position aus. Dies kann sowohl im Stehen als auch im Sitzen geschehen.

1. Mithilfe seitlicher Orientierungswinkel wird die Höhe eingestellt.
2. Parallel zu der horizontalen Null-Linie werden auf der Haut des Patienten (am besten in Bereichen, die nicht durch die mimische Muskulatur verändert werden, wie Jochbogen und Tragusbereich) zwei Punkte markiert.
3. Zur Überprüfung der vermessenen Position verlässt der Patient diese Position, geht ein paar Schritte hin und her und nimmt danach wieder seine Position am PlaneFinder ein. Dies kann mehrmals wiederholt werden, um Zufälligkeiten auszuschließen.

*Vorgehensweise mit dem PlaneFinder (Abb. 18)*

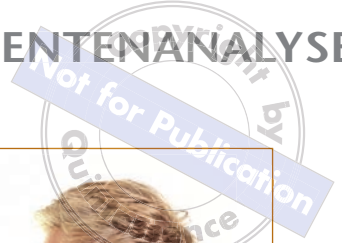


Abb. 17 Face Hunter und PlaneFinder.

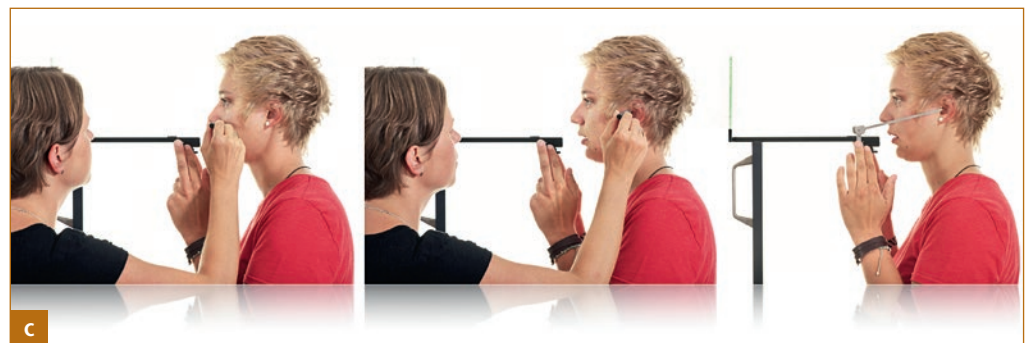


Abb. 18 **a** Der Workflow für die Positionierung;  
**b** Workflow im PlaneFinder 1: Orientierungswinkel, Messung der Kopfhaltung, Reproduzierbarkeit, Registrierung des Oberkiefers;  
**c** Workflow im PlaneFinder 2: Messwinkel, Markierung der individuellen Ala-Tragus-Linie.





4. Nun werden Ebene und Höhe mit der Positionierungsgabel PlaneTray übernommen, feinjustiert und mit Registriermaterial fixiert (für zahnlose Patienten gibt es eine entsprechende Lösung).
5. Die seitlichen Orientierungsstäbchen verfügen über eine Messskala zum Ablesen der Winkel. Darüber wird der absteigende oder auch aufsteigende Okklusionswinkel zur registrierten Position ermittelt. Somit kann auch bei einem eventuellen Abnahmefehler die Zuordnung der Okklusionslinie zur registrierten Position erfasst werden.
6. Das verschlüsselte Registrat wird in einen virtuellen Artikulator, der die entsprechenden Optionen bietet, adaptiert. Anschließend kann der Oberkiefer in seiner individuellen Ebene mit Bezug zur Null-Linie „montiert“ werden.

Zur korrekten Artikulation des Oberkiefers bedarf es eines Artikulators, der über die entsprechenden Geometrien verfügt. Im Prinzip geht es darum, dass nicht der Patient passend zum Artikulator gemacht wird, sondern vielmehr der Artikulator die Patientensituation möglichst naturgetreu samt der patientenindividuellen Asymmetrien wiedergibt.

So haben zum Beispiel Front- und Seitenzahntypen unterschiedliche Kaumuster. Der Seitenzahntyp mit schlechter Frontzahnführung versucht diese zu verbessern, indem er den Kopf nach vorne neigt, um den Abstand im Frontzahnbereich zu verringern. Somit hat er eine ventrale Ausrichtung. Der Frontzahntyp, der im Seitenzahngebiet einen größeren Abstand hat, korrigiert seine Haltung durch Neigung des Kopfes in den Nacken. In einem analogen Artikulator können durch die Limitierung der Mechanik nicht beide Bewegungsmuster simuliert werden, zumal die reale Patientensituation noch diverse Kombinationsmöglichkeiten aufweist.<sup>11</sup>

Analoge Artikulatoren sind auf eine Bewegung in einer mehr oder weniger starren Drehachse ausgerichtet, die identisch mit der Achse beim Patienten sein soll. Diese Mechanik entspricht aber einer überholten Registriermethode. Wird die Position des Unterkiefers durch die retrale und nicht-seitenverschobene Position des Kondylus definiert, ist das Schließen des Unterkiefers eine reine Rotationsbewegung um eine Achse. Um nun die Rotation des Patienten mit dem Artikulator übereinstimmen zu lassen, musste der Unterkiefer manipuliert werden, indem er beim Registrieren in eine dorso-kraniale Richtung gedrückt wurde (Abb. 19).<sup>1,3,15</sup> Doch auch wenn im Gegensatz dazu die ventrale und ebenfalls nicht-seitenverschobene Position des Kondylus die Lage des Unterkiefers definiert, hat sich allenfalls die Registriertechnik insofern geändert, als sie ohne Unterkiefer-Manipulation auskommt.

Eine Kaubewegung lässt sich jedoch nicht auf eine Achse reduzieren, denn das Schließen des Unterkiefers in Richtung Oberkiefer ist eine Dreh-Gleitbewegung mit individuellen seitlichen Verschieben.<sup>8-11,14,15</sup> Der Unterkiefer trifft hierbei fast rechtwinklig auf die Okklusionslinie. Solche Dreh-Gleit- und Schließbewegungen können aber nicht in nur Drehbewegung zulassenden Artikulatoren registriert und nachvollzogen werden.

In einem entsprechenden virtuellen Artikulator hingegen könnten die Modelle nicht in Bezug zu einer ermittelten Terminalachse des Patienten, sondern in räumlichem Bezug zu den Gelenken des Artikulators platziert werden. Somit ließen sich die vertikalen und

Die innovative Rolle des virtuellen Artikulators

Beschränkungen analoger Artikulatoren

Optionen des virtuellen Artikulators

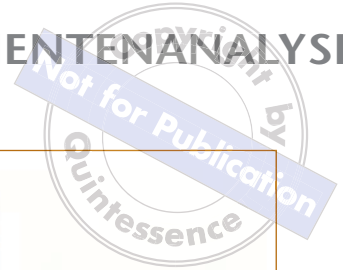


Abb. 19 Unterkiefermanipulation in dorso-kranialer Richtung bei der Registrierung.

horizontalen Bewegungsvektoren des Patienten im virtuellen Raum des Artikulators nahezu identisch darstellen.

In Zusammenarbeit mit Zirkozahn hat der Autor einen entsprechenden virtuellen Artikulator – den PS1 3D – entwickelt, der diesen Anforderungen nachkommt. Über den sogenannten PlanePositioner kann der Oberkiefer in seiner individuellen Ebene mit Bezug zur Null-Linie „montiert“ werden (Abb. 20 bis 22).

Die Modelle, die mittels PlaneFinder und PlanePositioner einartikuliert wurden, werden mit einem dafür geeigneten Scanner und dem entsprechenden Software-Modul (Scanner S600Arti, Zirkozahn) artikulatorspezifisch eingescannt und erscheinen im virtuellen Artikulator räumlich so zugeordnet wie in der realen Situation. Auch 3-D-Gesichtsscans können mit der Software den Modellen im virtuellen Artikulator korrekt zugeordnet werden.

Prof. Bernd Kordaß schreibt zu den Einsatzmöglichkeiten eines virtuellen Artikulators: „Das Zeitalter der rein mechanistischen, an den Möglichkeiten des mechanischen Artikulators orientierten Okklusion ist vorbei. Perspektivisch wird sich eine kommende ‚virtuelle‘ Okklusion an neuen Maßstäben orientieren müssen. Neurobiologische und neuronale Aspekte der Steuerung von Kaubewegungen und Kaukräften werden bei zukünftiger Betrachtung einer funktionellen Okklusion eine zunehmend wichtige Rolle spielen. Um diese zu erfassen, adäquat darzustellen und umzusetzen, sind computergestützte Techniken und virtuelle Methoden unverzichtbar.“<sup>6</sup> Mittels neuer, nur in einem virtuellen Artikulator realisierbarer Geometrien lassen sich seine Forderungen einlösen (Abb. 23).

Da die Modelle nun in räumlichem Bezug zu den Gelenken des Artikulators stehen, lassen sich auch patientenindividuelle Kieferbewegungen und Messungen – z. B. über eine Schnittstelle zu der neuen Software der Firma Zebris (Isny) – dieser Position zuordnen (Abb. 24 und 25).

### Positionierung des Oberkiefers

Für die Positionierung des Oberkiefers im Artikulator mit vorbereiteter Geometrie – Okklusion und Kauzentrum sicht- und messbar – wird mit einem kieferorthopädischen Messinstrumentarium (Arco-Zet und Ortho-Zet, beides Scheu Dental, Iserlohn) das Kauzentrum ermittelt. Das Kauzentrum bietet hierfür einen verlässlicheren Messbereich als z. B. die Schneidekante. Der Frontzahnbereich ist zu variabel und eventuell defektbedingt verfälscht (Lockerung der Zähne, Kieferorthopädie, Nichtanlage, Höhenverlust im Seitenzahnbereich etc.).

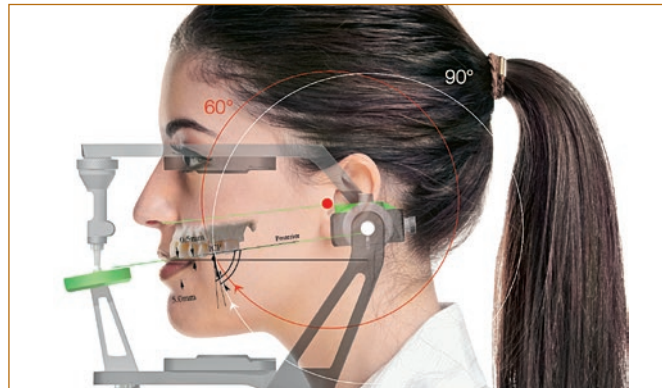


Abb. 20 Der virtuelle Artikulator.

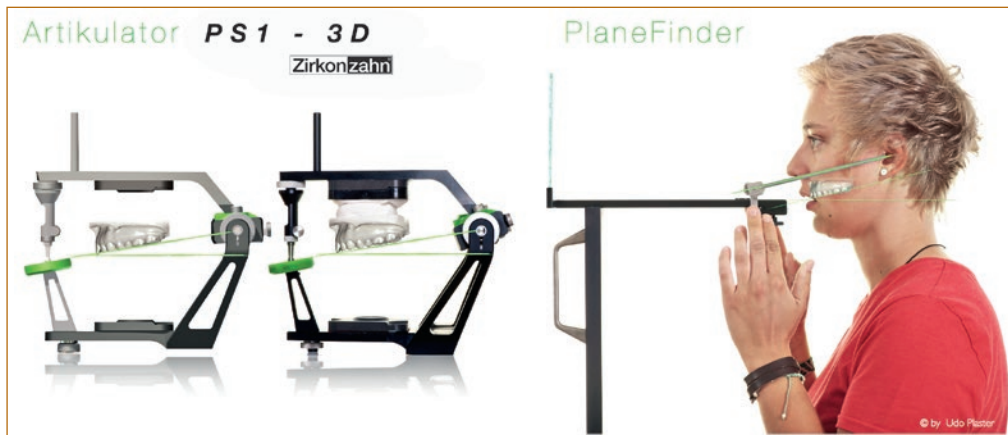


Abb. 21 Übertragung der Ebene in gleicher Geometrie in den analogen und virtuellen Artikulator.

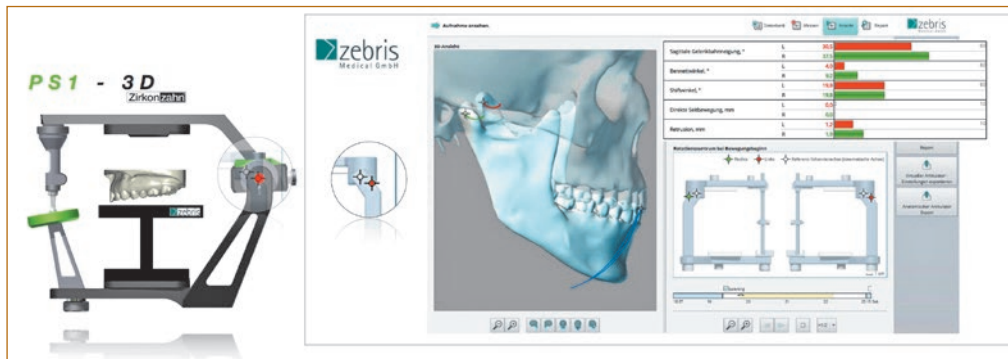


Abb. 22 Virtuelle Artikulatoren besitzen keine limitierende Mechanik.

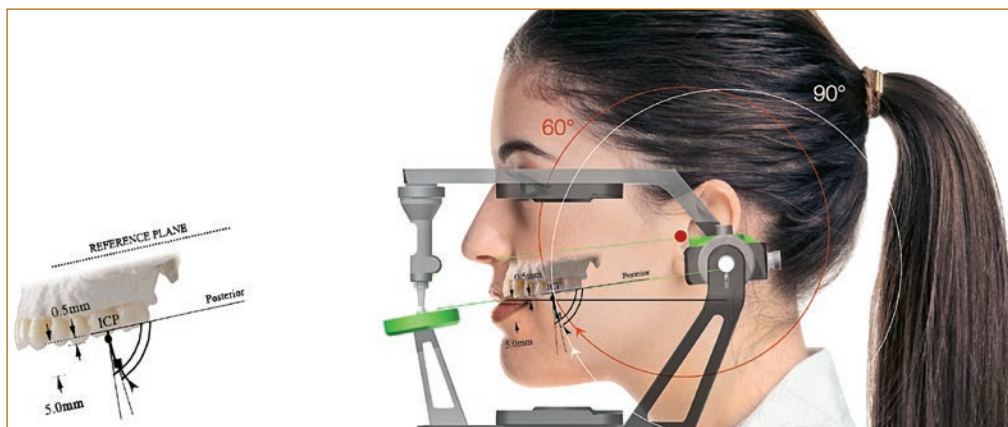


Abb. 23 Drehachse vom Kiefergelenk aus gesehen: manipulierte Variante (roter Kreis) mit ca. 60°, nicht manipulierte Variante (weißer Kreis) mit ca. 90° (entsprechend der Untersuchungen von Ogawa et al.<sup>8-11</sup>).



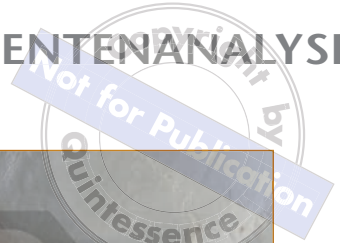


Abb. 24 Abstand vom Kauzentrum zum Kiefergelenk; der Abstand vom Kauzentrum zum Mastoid beträgt 1,5 bis 2 cm.

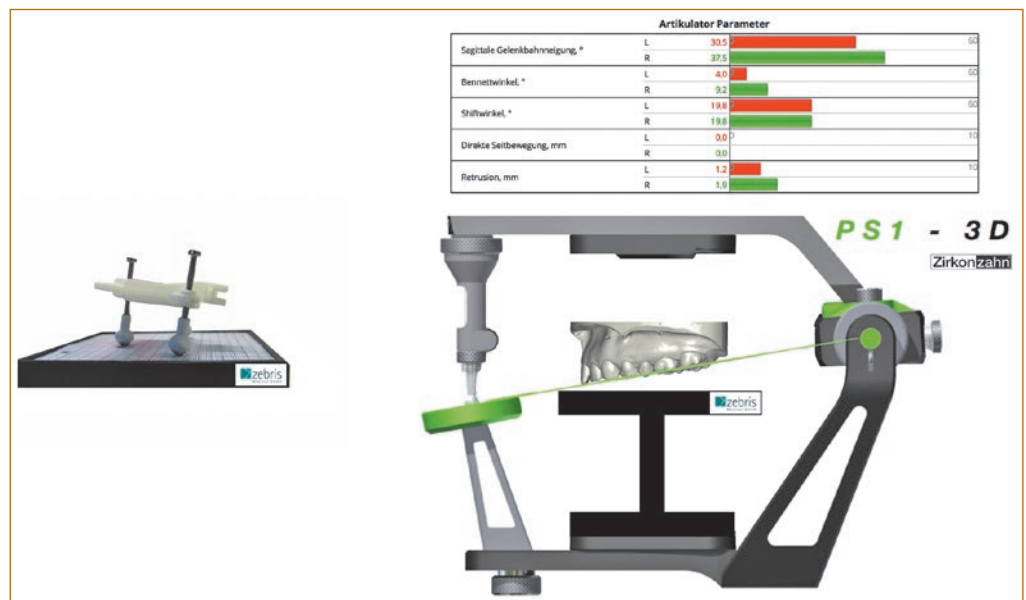


Abb. 25 Passend zur Positionierung im dreidimensionalen Raum ermittelte Kieferbewegungen.

Der Oberkiefer wird zum Schnittpunkt von Kauzentrum und Okklusionslinie in einem Abstand  $\pm 9$  cm zur Drehachse positioniert (Abb. 26). Diese Entfernung entspricht den Schenkellängen des Bonwill-Dreiecks (Kondylenmittelpunkte/Inzisalpunkt) sowie den von Kois in seinem Dental Facial Analyser definierten Abständen der Schneidezähne zum Kiefergelenk vom etwa 100 mm.<sup>12</sup> Im nächsten Schritt werden Kauzentrum und Mitte (skelettale und Patientenmitte) auf dem Modell angezeichnet, der Silikonschlüssel wird auf dem PlanePositioner adaptiert, mit Knetmasse fixiert und anschließend im Schnittpunkt von Kauzentrum und Okklusionslinie eingegipst.

Damit haben Zahnarzt und Zahntechniker eine immer reproduzierbare Ansicht und können, unabhängig von der skelettalen Klasse des Patienten, dessen Okklusionsebene beurteilen. Das in entsprechender Position (NHP) montierte Oberkiefermodell lässt sich mit der fotografischen Position (NHP), mit der Fernröntgenposition (NHP) oder mit den durch den Face Hunter ermittelten 3-D-Aufnahmen vergleichen und verifizieren. Anschließend können die Daten, die zur Planung erforderlich sind, nun bearbeitet und z. B. in die virtuelle Ansicht übertragen werden.



Abb. 26 a Workflow der Messung des Kauzentrums und der Ermittlung der Mitte; b Fixierung des Modells auf dem PlanePositioner; c Montage des Oberkiefermodells im Artikulator.

Mit der hier vorgestellten Methode lassen sich patientenindividuell ohne herkömmlichen Gesichts- bzw. Transferbogen Okklusionslinie und Asymmetrien abgreifen. Mit ihrer natürlichen Inklination visualisiert, können sie somit in einem mit entsprechenden Geometrien ausgestatteten virtuellen Artikulator reproduziert werden (Abb. 27). Alle wichtigen intraoralen Patientendaten (Mitte, Okklusionsebene mit ihrem dreidimensionalen Verlauf) werden eins zu eins erfasst und wiedergegeben. Damit gelingt es, bei zahntechnischen bzw. zahnmedizinischen Versorgungen vor Erstellung eines Therapieplans eventuelle Kompensationen aufzuspüren und Fehlerquellen und Übertragungsfehler beim Anfertigen einer prothetischen Versorgung oder Planung weitestgehend zu minimieren bzw. zu vermei-

### Fazit



Abb. 27 a Passende Mitte und Ebene; b und c: Der virtuelle Artikulator imitiert die Ebene des Patienten.

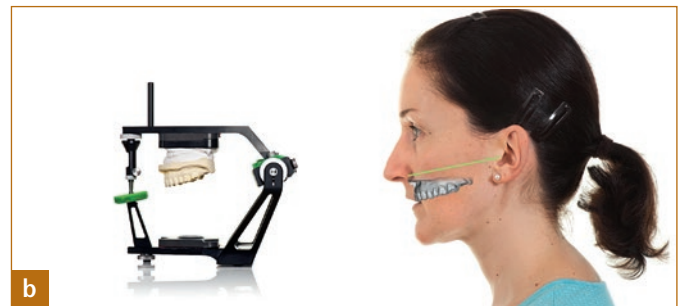


Abb. 28a bis c Übertragung der Oberkiefer der jeweiligen skelettalen Klasse bei natürlicher Kopfhaltung.



den. Die Kommunikation zwischen Zahnarzt, Zahntechniker und Patient wird dadurch wesentlich vereinfacht und gestaltet sich produktiv (Abb. 28). Hierbei spielt dann auch die Diskussion, „welche Divergenzen der Zahnachsen oder der frontalen Okklusionsebene von den Referenzlinien des Gesichts klinisch relevant sind“<sup>7</sup> keine Rolle mehr insofern, als im Sinne des Patienten seine Asymmetrien in der Restauration berücksichtigt werden.

### Danksagung

Herzlich danken möchte der Autor allen, die ihn auf seinem Weg mit „Rat und Tat“ unterstützt haben. Das waren neben seiner Frau Sabine seine Mitarbeiterinnen Doris, Heike, Susanne und Tina, sein hoch geschätzter Kollege Jürg Stuck, Prof. Dr. Bernd Kordaß, Wolfgang Brunner von zebris sowie Armin, Nicole und Willi von Zirkozahn.





Das PlaneSystem mit seinen Komponenten PlaneFinder, virtueller Artikulator und PlanePositioner.

1. Bräunig B. Zentrische Kondylenpositionsanalyse - Übersicht und klinische Bewertung nach Untersuchungen mittels computergestützter Messsysteme. urn:nbn:de:gbv:9-001321-4.
2. Cooke MS. Five-year reproducibility of natural head posture: A longitudinal study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1990;97:487-494.
3. End A. Statische und dynamische Okklusionstheorien. Untersuchung zu bestehenden Theorien, Vorkommen im natürlichen Gebiss und deren Anwendung im Artikulator. Ravensburg: Südwestdeutscher Verlag für Hochschulschriften, 2010.
4. Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Ciusa V. A direct in vivo measurement of the three-dimensional orientation of the occlusal plane and of the sagittal discrepancy of the jaws. Clin Orthod Res 2000;3:15-22.
5. Kato T. A study on the reference planes and lines for dental practice. Aichi Gakuin Daigaku Shigakkai Shi 1990;28:1-19.
6. Kordaß B. Virtual Occlusion – Undreamed - of Possibilities. Int J Comput Dent 2006;9:91-93.
7. Leukhardt M. Übertragung ästhetisch relevanter Bezugslinien des Gesichts in den Artikulator. Zeitschrift für Kраниomandibuläre Funktion 2010;2:311-328.
8. Ogawa T, Koyano K, Suetsugu T. Characteristics of masticatory movement in relation to inclination of occlusal plane. J Oral Rehabil 1997;24:652-657.
9. Ogawa T, Koyano K, Suetsugu T. Correlation between inclination of occlusal plane and masticatory movement. J Dent 1998;26:105-112.
10. 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.
11. 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.
12. Panadent. Introducing the new screwless face-bow Kois dento-facial analyzer. Grand Terrace: Panadent, o. J.:8.
13. Plaster U. Fotografische Übersicht der ästhetischen Gesichtsbogenanalyse. Quintessenz Zahntech 2012;38:140-160.
14. Schöttl R. Scharnierachse ade! Myobyte 2008;2:7-14; MediPlus, 2008.
15. Schöttl R, Plaster U. Modellübertragung und Kommunikation zwischen Zahnarzt und Zahntechniker. Quintessenz Zahntech 2010;36:528-543.
16. Sinobad D, Postic SD. Roentgenocraniometric indicators of the position of the occlusal plane in natural and artificial dentitions. Eur J Prosthodont Restor Dent 1996;4:169-174.
17. Tratter W. Gesichtsscanner im digitalen Workflow. Quintessenz Zahntech 2013;39:678-682.
18. Xie J, Zhao Y, Chao Y, Luo W. A cephalometric study on determining the orientation of occlusal plane. Hua Xi Yi Ke Da Xue Xue Bao 1993;24:422-425.

### Literatur



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

Die einzelnen Schritte zu dem System können auch in dem Film unter dem QR-Code angesehen werden

