

Gesichtsbogen (aus Bruhn C. Zahnärztliche Prothetik, 1930) und PlaneFinder von Udo Plaster



### Zusammenfassung

Die Übertragung patientenindividueller anatomischer Parameter in den Artikulator unterliegt bisher unterschiedlichen, kaum mehr hinterfragten Dogmen. Orthopädische, physiotherapeutische und osteopathische Aspekte beeinflussen jedoch die Diagnose und damit das Behandlungsergebnis. Um eine realistische Darstellung der Patientensituation am Arbeitsplatz im Labor zu ermöglichen, bedarf es eines ganzheitlichen Ansatzes zur genauen Analyse der gesamten skelettalen wie muskulären Funktionskette sowie Methoden mit entsprechenden Referenzierungsmöglichkeiten für ihre Reproduzierbarkeit. Aktuelle Entwicklungen digitaler Verfahren sowie eine neue Übertragungsmethodik wie das Plane-System zeigen erfolgsversprechende Wege auf.

### Indizes

Registrierat, Registriersysteme, Reproduzierbarkeit, Deprogrammierung, Modellmontage, Plane-System, virtueller Artikulator, Gesichtsscanner, elektronische Gelenkbahnaufzeichnung

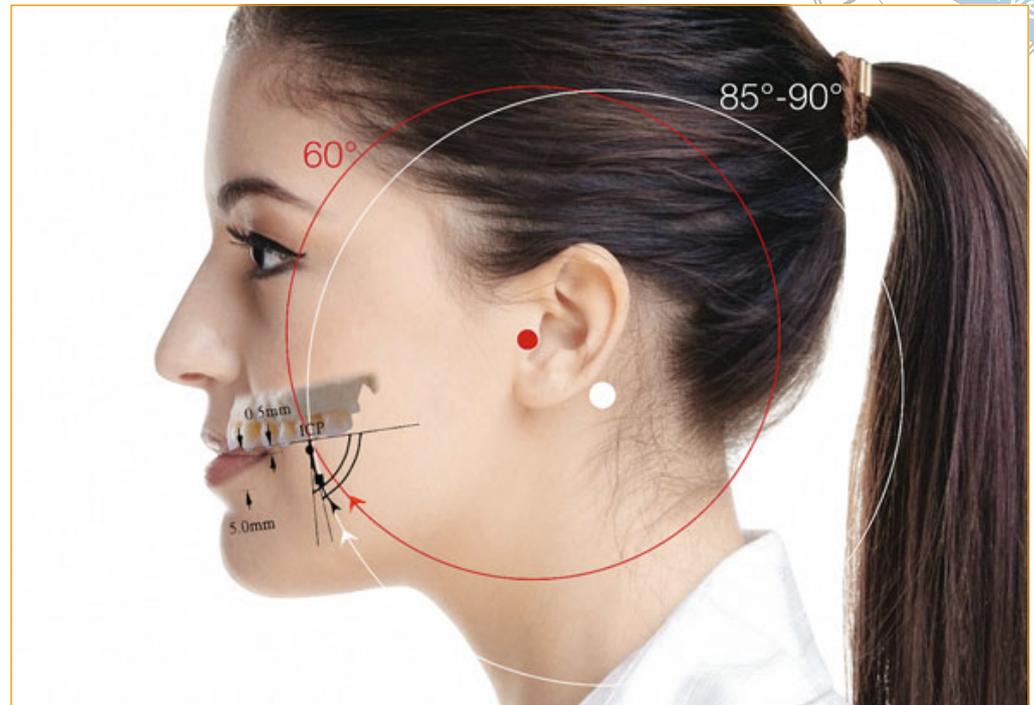
## Funktionelle ästhetische Rehabilitation: Die Übertragung der realen anatomischen Parameter des Patienten in den Artikulator

Eine Orientierungshilfe für Labor und Praxis

**Siegfried Marquardt, Andreas Moser**

Die schädelbezogene Modellmontage des Oberkiefers (OK) in den Artikulator mitsamt der zentrischen Zuordnung des Unterkiefermodells unterliegt wechselnden Lehrmeinungen. Wie in wenigen anderen Bereichen der Zahnheilkunde bestehen bei den Themen Übertragung und Montage des Oberkiefers und zentrische Zuordnung des Unterkiefers (UK) verschiedene Paradigmen nebeneinander, die im Wesentlichen dem Anspruch der Reproduzierbarkeit geschuldet sind. Partikularinteressen seitens der Industrie oder auch der Hochschule verfestigen diesen Zustand bisher noch. Ein übergreifendes, für die Anwendung in Praxis und Labor gleichermaßen geeignetes und praktikables Verfahren würde auch die Kommunikation zwischen der Zahnarztpraxis und dem Labor gerade in komplexen Fällen wesentlich erleichtern, zumal nur knapp ein Drittel aller Patienten in die weitgehend „unproblematische“ skelettale Klasse I fällt. Nicht zuletzt dank der Weiterentwicklung digitaler

### Einleitung



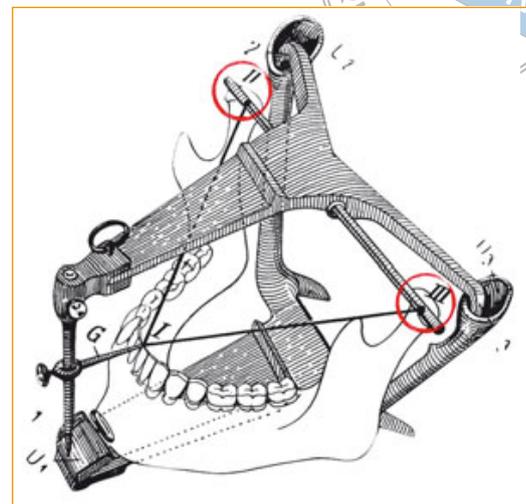
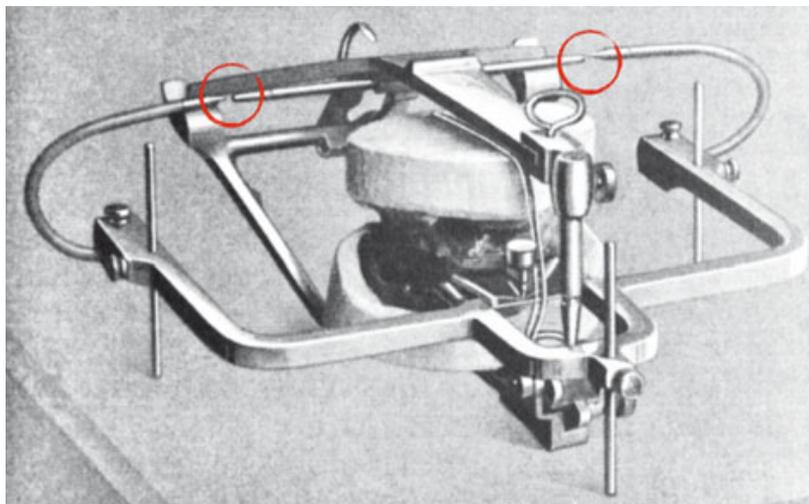
**Abb. 1** Berechnungen ergeben, dass bei rechtwinkliger Aufeinandertreffen der Zahnreihen das Rotationszentrum nicht in der Kondylarachse liegen kann (Grafik Udo Plaster).

Verfahren und Methoden – Stichworte: virtueller Artikulator, Gesichtsscanner, elektronische Gelenkbahnaufzeichnung – sind auf diesem Gebiet in jüngster Zeit vielversprechende Ansätze zu verzeichnen.

### Gysis Erkenntnisse funktioneller Zusammenhänge

In den letzten 80 Jahren ist in Vergessenheit geraten, was Alfred Gysi (1865 bis 1957) schon damals erkannte: Die Rotationsachse, um die sich der UK Richtung OK bewegt, damit die Zahnreihen (Okklusionsflächen) in einem mehr oder weniger „rechten Winkel“ aufeinander treffen, ist nicht gleichzusetzen mit der terminalen Scharnierachse, die über die äußeren Gehöreingänge topografiert wird. Für Gysi musste es ein funktionelles Rotationszentrum geben, welches posterior und kaudal zu einer möglichen kondylären Achse liegt. Hierin stimmte ihm zu dieser Zeit im Übrigen auch N. G. Bennett (1870 bis 1947)<sup>1</sup> zu. Beobachtungen, dass die Belastungsvektoren bei einer Rotation um die kondyläre Scharnierachse keineswegs entlang der Zahnwurzeln verlaufen, belegten die These.<sup>4</sup> So besteht bei der Übertragung der OK-Position mittels Gesichtsbogen und der meisten Artikulatoren – sie sind primär auf der Basis der Bonwill-Werte konstruiert – bezogen auf die kondyläre terminale Rotationsachse ein unzureichender „patientenindividueller“ Zusammenhang. Funktionelle Nahkontakte in der dynamischen Okklusion können durch eine Gesichtsbogenübertragung ebenso wenig hinreichend realistisch dargestellt<sup>5</sup> werden wie die Übertragung der patientenhorizontalen Ebene in den Artikulator. Leider wurden Mitte des letzten Jahrhunderts diese wertvollen Erkenntnisse von Gysi und Bennett durch Veröffentlichungen der Gnatologic Society überlagert. H. Stallard, Mc Cullum und Stuart<sup>6</sup> stellten ihre Konzepte vor, auf deren Basis bis heute fast alle auf dem Markt befindlichen Artikulatoren konstruiert sind (Abb. 1 bis 3).

all rights reserved

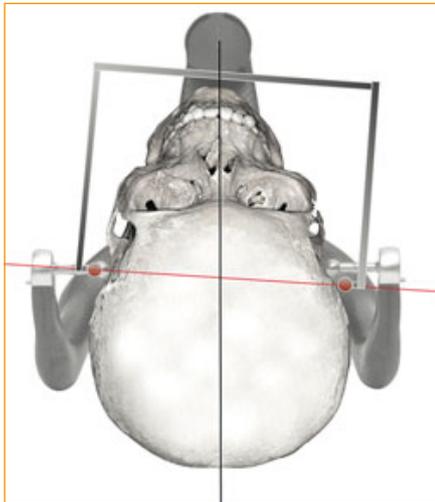


**Abb. 2 und 3** Diese Erkenntnis setzte Gysi in seinem Gesichtsbogen von 1908 schon um: Die Rotationsachse des Artikulators ist nicht identisch mit den äußeren Gehöreingängen (aus Gysi: Zahnärztliche Prothetik, 3. Aufl. 1929).

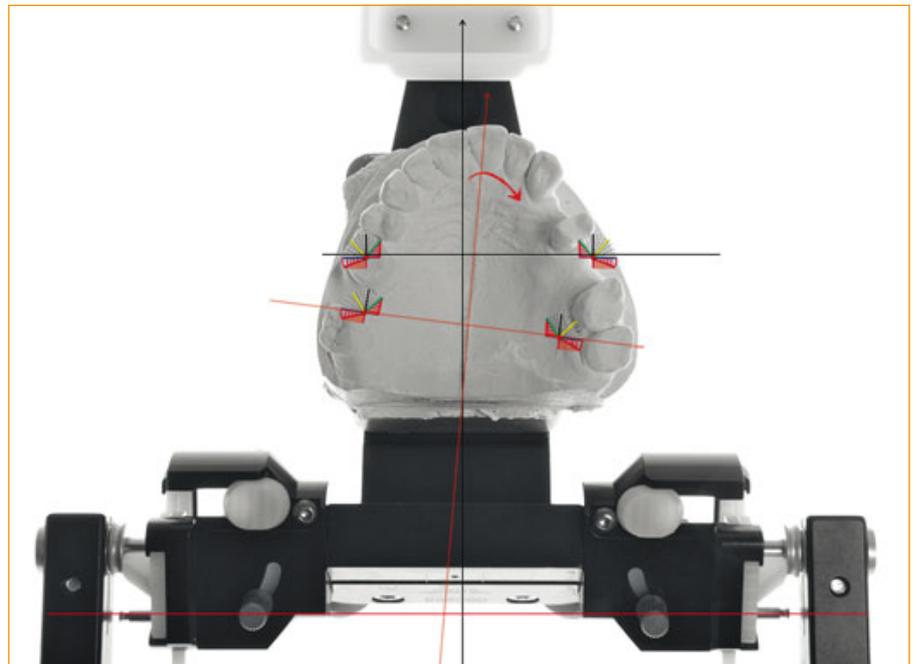
Ihre Ausgangstheorie einer ausschließlichen Rotation bei der Öffnungs- und Schließbewegung im funktionellen Nahkontakt machte es notwendig, für diese reine Rotation eine – gedachte – starre Achse und eine feste Ausgangsposition des Unterkiefergelenks in Relation zum Oberkiefer zu definieren. Vom Oberkiefer wurde ebenfalls eine exakt definierbare, dennoch nicht zwingend natürliche Lage angenommen. Das Ergebnis ist eine Position, in der der Unterkiefer nur noch zweidimensional um diese gedachte Achse rotieren, aber keine natürliche, dreidimensionale Translationsbewegung mehr durchführen kann: die „rear most“ oder „rückwärtigste“ Gelenkposition. Ausgehend von dieser rückwärtigen Position definierte sich für die Okklusion eine Bisslage: die Retralse-Kontakt-Position (RKP). Die forcierte RKP – Manipulation des UK bei der Zuordnung zum OK – wird nach eigenen Beobachtungen bei der Registrierung in der heutigen Praxis immer häufiger durch nicht-manipulierte Unterkieferpositionierungen wie der Stützstiftregistrierung, Vermessungen durch IPR oder DIR, Balistische Schließzentrik nach Schindler oder der Aqualizertechnik abgelöst. Damit verlässt man den Grundgedanken der isolierten Rotationsbewegung um die transversale, gedachte Achse.

Mit der Montage des Oberkiefers unter Verwendung eines Gesichtsbogens soll die Position der Rotationsachse in den Artikulator übertragen werden, welche über die äußeren Gehöreingänge referenziert wird. Diese Technik wirkt der vorher beschriebenen nicht-manipulierten Registriertechnik für den UK entgegen. Da die Kondylenachse und die Verbindungslinie des rechten und linken Gehöreinganges häufig nicht identisch sind, kann dies zu unterschiedlichen Werten führen. Die Differenzen können sich in alle Richtungen auswirken – craniokaudal, dorsoventral, sagittal. Je nach verwendetem Artikulatorsystem werden diese Differenzen noch verstärkt, da deren Konstruktion unterschiedliche Referenzebenen zugrunde liegen (Abb. 4 bis 6).

Nicht der Patient sollte dem Artikulator angepasst werden, sondern der Artikulator sollte alle Patientenparameter möglichst real widerspiegeln. Für die Autoren ergibt sich aus die-



**Abb. 4 bis 6** Die vorhandene Asymmetrie des Schädels wird bei der Übertragung in den Artikulator wieder „gleichgeschaltet“. Dabei entsprechen die mittelwertigen Protrusions- und Laterotrusionsbewegungen nicht mehr der patientenindividuellen Situation. Mit der Folge von möglichen Störkontakten im funktionellen Nahkontakt (Grafiken Udo Plaster).



sen Erkenntnissen eine Vorgehensweise für die Praxis: der Oberkiefer wird anhand seiner knöchernen Merkmale (z. B. skelettale Mitte) und unter Zuhilfenahme eines Registrates, welches in aufrechter Kopfhaltung abgegriffen wurde (Natural Head Position, NHP<sup>2</sup>), in den Artikulator montiert. Die Oberkiefer-Montage wird mittels Portraitbilder des Patienten auf Plausibilität geprüft. Der Unterkiefer wird, wie oben beschrieben, mit einer nicht-manipulierten Registriertechnik dem Oberkiefer zugeordnet. Damit entscheiden sich die Autoren für eine Oberkiefermontage, die weder als Referenz die äußeren Gehöreingänge berücksichtigt noch für den Unterkiefer eine definierbare Rotationsachse bedingt. Ihre Grundannahme ist eine 1:1 Übertragung der Modelle in einem Abstand zur Kondylenachse des Artikulators analog Gysis funktionellem Rotationszentrum.

all rights reserved

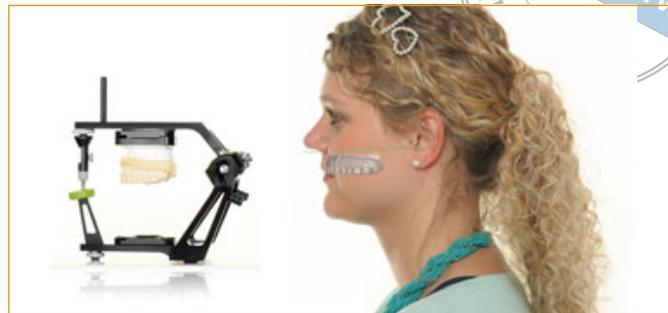
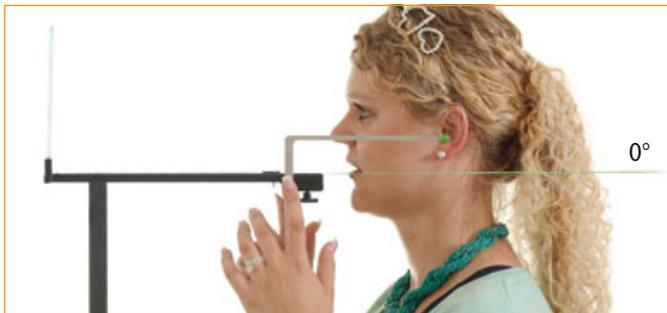


Abb. 7 bis 9 Natural Head Position (NHP), Ala-Tragus-Linie und die Raphe mediana palatina (Grafiken Udo Plaster).

Grundsätzlich sind in diesem Zusammenhang mit der Oberkiefermontage einige Informationen für den Techniker zwingend notwendig:

### Für den Oberkiefer

- Verlauf der Okklusionsebene in der Horizontalen, bezugnehmend auf Asymmetrien in der rechten und linken Gesichtshälfte; kann beispielsweise sehr gut durch ein Portraitfoto in der Natural Head Position (NHP) visualisiert werden.
- Verlauf der Okklusionsebene in der Sagittalen zur Ala-Tragus-Ebene oder der Camper-schen Ebene. Die beste Bezugsebene ist die, die näherungsweise parallel zur Okklusions-ebene liegt.<sup>3,7,8</sup>
- Der Oberkiefer wird entsprechend der Raphe mediana palatina (Gaumennaht) mittig ausgerichtet. Dabei ist zwischen skelettaler und dentaler Mitte zu unterscheiden (Abb. 7 bis 9).

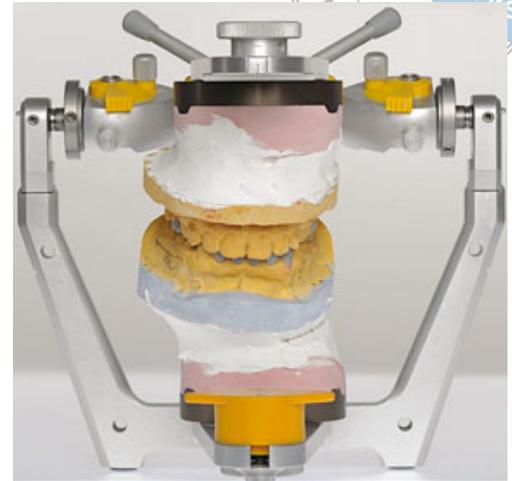
### Für den Unterkiefer

- Sämtliche Informationen zur Registraterhebung (u. a. die Methode, das Verfahren, welche Mitte – dentale oder knöcherne –, welche Ebene, welche therapeutische Bisshöhe, welche UK-Position).

Als Labor könnte man sich eigentlich bequem hinter den Arbeitsunterlagen aus der Praxis „verstecken“. Diese sicherlich noch häufig praktizierte Haltung manch zahntechnischer Kollegen ist nicht mehr zeitgemäß. Der heutzutage vielbeschworene „Teamapproach“ sollte auch laborseits mit Leben erfüllt werden. Dazu zählt, dass im Labor schon zu Beginn einer Arbeit verantwortungsvoll in Frage kommende Lösungen diskutiert und Arbeitsschritte ab-

Eingefahrene Wege hinterfragen!

**Abb.10 und 11** Die Artikulartormitte stimmt nicht mit der Gesichtsmitte überein. Dieser Effekt tritt ein, wenn der Oberkiefer mit Gesichtsbogen einartikuliert ist und die Verbindungsachse der äußeren Gehöreingänge einen deutlichen Unterschied in ihrer Lage zur terminalen Scharnierachse des Artikulators hat.



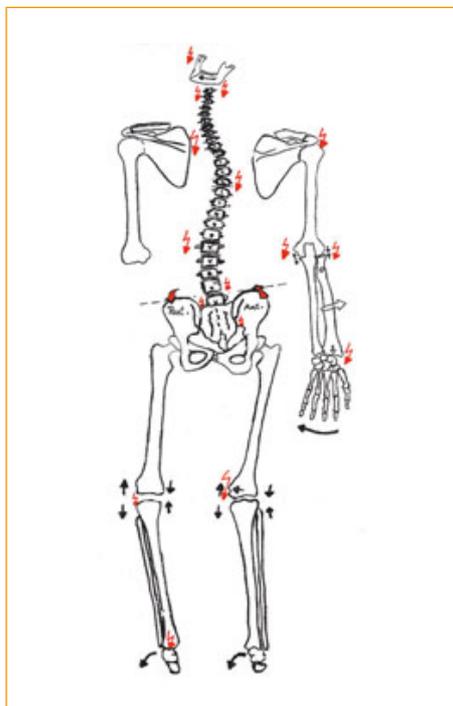
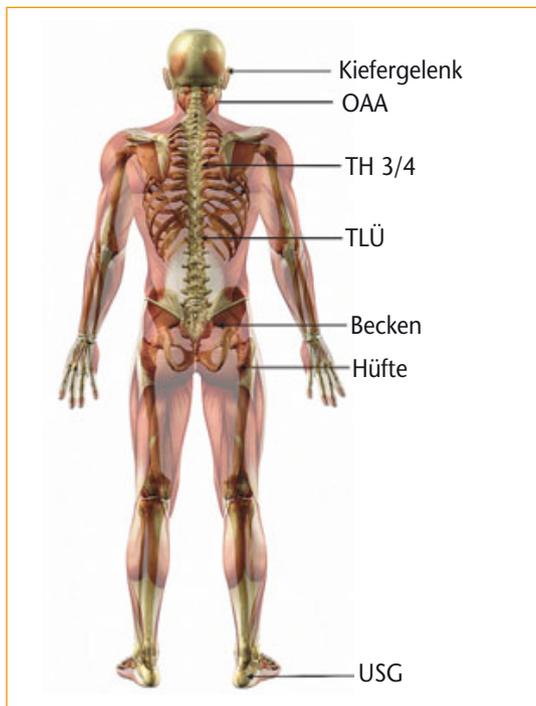
gewogen, mit der Praxis konstruktiv Erfahrungen ausgetauscht und Anforderungen offen kommuniziert werden. Hierbei kommt insbesondere der schädelbezogenen Montage und dem Registrat eine hohe Bedeutung zu, da damit die Weichen einer restaurativ erfolgreichen Arbeit gestellt werden. So ist es wichtig, die Methodik der Registrierung in der Praxis genau zu kennen, um deren Effekt und Auswirkungen auf die technische Umsetzung im Labor einordnen zu können (Abb. 10 und 11).

### Modellanalyse und skelettale Mitte

Über die Modellanalyse können einige diagnostische Ansätze besprochen werden. Abstraktionsfacetten und die Vermessung der Zähne geben eine sichere Orientierung für die Höhe (Vertikale). Die Angle-Klassifizierung steht in direkter Beziehung zur Okklusionsebene. Stimmt die dentale mit der skelettalen Mitte überein? Hier könnte eine UK-Fehlposition vorliegen. Auch eine Verschiebung der Oberkieferbezahnung, z. B. aufgrund von Nichtanlagen oder frühzeitiger Exzision, wäre denkbar. Die Ausrichtung bzw. der Versatz der skelettalen zur dentalen Mitte können entscheidende Auswirkungen bei der anstehenden Therapie nach sich ziehen. Der Mensch strebt durch sein „Markenzeichen“, dem aufrechten Gang, stets ins Lot, idealerweise vom Scheitel bis zur Fußsohle. Wird er aus dieser harmonischen Körperhaltung durch äußere oder innere Einflüsse gedrängt, so kompensieren Muskulatur und Skelett entsprechend. Verspannungen, Verdrehungen, Fehlhaltungen, eingeschränkte Beweglichkeit und einseitige Abnutzungserscheinungen sind die Folge. Für jegliche Art von restaurativen Maßnahmen – je komplexer, desto wichtiger – sollte daher geklärt sein, ob Ursache und Auswirkung der Diagnose für die Versorgung relevant sind oder ob weitere vorbereitende Schritte wie Wax-up, Mock-up, Schienen- und Physiotherapie therapeutisch notwendig und aufschlussreich sind bzw. sein können (Abb. 12 und 13).

### Oberkieferübertragung und Montage

Die Position des OK im Artikulator hat eine entscheidende Bedeutung. Ideal für den Zahn-techniker wäre ein „schädeltransparenter“ Patient, dessen reale Kieferpositionen und Bewegungsabläufe sich im Artikulator identisch darstellen ließen. Doch die durch die Übertragungsbögen vorgegebenen Bezugsebenen (z. B. Frankfurter Horizontale, Campersche



**Abb. 12 und 13** Rotationszentren und schematische Darstellung über die Auswirkung in der absteigenden Kette durch ein Ungleichgewicht im Kiefergelenk (Grafiken Hergenroether).

Ebene oder Patientenhorizontale – gemäß der jeweiligen Systeme unterschiedlich!) entsprechen nicht der natürlichen Kopfhaltung des Patienten und sind rein fiktive Bezugsebenen, die dadurch nur ungenau – eben arbiträr – übertragen werden können. Allein schon aus rein geometrischen Gründen (Winkelbezug, Kauflächentopografie etc.) finden sich hier entscheidende Fehlerquellen für die Rekonstruktion wieder. Das Risiko ist hoch, dass ein dreidimensionaler Verzug in allen Ebenen entsteht und die Oberkiefermontage im Artikulator nicht der realen anatomischen Positionierung des Patienten entspricht (Abb. 14 bis 17).

Damit stellt sich die Frage: Stimmt die horizontale Ebene, der reale Bezug zu den Zahnachsen und die skeletale Mitte oder kommt es durch den dreidimensionalen Verzug und die Diskrepanz zwischen Artikulatoremontage und Patient bei Funktionsbewegungen zu Früh- und Balancekontakten? Der Aufwand einer eher wahrscheinlichen Nacharbeit ist für die Praxis und das Labor erheblich.

Wie also wurde das Registrat in der Praxis abgegriffen und welchen Zweck erfüllt es bei der Montage des UK? Ein Durchbissregistrat zur Übertragung der Habituellen Interkuspitation (IKP) kann sicherlich auch in einer Liegendposition beim Patienten durchgeführt werden. Bei Zentrikregistraten hingegen ist die Kopfhaltung durchaus relevant, da eine Überstreckung des Kopfes oder eine Liegendposition den UK nach dorsal „zwingt“. Nach der Anfertigung des Zahnersatzes muss daher sowohl im Front- als auch im Seitenzahnbereich unter Umständen eingeschliffen werden. Wird nach der Montage des UK im Artikulator mit dem Registrat eine andere therapeutische Höhe eingestellt (Absenken oder Anheben des Stützstiftes), die vorab nicht exakt definiert wurde, kann dies wiederum ein Einschleifen des Zahnersatzes oder der Schienen nach sich ziehen.

### Das Registrat



Abb. 14 und 15 Derselbe Patient bzw. dasselbe Modell, mit drei unterschiedlichen Artikulatorsystemen einartikuliert, zeigt drei unterschiedliche Oberkieferpositionen, sodass je nach Ebene auch unterschiedliche OK-Montagen entstehen (Grafiken Udo Plaster).

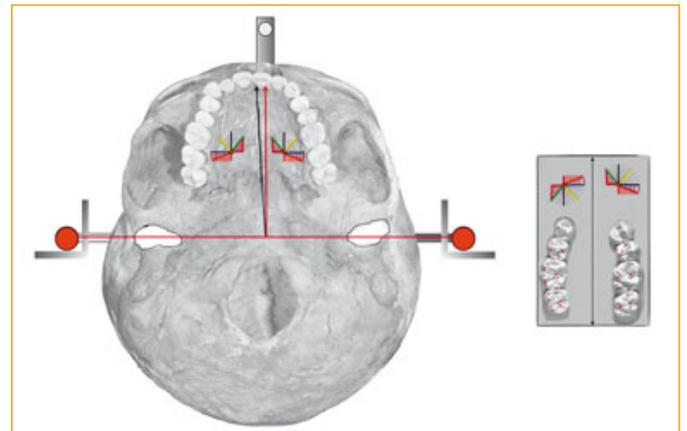
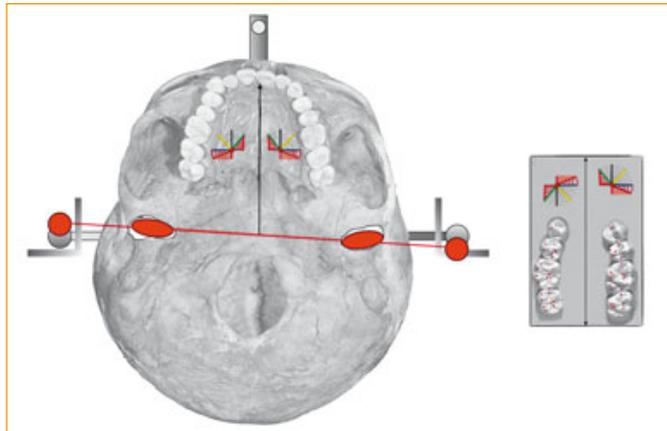


Abb. 16 und 17 Nicht immer liegen die Scharnierachse der Kondylen und die Verbindungsachse der beiden äußeren Gehöreingänge übereinander. Das führt zu einem Verzug der Übertragungsbögen gegenüber dem Schädel; in der Folge kann es zu umfangreichen Einschleifarbeiten in der Protrusion und Laterotrusion kommen (Grafiken Udo Plaster).

Das Registrat stellt im Idealfall keine „Momentaufnahme“ der Unterkieferposition dar, sondern bildet eine reproduzierbare Position ab, und zwar in allen drei Ebenen. Nur das stellt sicher, dass sich keine früher oder später auftretenden Schäden an den Restaurationen einstellen. Hier ist insbesondere der Zahnarzt gefordert, dem Patienten zum Zeitpunkt der Registrierung in einen „stabilen Zustand“ zu verhelfen. Das bedingt, dass der Zahnarzt mögliche Verspannungen und Fehlhaltungen des Patienten, die das Registrat „verfälschen“ könnten, frühzeitig erkennt und diese in Zusammenarbeit mit einem Physiotherapeuten oder Osteopathen behoben werden.



Abb. 18 bis 20 Registrierung des Oberkiefers in aufrechter Kopfhaltung (Natural Head Position NHP). Der Unterkiefer wird mit einer nicht-manipulierten Registriertechnik dem Oberkiefer zugeordnet.



Abb. 21 bis 24 Registrierung der relaxierten, zentrischen Relation mittels Frontzahn-jig.

Entscheidend bei der Registratur sind in jedem Fall die vorherige Relaxierung der Muskulatur und die Abnahme des Registrats in aufrechter Haltung. Dabei wird der Patient gebeten, ca. 20 Minuten lang mit einem individuell nach der richtigen Höhe ausgesuchten Aqualizer (je nach notwendiger vertikaler Höhe mehr oder weniger gesperrt) spazieren zu gehen. Im Anschluss daran wird ein Frontzahn-jig – entsprechend der real notwendigen und vorab definierten Bisshöhe – eingesetzt, ohne dass die Zähne zwischen Aqualizer und Jig in Kontakt kommen. Diese relaxierte, zentrische Relation wird durch entsprechende Bewegungsübungen kontrolliert und stabilisiert. Gibt es keine Variablen mehr und findet der „Biss“ reproduzierbar immer in das gleiche Muster, wird diese Relation fixiert. Die bisherige Alternative mit Registratplatten hingegen zieht mehrere Komplikationen nach sich:

- zumeist zu große Sperrung und dadurch geometrische Ungenauigkeiten;
- nur im Sitzen oder Liegen möglich, dadurch die Gefahr einer retralen Verlagerung;
- nur durch entsprechende, wenn auch leichte Führung reproduzierbar, dadurch keine komplette Relaxierung vorhanden (Abb. 18 bis 24).

Für ein serviceorientiertes Labor ist bei funktionell und ästhetisch anspruchsvollen Versorgungen der Patientenkontakt unerlässlich, bei komplexen Fällen möglichst schon zu Beginn der Behandlung, bei der Planung, sonst bei der Zahnfarbenauswahl, spätestens aber bei den Finish-Anproben kurz vor der Fertigstellung. So wird es dem Labor möglich, eigene Erfahrungen nutzbringend für den Patienten wie für den Zahnarzt einzubringen. Denn nur durch die gemeinsame, abschließende Bewertung der Ergebnisse im Hinblick auf die zur Verfügung gestellten Registrate kann eine Verbesserung erreicht werden.

**Praktikabel und wirtschaftlich**



**Abb. 25 bis 29** Ein wichtiger Termin im Labor. Neben Zahnfarbenauswahl, intraoralen Aufnahmen und Portraitaufnahmen kann, sofern vom Zahnarzt nicht bereits übermittelt, am PlaneFinder die lage- und ebenengerechte Montage der Modelle beurteilt werden.

Wenn eine keramische Frontzahnbrücke „hängt“ und diese in einem zweiten Schritt, der in der Regel nicht bezahlt wird, korrigiert werden muss, fallen nicht nur zusätzliche Termine in der Praxis an, sondern es bedingt auch einen zum Teil erheblichen Kosten- und Zeitaufwand im Labor. Dieser Spielraum wird, nicht zuletzt aufgrund verschärfter Wettbewerbsbedingungen, zunehmend enger. Damit stellt sich die Frage: Wie können Ablaufkonzepte in ein Labor integriert werden, welche die Nacharbeiten reduzieren und zudem den Workflow in der zahnärztlichen Praxis unterstützen? Bei fast allen Frontzahnversorgungen, die nach der NHP (Natural Head Position) montiert wurden, konnten wir beobachten, dass der Korrekturaufwand in der vertikalen wie in der horizontalen Achse deutlich abgenommen hat (Abb. 25 bis 29).

### Schlussbetrachtung

Neuere neuromuskuläre Erkenntnisse und moderne digitale Entwicklungen öffnen den Blick für individuelle, patientenbezogene Alternativen zu bisherigen gnathologischen (Registrier-) Dogmen. Die Übertragung der NHP (Natural Head Position) und das Registrieren nach Entspannung (Deprogrammierung) ermöglichen dem Zahntechniker eine reale Darstellung der Patientensituation am Arbeitsplatz im Labor. Diese Reproduzierbarkeit erhöht die Sicherheit und Effizienz ohne häufige Einproben und Korrekturmaßnahmen aus funktionellen wie ästhetischen Gesichtspunkten.

In der Praxis zeigt der ganzheitliche Ansatz, dass man es in den meisten Fällen nicht nur mit einer rein zahnmedizinischen Versorgung zu tun hat, sondern diverse orthopädische, physiotherapeutische und osteopathische Aspekte den Behandlungsablauf und letztendlich den Erfolg maßgeblich beeinflussen.

Der moderne gesellschaftliche, psychosoziale Stress geht einher mit zunehmenden muskulären Haltungskrankheiten, Kopfschmerzen, Nacken- und Rückenbeschwerden und Verspannungen. Die alltäglichen Phänomene in der Praxis, wie z. B. Dentin- und Schmelzrisse,

Chipping an Keramikrestaurationen und Kiefergelenkbeschwerden, sind nicht immer rein auf Material und Methode zurückzuführen. Der genauen Analyse der gesamten skelettalen wie muskulären Funktionskette sollte daher deutlich mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden.

1. Bennet, NG: A contribution to the study of the movement of the mandible. Proc R Soc Med, 1908.
2. Cooke MS. Five-year reproducibility of natural head posture: A longitudinal study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1990;97:487-494.
3. Ferrario VF, Sforza V, 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.
4. Gysi A. In: Partsch, Bruhn, Kantorowicz. Handbuch der Zahnheilkunde Band III. 1926.
5. Hugger A, Türp JC, Pröschel P, Strub JR, Stüttgen U. Die Anwendung von Gesichtsbögen in der restaurativen Therapie und Funktionsdiagnostik – welches Evidenzniveau liegt vor? Dtsch Zahnärztl Z 2001;56:671–675.
6. McCallum B, Stuart C. Gnathology A Research Report. Scientific Press 1955.
7. Plaster U. Das Plane-System – vom analogen Gips- zum digitalen CAD-Modell. Quintessenz Zahntech 2014;40:570-586.
8. Sinobad D, Postic SD. Roentgenradiometric indicators of the position of the occlusal plane in natural and artificial dentitions. Eur J Prosthodont Restor Dent 1996;4:169-174.

*Literatur*



**Dr. med. dent. Siegfried Marquardt**

Adelhofstr. 1  
83684 Tegernsee  
E-Mail: info@dr-marquardt.de



**ZTM Andreas Moser**

Lubberich GmbH Dental-Labor  
Bahnhofstraße 24–26  
56068 Koblenz  
E-Mail: a.moser@lubberich.de