

M. Leukhardt

Transferring esthetically relevant facial reference lines to the articulator

Übertragung ästhetisch relevanter Bezugslinien des Gesichts in den Artikulator

Dr. med. dent., M.Sc., Zahnarzt in Eberswalde

Dr. med. dent., M.Sc., Private practice in Eberswalde, Germany

Zusammenfassung

Während für die Übertragung funktioneller Parameter vom Patienten in den Artikulator seit Jahrzehnten immer neue, zum Teil sehr aufwendige Techniken und Geräte entwickelt wurden, fehlt es an allgemein akzeptierten Übertragungsmöglichkeiten für die korrekte Platzierung und Ausrichtung der Frontzähne im Artikulator unter ästhetischen Gesichtspunkten¹. Das Spektrum der Möglichkeiten reicht hier von einfachen Methoden wie der Anbringung von Orientierungslinien auf den Modellen, der Abformung von im Mund optimierten Provisorien oder der Anpassung von Registrierwällen beispielsweise mit der Candulor-Registriergabel bis zu technisch anspruchsvolleren apparativen Lösungen. Letztere sollen im Rahmen dieses Beitrags beschrieben und hinsichtlich ihrer Praxistauglichkeit bewertet werden.

Indizes: *Gesichtsasymmetrie, Okklusionsebene, Artikulator, Frontzahnästhetik, Gesichtsbogen, Linefinder*

Wahrnehmung der dentalen Ästhetik

Ästhetische Aspekte spielen für den Erfolg einer restaurativen Therapie insbesondere der Frontzähne in den Augen unserer Patienten eine entscheidende Rolle. Die ästhetische Wirkung dieser Restaurationen hängt in erheblichem Maß auch davon ab, wie gut es gelingt, sie harmonisch in das Gesicht des Patienten einzufügen. Das menschliche Auge zeichnet sich durch eine besondere Sensitivität gegenüber

Abstract

Over the past decades, although new and often complicated techniques and devices for transferring functional parameters from the patient to an articulator have been developed, there is a lack of generally accepted methods enabling the correct positioning and alignment of anterior teeth in an articulator from an esthetic point of view¹. The range of options spans simple methods, such as marking casts with reference lines, taking impressions of temporaries previously optimized in the patient's mouth or adjusting an occlusal registration rim with the Candulor bite fork, to more sophisticated technical solutions. This paper will describe and assess the latter with respect to their practicability.

Keywords: *facial asymmetry, occlusal plane, articulator, anterior esthetics, facebow, linefinder*

Perception of dental esthetics

From the patient's perspective, esthetic aspects play a critical role for the success of any restorative treatment, but especially for anterior teeth. The esthetic appearance of these restorations depends strongly on their harmonious integration into the patient's face. The human eye is particularly sensitive to deviations from the horizontal and the vertical line viewed against a surrounding frame¹. A classic



example of this sensitivity is the immediate perception of a crooked picture on a straight wall. In the same way, even minor deviations are perceived if there is an inclination of the anterior occlusal plane or if the tooth axes are not parallel with the long axis of the face. A degree of deviation is usually still tolerated, but because it does not yet catch the eye of the viewer, it is scarcely discussed in scientific literature. Based on the sparse data available¹⁻⁴, for the time being the assumption is that deviations of about 1.3 or 1.4 angular degrees are critical, since they are perceived by a majority of viewers.

Requirements of esthetic dental treatment

Dental restorations are usually fabricated on casts of the dental arches in the laboratory. Treatment success or failure is therefore closely linked with an efficient information transfer from the dental office to the laboratory, since the dental technician will see the patient only via the dental casts.

To be able to communicate information about the patient's face, several reference lines can be used:

- The most critical vertical reference line is the midline of the face, which is defined in related literature either as the center of the philtrum alone⁵⁻⁷ or in combination with the center of the interpupillary line^{8,9} or as defined by the points glabella, tip of the nose and the tip of the chin¹⁰ (Fig 1).
- The most common horizontal reference lines are the interpupillary line (line connecting the centers of the patient's pupils when the patient looks straight ahead) and the intercommissural line (line connecting the corners of the mouth when the patient is smiling), while the line connecting the eyebrows (ophiach line) and the interalar line play a minor part (Fig 2).

All of these lines can serve as a reference in placing and aligning anterior dental restorations. However, the related literature is nowhere near giving a consensus on how this should be implemented in a given case^{5,10,11-21}.

Transfer with a facebow and dental esthetics

Conventional facebows are used for mounting dental casts in an articulator in correct relation to the skull. The teeth in the cast should ideally show the same spatial relationship to the hinge axis of the articulator as the patient's teeth to the temporomandibular joints' centric hinge axis. This will allow for both changes of the vertical dimension in the articulator, and for a patient-specific simulation of jaw motion in the articulator. This correlation of the spatial relationships

Abweichungen in der Horizontalen und Vertikalen gegen einen umgebenden Rahmen aus¹. Ein klassisches Beispiel für diese Sensitivität ist das sofortige Wahrnehmen eines schief hängenden Bildes an einer geraden Wand. In gleicher Weise wird auch die Schrägstellung der frontalen Okklusionsebene oder die Dysparallelität der Zahnachsen zur Längsachse des Gesichts schon bei geringen Abweichungen wahrgenommen. Zur Frage, welche Abweichungen dabei tolerabel sind, weil sie dem Auge des Betrachters noch nicht auffallen, gibt es in der wissenschaftlichen Literatur kaum Angaben. Aufgrund der wenigen vorliegenden Daten¹⁻⁴ muss vorerst davon ausgegangen werden, dass Abweichungen ab etwa 1,3/1,4 Winkelgrad kritisch sind, weil sie von der Mehrheit der Betrachter wahrgenommen werden.

Voraussetzungen für dentale Ästhetik

Zahnersatz wird in der Regel auf Kiefermodellen im Dental-labor hergestellt. Die Frage des Behandlungserfolgs (oder Misserfolgs) ist somit eng mit einer funktionierenden Informationsübermittlung aus der Praxis ins Labor verbunden, da der Patient dem Zahntechniker in der Regel nur in Form eines Gipsmodells zur Verfügung steht. Zur Übermittlung von Informationen über das Gesicht des Patienten kann man sich verschiedener Referenzlinien bedienen:

- Die entscheidende *vertikale Referenz* ist die Mittellinie des Gesichts, die in der Literatur zumeist durch die Philtrummitte allein⁵⁻⁷ oder in Kombination mit der Mitte der Bipupillarlinie^{8,9} oder auch durch die Punkte Glabella, Nasenspitze und Kinnspitze¹⁰ definiert wird (Abb. 1).
- Die gebräuchlichsten *horizontalen Referenzlinien* sind die Bipupillarlinie (Verbindungsline der Pupillennitelpunkte am geradeaus blickenden Patienten) und die Kommissurenlinie (Verbindungsline der Mundwinkel beim Lächeln), während die Augenbrauenlinie (ophiach line) und die Nasenflügelinie (interalar line) eine untergeordnete Rolle spielen (Abb. 2).

All diese Linien können Orientierungshilfe bei der Platzierung und Ausrichtung der Frontzahnrestauration bieten, ohne dass in der Literatur auch nur eine annähernde Übereinstimmung darüber besteht, wie dies im Einzelfall geschehen sollte^{5,10,11-21}.

Gesichtsbogenübertragung und dentale Ästhetik

Konventionelle Gesichtsbögen dienen der schädelbezüglichen Montage von Kiefermodellen in Artikulatoren. Die Zähne der Modelle sollen sich zur Scharnierachse des Artikulators idealerweise in der gleichen räumlichen

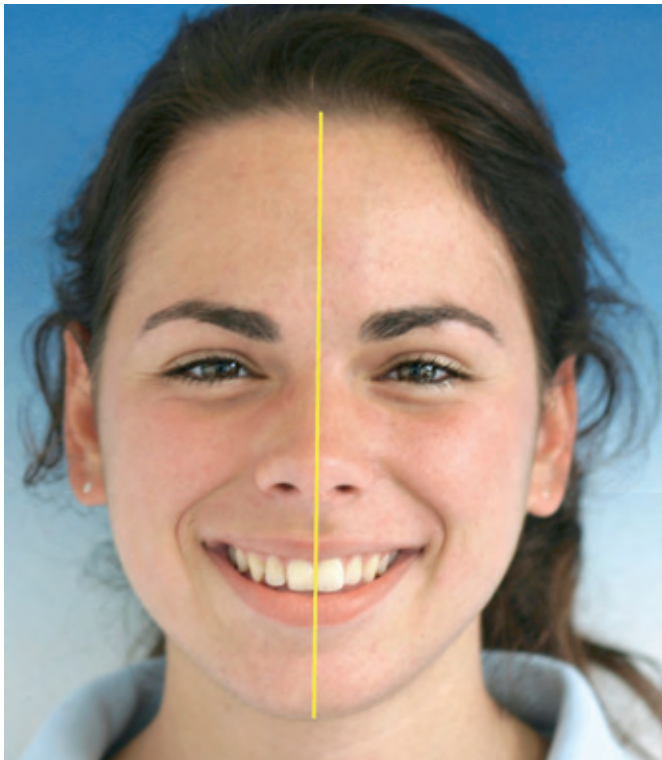


Fig 1 The midline as the critical vertical reference line.

Abb. 1 Die Mittellinie als entscheidende vertikale Referenz.

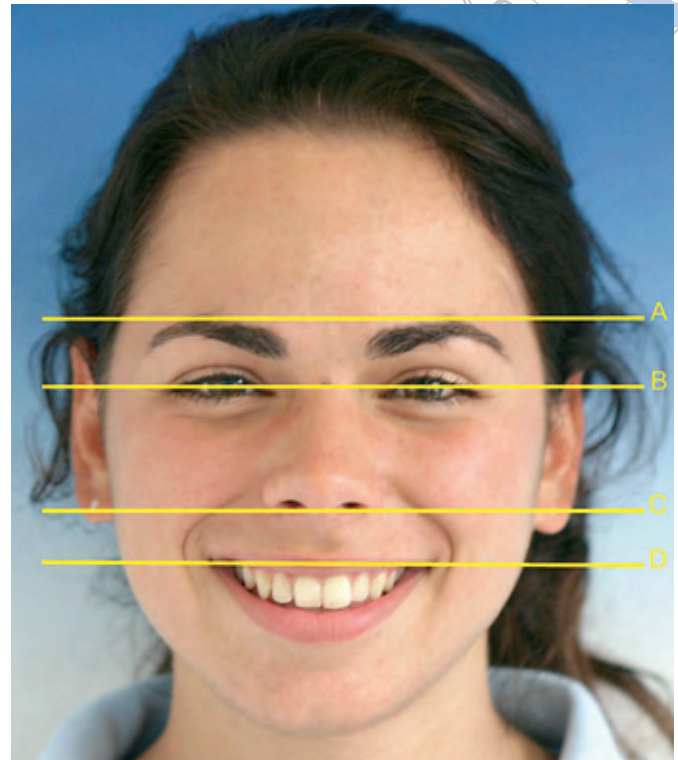


Fig 2 The horizontal reference lines.

Abb. 2 Die horizontalen Referenzlinien.

Position befinden, wie die Zähne des Patienten zur zentralen Scharnierachse der Kiefergelenke, da dies zu Änderungen der Vertikaldimension im Artikulator zulässt und zum anderen eine patientenbezogene Bewegungssimulation der Zahnreihen im Artikulator ermöglichen soll. Diese Übereinstimmung wird hergestellt, indem mittels Gesichtsbogen am Patienten eine Bezugsebene aus rechtem und linkem Scharnierachsenpunkt sowie einem anterioren Referenzpunkt (beispielsweise Orbitalpunkt) definiert und über eine Registriergabel mit der Oberkieferzahnreihe starr verbunden wird.

Dabei ist es eine Frage der klinischen Relevanz der sinnvollerweise anzustrebenden Übertragungsgenauigkeit, ob die Scharnierachsenpunkte individuell bestimmt und übertragen, zuvor markierte arbiträre Scharnierachsenpunkte verwendet werden oder ein Ohr-Gesichtsbogen mit fester Distanz vom äußeren Gehörgang zum angenommenen Scharnierachsenpunkt Anwendung findet. Das Gesichtsbogenregistrat wird unter Verwendung einer zum System gehörenden Übertragungshilfe oder durch das direkte Anlegen des Gesichtsbogens an den Artikulator in diesen übertragen. Das Oberkiefermodell wird

is created by defining a reference plane at the patient using the right and left hinge axis point and an anterior reference point (eg, the orbital point) with the help of a facebow that is connected rigidly to the upper arch with a bite fork.

Whether the hinge axis points are determined individually for each patient and then transferred, previously marked arbitrary hinge axis points are used, or if an ear facebow with a fixed distance from the external auditory canal to the assumed hinge axis point is utilized, a degree of accuracy to what is clinically relevant is sensible to aim at. The facebow registration is transferred to the articulator using the transfer device that comes with the system or by connecting the facebow to the articulator directly. The maxillary cast is placed into the impressions on the bite fork and secured to the upper part of the articulator, usually with mounting stone.

The use of a facebow therefore only serves the purpose of transferring functional parameters. At the same time, however, by positioning the maxillary cast in the articulator with the help of a facebow registration, the anterior occlusal plane of the casts is defined in relation to the horizontal plane of the articulator. This is not a problem as long as the

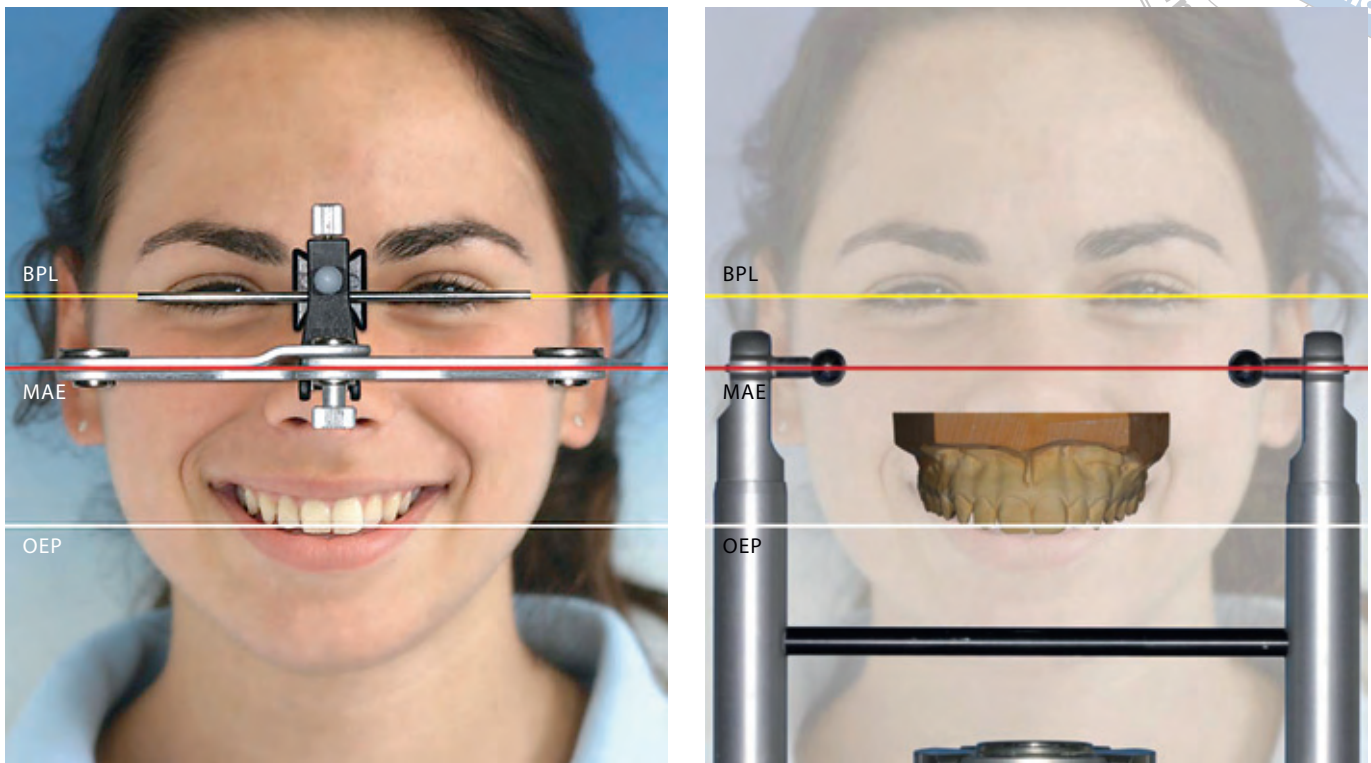


Fig 3a and b If the facebow (MAE) is adjusted to be parallel to the interpupillary line (BPL), the position of the cast (OEP = occlusal plane patient) in the articulator corresponds to the actual patient situation.

Abb. 3a und b Bei Ausrichtung des Gesichtsbogens (MAE) parallel zur Bipupillarlinie (BPL) entspricht die Orientierung des Modells (OEP = Okklusionsebene Patient) im Artikulator der Situation am Patienten.

facebow is aligned in the patient in parallel with the desired horizontal esthetic reference plane – which will usually be the interpupillary line (Fig 3a and b).

Preston²² found as early as 1979 that using a facebow could lead to an esthetic misalignment of the maxillary anterior teeth in the articulator if the posterior reference points were not at the same height, which was often the case^{22,23}.

If a patient's external auditory canals or hinge axis points are not at the same height, the line that connects them and thus the facebow is not horizontal and usually also not parallel with the interpupillary line. As the maxillary cast is mounted in the articulator with the facebow corresponding with the articulator's horizontal plane, this results in an oblique position of the cast that is not corresponding in the relation of the anterior occlusal plane to the horizontal plane in the patient (Fig 4).

If the dental technician uses the horizontal tray plane of the articulator to fabricate an anterior restoration, the

in die Impressionen der Registriergabel eingesetzt und mit dem Artikulatoroberteil, in der Regel mittels Montagegips, fest verbunden.

Die Anwendung eines Gesichtsbogens dient also der Übertragung rein funktioneller Parameter. Gleichzeitig wird durch die Orientierung des Oberkiefermodells mittels Gesichtsbogenregistrat im Artikulator auch der Verlauf der anterioren Okklusionsebene der Modelle, bezogen auf die Horizontale des Artikulators, festgelegt. Dies ist solange kein Problem, wie die Ausrichtung des Gesichtsbogens am Patienten parallel zur angestrebten ästhetischen horizontalen Bezugsebene – in der Regel also zur Bipupillarlinie – erfolgt (Abb. 3a und b).

Preston²² stellte schon 1979 fest, dass die Verwendung eines Gesichtsbogens zu einer ästhetischen Fehlansichtung der Oberkieferzahnreihe im Artikulator führen kann, wenn sich die posterioren Referenzpunkte nicht auf gleicher Höhe befinden, was häufig vorkommt^{22,23}.

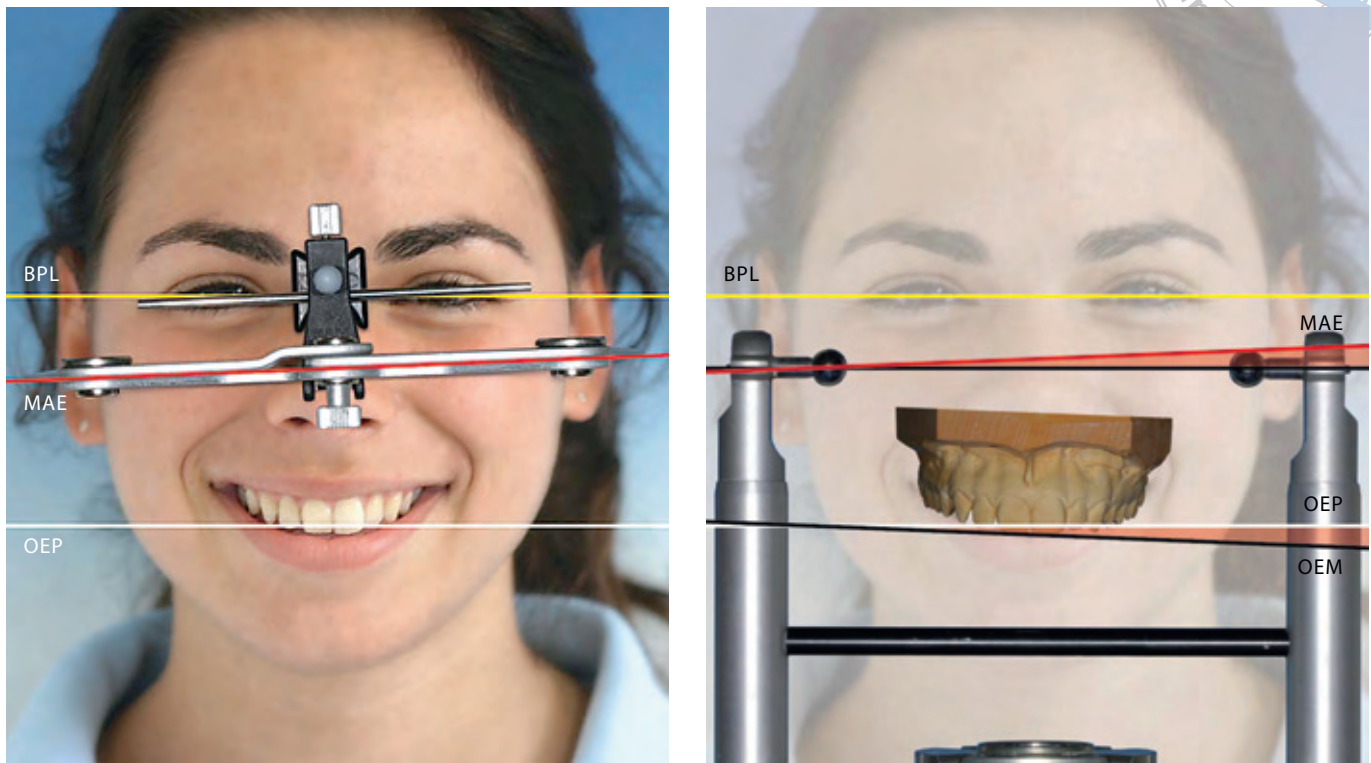


Fig 4a and b If the facebow (MAE) is not placed horizontally and in parallel with the interpupillary line (BPL), this results in an inclination of the maxillary cast towards one side (OEM) that does not reflect the actual position of the plane in the patient (OEP = occlusal plane patient) as the facebow will be placed in parallel with the articulator's horizontal plane when the casts are mounted. The inclination of the bow illustrated here is 2.3 angular degrees.

Abb. 4a und b Liegt der Gesichtsbogen (MAE) am Patienten nicht horizontal und parallel zur Bipupillarlinie (BPL) resultiert im Artikulator eine seitlich geneigte Orientierung des Oberkiefermodells (OEM), die nicht der Ausrichtung des Oberkiefers am Patienten (OEP = Okklusionsebene Patient) entspricht, da der Gesichtsbogen bei der Modellmontage mit der Horizontalebene des Artikulators parallelisiert wird. In der Abbildung beträgt die Neigung des Bogens 2,3 Winkelgrad.

Liegen die äußeren Gehörgänge oder Scharnierachsenpunkte eines Patienten nicht auf gleicher Höhe, verläuft die Linie, die sie untereinander verbindet – und damit auch der Gesichtsbogen – nicht horizontal und im Regelfall auch nicht parallel zur Bipupillarlinie. Da bei der Montage des Oberkiefermodells der Gesichtsbogen mit der Horizontalebene des Artikulators in Übereinstimmung gebracht wird, resultiert daraus eine seitlich geneigte Orientierung des Modells, die nicht der Beziehung der frontalen Okklusionsebene zur Horizontalen am Patienten entspricht (Abb. 4).

Orientiert sich der Zahntechniker bei der Herstellung des Frontzahnersatzes nun an der (horizontalen) Tischebene des Artikulators, wird daraus eine frontale Okklusionsebene resultieren, die im Artikulator horizontal *erscheint*, am Patienten aber um den Betrag der Abweichung zwischen der Horizontalen und der Verbindungslinie der posterioren Referenzpunkte geneigt ist und damit ästhetisch nachteilig

resulting anterior occlusal plane will seem horizontal in the articulator. In the patient, however, it will be inclined by the degree of deviation between the horizontal line and the line connecting the posterior reference points, and thus have a negative impact on the esthetic appearance. Preston²² pointed out that a similar phenomenon was also occurring in the presence of an anteroposterior asymmetry of the hinge axis points. If one of the two posterior reference points is in a more posterior position than the other, the facebow is rotated from the frontal plane towards that side. When the cast is mounted, the bow is placed in parallel with the condylar axis of the articulator, which means that the cast is oriented in the opposite direction. If the dental technician only uses the center of the articulator to position the dental midlines, this will result in the displacement of the midline towards the more posterior reference point in the patient.



Fig 5 SAM facebow with reference pointer for parallelization with the interpupillary line.

Abb. 5 SAM-Gesichtsbogen mit Referenzzeiger zur Parallelisierung mit der Bipupillarlinie.

Transfer with a corrected facebow

Different solutions to this much-discussed problem are provided in related literature^{1,9,19,22,24,25-27}.

One option is to mark the midline and a parallel to the interpupillary line directly on the cast. For the dental technician, this has the disadvantage that the usual frame of reference, ie, the articulator that is aligned horizontally with the tabletop, cannot be used for reference²⁶.

Dawson^{28,29} suggested correcting the inclination by transferring it with an ear facebow. To do this, the bow is aligned manually in parallel with the horizontal reference line before it is connected to the bite fork. With casts that have been mounted using such a corrected bow, it is possible to analyze the horizontal parameters in the articulator in a direct relationship to the tray plane²⁶. To facilitate the correction of the bow, there are facebows with an additional reference pointer that allow for parallelization with the interpupillary line (Fig 5). In case the interpupillary line and the intercommissural line are not parallel, Paul¹⁹ suggests aligning the bow parallel with the bisecting line of the angle between these two lines. In this case, the dental technician, who has to be provided with suitable additional frontal photographs, also uses the tray plane as a reference.

Lee^{17,21} is not in favor of the interpupillary line as a reference, instead preferring the actual horizontal line, and suggests aligning the bow with the help of a level (Bioesthetic Level Gauge, Panadent Co., Grand Terrace, USA),

wirkt. Preston²² wies darauf hin, dass ein vergleichbares Phänomen auch *bei anteroposteriorer Asymmetrie* der Scharnierachsenpunkte auftritt. Liegt ein posteriorer Referenzpunkt weiter posterior als der andere, wird der Gesichtsbogen aus der Frontalebene zu dieser Seite geschwenkt. Bei der Modellmontage wird der Bogen mit der Kondylarachse des Artikulators parallelisiert, das Modell also in entgegengesetzter Richtung orientiert. Richtet sich der Zahntechniker für die Platzierung der dentalen Mittellinie nun nach der Mitte des Artikulators, wird am Patienten eine Verschiebung zur Seite des weiter posterior liegenden Referenzpunkts auftreten.

Übertragung mit korrigiertem Gesichtsbogen

Für dieses in der Literatur häufig diskutierte Problem^{1,9,19,22,24,25-27} werden verschiedene Lösungsvorschläge angeboten.

Eine Möglichkeit besteht in der Markierung der Mittellinie und einer Parallelen zur Bipupillarlinie direkt auf dem Modell, hat aber für den Zahntechniker den Nachteil, dass er seinen gewohnten Bezugsrahmen – den horizontal zur Arbeitsfläche ausgerichteten Artikulator – nicht zur Orientierung nutzen kann²⁶.

Von Dawson^{28,29} wurde vorgeschlagen, bei der Übertragung mit einem Ohr-Gesichts-Bogen die Neigung zu korrigieren, indem man den Bogen zur horizontalen Referenzlinie manuell parallelisiert, bevor er mit der Registrierergabel verbunden wird. Bei Modellen, die mit einem derart korrigierten Bogen einartikuliert wurden, können im Artikulator die horizontalen Parameter direkt in Bezug zur Tischebene analysiert werden²⁶. Um die Korrektur des Bogens zu erleichtern, gibt es Gesichtsbögen mit einem zusätzlichen Referenzzeiger zur Parallelisierung mit der Bipupillarlinie (Abb. 5).

Für den Fall, dass Bipupillarlinie und Kommissurenlinie nicht parallel verlaufen, schlägt Paul¹⁹ die Ausrichtung des Bogens parallel zur Winkelhalbierenden zwischen beiden Linien vor. Der Zahntechniker, dem in diesem Fall zusätzlich aussagekräftige frontal aufgenommene Fotos übermittelt werden, nutzt nun ebenfalls die Tischebene als Referenz.

Lee^{17,21}, der nicht die Bipupillarlinie, sondern die tatsächliche Horizontale als Referenzlinie favorisiert, schlägt die Ausrichtung des Bogens am aufrecht sitzenden Patienten mittels einer Wasserwaage (Bioesthetic Level Gauge, Panadent Co., Grand Terrace, USA) vor (Abb. 6 und 7). Der Zahntechniker nutzt auch hier die Tischebene des Artikulators zur Orientierung.

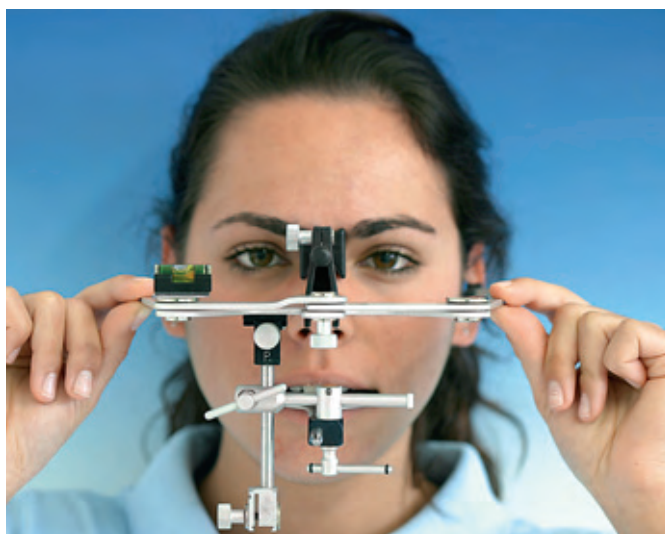


Fig 6 and 7 Facebow with spirit level for horizontal alignment.



Abb. 6 und 7 Gesichtsbogen mit Wasserwaage zur horizontalen Ausrichtung.

Übertragung ästhetischer Parameter mit speziellen Hilfsmitteln

Dento-Facial Analyzer nach Kois

Der Dento-Facial Analyzer (Panadent Co., Grand Terrace, USA) ist ein Gesichtsbogen, der am Patienten bei aufrechter Kopfhaltung nur nach Horizontalebene und Gesichtsmittellinie ausgerichtet wird. Ausgehend von der These, dass die Scharnierachse im Mittel 100 mm vom Inzisalpunkt entfernt sei, verzichtet das System auf die Nutzung arbiträrer oder individuell bestimmter Scharnierachsenpunkte und nutzt ausschließlich den Inzisalpunkt als anatomische Referenz. Der Hersteller gibt an, dass bei rund 80 % der untersuchten Probanden die Abweichung von der mit 100 mm angegebenen durchschnittlichen Distanz von der Scharnierachse zum Inzisalpunkt weniger als 5 mm betrug, was etwa den in der Literatur angegebenen Werten für arbiträre Gesichtsbögen entsprechen würde^{18,30}. Der Dento-Facial Analyzer besteht aus einem Gesichtsbogen mit Mittellinienindikator, Wasserwaage und Index tray (Abb. 8) sowie einem Montagetisch für die Montage des Oberkiefermodells in den Artikulator. Das in der Originalversion nur im Panadent-Artikulator verwendbare System wird vom deutschen Importeur so modifiziert, dass es auch für andere Artikulatorsysteme verwendet werden kann.

Praktisches Vorgehen: Das Index tray wird beidseits im Molarenbereich mit einem thermoplastischen

while the patient is sitting upright (Figs 6 and 7). In this technique, the laboratory technician also uses the tray plane of the articulator for reference.

Special devices for the transfer of esthetic parameters

Kois Dento-Facial Analyzer

The Dento-Facial Analyzer (Panadent) is a facebow that is only adjusted to the horizontal plane and the facial midline with the patient maintaining an upright head posture.

Based on the assumption that the hinge axis is situated on average 100 mm away from the incisal point, the system dispenses with the use of arbitrary or individually determined hinge axis points and uses only the incisal point as an anatomical reference. The manufacturer claims that in about 80% of subjects, there was a deviation of less than 5 mm from the average distance of 100 mm between the hinge axis and the incisal point, which corresponds to the values for arbitrary facebows found in the literature^{18,30}. The Dento-Facial Analyzer consists of a facebow with a midline indicator, level, and index tray (Fig 8) and a platform to mount the maxillary cast in the articulator. The original system can only be used in the Panadent articulator, the German distributor, however, has modified the system to allow for the use of other articulator systems.

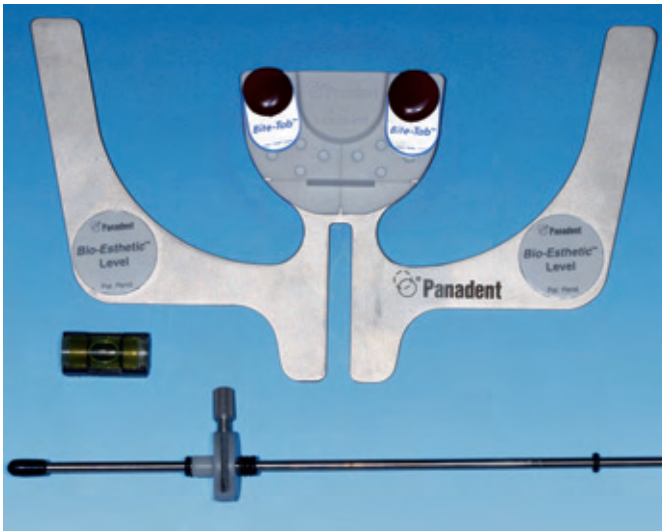


Fig 8 Dento-Facial Analyzer.

Abb. 8 Dento-Facial Analyzer.

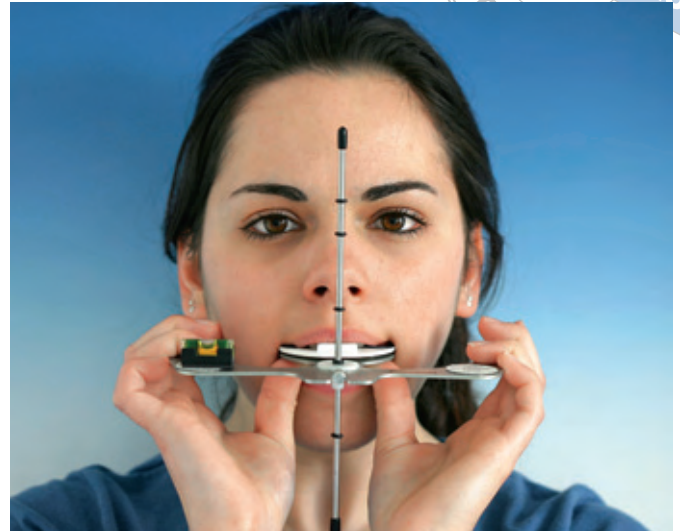


Fig 9 Correct vertical alignment of the Dento-Facial Analyzer.

Abb. 9 Vertikal korrekte Ausrichtung des Dento-Facial Analyzers.

Practical procedure: A thermoplastic registration material (eg, two Bite-Tabs, Panadent) is placed on both sides of the index tray in the molar region, heated in hot water, and the assembly is placed on the facebow. The patient is standing or sitting in an upright position and holds his or her head straight and upright. Then the facebow is adapted to the patient's maxilla in such a way that:

- the central incisors touch the corresponding reference on the index tray
- impressions are created in the registration material that will allow for a clear correlation of the casts
- the midline indicator is aligned with the midline of the face
- the facebow is aligned horizontally in the sagittal and transverse directions with the help of the level (Figs 9 and 10).

As the bow has to be adjusted while the registration material is still showing a plastic consistency, the handling is rather difficult and takes some practice. When the registration material has hardened, the facebow is taken off.

The index tray is then removed from the facebow and placed on the platform of the articulator, which is placed onto the lower part of the articulator. The maxillary cast is positioned into the impressions on the index tray and mounted (Fig 11).

The mandibular cast is subsequently mounted in the usual way. As anterior teeth may be missing or may already

Registriermaterial (beispielsweise 2 Bite Tabs, Panadent) versehen, im Wasserbad erwärmt und in den Gesichtsbogen eingefügt. Der Patient steht oder sitzt aufrecht und nimmt eine aufrechte gerade Kopfhaltung ein. Der Gesichtsbogen wird nun so am Oberkiefer des Patienten adaptiert, dass

- die mittleren Schneidezähne die entsprechende Referenz des Index trays berühren,
- Impressionen im Registriermaterial entstehen, die später eine sichere Modellzuordnung ermöglichen,
- sich der Mittellinienindikator in Übereinstimmung mit der Mittellinie des Gesichtes befindet,
- der Gesichtsbogen in sagittaler und transversaler Richtung mittels Wasserwaage horizontal ausgerichtet ist (Abb. 9 und 10).

Da die Ausrichtung des Bogens erfolgen muss, solange das Registriermaterial noch eine plastische Konsistenz aufweist, ist die Handhabung recht schwierig und erfordert etwas Übung. Nach dem Aushärten des Registriermaterials wird der Gesichtsbogen abgenommen.

Das Index tray wird vom Gesichtsbogen gelöst und auf den Montagetisch platziert, der dann in das Artikulatorunterteil eingesetzt wird. Das Oberkiefermodell wird in die Impressionen des Index trays gesetzt und einartikuliert (Abb. 11).

Die Montage des Unterkiefermodells erfolgt anschließend in der üblichen Art und Weise. Da bei einer beabsichtigten Frontzahnrestauration diese Zähne möglicherweise



Fig 10 Correct sagittal alignment of the Dento-Facial Analyzer.

Abb. 10 Sagittal korrekte Ausrichtung des Dento-Facial Analyzers.



Fig 11 Mounting the casts with the platform and index tray.

Abb. 11 Modellmontage mit Montagetisch und Index tray.

fehlen oder präpariert sind, also kein Inzisalpunkt sicher definierbar ist, muss erst ein Situationsmodell des unpräparierten Oberkiefers oder der Provisorien einartikuliert und nach Montage des Unterkiefers gegen das Oberkiefermodell der präparierten Zähne ausgetauscht werden. Für die Einstellung der Kondylenbahnneigung im Artikulator ist zu berücksichtigen, dass die üblichen Mittelwerte hier *nicht* verwendet werden können, da der Modellmontage keine der üblichen Bezugsebenen wie Scharnierachsen-Orbital-Ebene oder Campersche-Ebene zugrunde liegen und individuelle funktionelle Parameter unberücksichtigt bleiben.

Clinometer nach Behrend

2003 wurde das Clinometer als Ergänzung zum Artex-Artikulatorsystem (Amman Girrbach, Pforzheim) auch auf dem deutschen Dentalmarkt eingeführt (Abb. 12).

Praktisches Vorgehen^{24,31,32}: Das Praxis-Clinometer wird am Artex-Gesichtsbogen fixiert und dieser in die äußeren Gehörgänge des Patienten eingeführt. Da die Glabellastütze keine Anwendung findet, ist es zum einen erforderlich, dass der Behandler den Bogen mit einem Finger mittig abstützt, um ihn in der richtigen Höhe zu halten und ein transversales Kippen des Bogens zu verhindern, zum anderen muss der Gesichtsbogen eng in den Gehörgängen fixiert werden, um das Spiel des Bogens möglichst gering zu halten.

show preparations if their restoration is planned, it is possible that the incisal point cannot be clearly defined. In such a case, a situation model of the unprepared maxilla or of the temporary restorations has to be mounted and needs to be exchanged for a maxillary cast of the prepared teeth after the mandibular model has been mounted. The usual average values cannot be used here for setting the inclination of the condylar path in the articulator, since the casts are not mounted or based on the usual planes of reference (such as the axis-orbital plane or Camper's plane), and patient-specific functional parameters are not considered at all.

Behrend clinometer

In 2003, a clinometer was introduced to the German market as a supplement of the Artex articulator system (Amman Girrbach, Pforzheim, Germany; Fig 12).

Practical procedure^{24,31,32}: The operatory clinometer is secured to the Artex facebow and the latter is placed into the patient's external auditory canals. As the nosepiece is not used, the clinician should support the bow in the middle with one finger to keep it at the correct height and to prevent the bow from being tilted transversely. Moreover, the facebow has to be secured tightly in the auditory canals to keep slackness to a minimum.

It is advantageous for the use of the clinometer if the patient stands facing the clinician, as it is not entirely

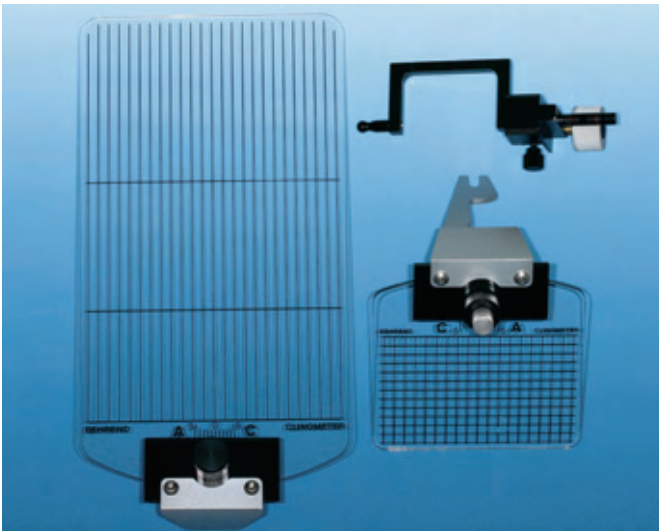


Fig 12 Clinometer system.

Abb. 12 Clinometer-System.



Fig 13 Operatory clinometer with Artex facebow.

Abb. 13 Praxis-Clinometer am Artex-Gesichtsbogen.

possible to view the face from the front in the patient chair. The facebow is then adjusted in such a way that the upper horizontal line of the clinometer is at the same height as the pupils (Fig 13). By turning the knurled screw, the angle of the clinometer is adapted so that the vertical and horizontal lines of the screen are in harmony with the patient's face.

In the author's opinion, it has proven useful to first align the clinometer in parallel with the interpupillary line before checking whether this setting is in harmony with the other facial features such as the midline, the outer shape of the face, and the intercommissural line. If this is not the case, the clinometer setting is adjusted to match the overall appearance of the face. What is termed the "esthetic angle" can then be read from the clinometer, whereby C indicates a clockwise deviation from the zero position and A indicates an anti-clockwise deviation (Fig 14). For the subsequent recording with the facebow, the clinometer is removed from the bow and the nosepiece is reconnected. To be able to use the clinometer with the articulator, transfer with a facebow is obligatory, as the angles determined with the clinometer reflect a patient-specific position of the facebow. The laboratory clinometer is then secured to the articulator with the fixation screw of the incisal pin and the esthetic angle determined as the patient is set in the laboratory clinometer. By viewing the casts through the clinometer, the technician can now correlate the tooth axes of the anterior teeth and the anterior occlusal plane inclination with the reference lines determined in the patient's face (Fig 15).

Für die Anwendung des Clinometers ist es von Vorteil, wenn sich Patient und Behandler gegenüberstehen, da im Behandlungsstuhl die frontale Betrachtung des Gesichts nur eingeschränkt möglich ist. Der Gesichtsbogen wird so ausgerichtet, dass sich die obere horizontale Linie des Clinometers auf Höhe der Pupillen befindet (Abb. 13). Durch Drehen an der Rändelschraube wird der Winkel des Clinometers so verändert, dass die vertikalen und horizontalen Linien des Schilds mit dem Gesicht des Patienten harmonieren.

Dabei hat es sich aus Sicht des Autors bewährt, das Clinometer zuerst mit der Bipupillarlinie zu parallelisieren und anschließend zu überprüfen, ob diese Einstellung auch mit den anderen Charakteristika des Gesichts, wie Gesichtsmittellinie, äußerer Form des Gesichts und Kommissurenlinie harmoniert. Ist dies nicht gegeben, wird die Einstellung des Clinometers so verändert, dass sie dem Gesamteindruck des Gesichts entspricht. Am Clinometer kann nun der sogenannte Ästhetikwinkel abgelesen werden, wobei C (= clockwise) einer Abweichung von der Nullposition im Uhrzeigersinn und A (= anticlockwise) einer Abweichung entgegen dem Uhrzeigersinn entspricht (Abb. 14). Für eine anschließende Gesichtsbogenregistrierung wird das Clinometer vom Bogen gelöst und die Glabellastütze befestigt. Für die Anwendung des Clinometers im Artikulator ist eine Gesichtsbogenübertragung zwingend erforderlich, weil sich der mit dem Clinometer ermittelte Winkelwert auf



Fig 14 The esthetic angle can be read from the clinometer.

Abb. 14 Am Clinometer ablesbarer Ästhetikwinkel.

die individuelle Lage des Gesichtsbogens am Patienten bezieht. Das Labor-Clinometer wird mittels Fixierschraube des Frontzahnführungsstifts im Artikulator befestigt und der am Patienten bestimmte Ästhetikwinkel am Clinometer eingestellt. Indem er die Modelle durch das Clinometer hindurch betrachtet, kann der Techniker nun die Zahnachsen der Frontzähne und den Verlauf der frontalen Okklusionsebene zu den am Patienten bestimmten fazialen Referenzlinien in Beziehung setzen (Abb. 15).

Eigene Untersuchungen³ ergaben, dass mit dem Clinometer eine Messgenauigkeit von etwa 1,2 Winkelgrad erreichbar war, was den klinischen Erfordernissen der Praxis vermutlich gerade genügen wird. Es ist anzumerken, dass der Artex-Gesichtsbogen durch den Verzicht auf die Glabellastütze besonders bei zierlichen Personen mit eher engen äußeren Gehörgängen, in welche die Ohroliven dann nicht oder nur in geringem Maße eingeführt werden können, sehr locker sitzt und einer streng mittigen Abstützung durch den Behandler große Bedeutung zukommt, da bei einseitiger Abstützung Kippphänomene auftreten, die den Messwert um mehrere Winkelgrade verfälschen können. Durch die bei dieser Methode zwingend erforderliche arbiträre Gesichtsbogenübertragung ist die Berücksichtigung individueller funktioneller Parameter grundsätzlich möglich.



Fig 15 Assessment of the casts with the laboratory clinometer.

Abb. 15 Beurteilung der Modellsituation durch das Labor-Clinometer.

Our own investigations³ revealed that the clinometer allowed a measuring accuracy of about 1.2 angular degrees to be achieved, which will probably just about suffice for clinical use. It has to be noted, however, that – due to the lack of a nosepiece – the Artex facebow cannot be secured tightly in people with delicate features and rather small external auditory canals that do not allow the earpieces to be inserted. It is therefore critical that the clinician keeps the facebow strictly in a centered position to prevent tilting, which may occur with unilateral support and could distort the readings by several degrees. As a transfer using an arbitrary facebow is obligatory with this method, it is generally possible to include patient-specific functional parameters.

Midliner

Another procedure to transfer an esthetically correct occlusal plane that can be found in related literature^{16,25} is the use of a level that is connected to a bite fork.

Practical procedure: The Midliner (Vic Pollard Dental Products, Westlake Village, USA) is placed between the patient's dental arches together with a fast-setting, silicone-based impression or bite registration material and adapted in such a way that the air bubble inside the level lies between the two vertical lines. The patient's head should be in an upright posture (Figs 16 and 17). After the fixation material has hardened, the level is secured in its position and the



Fig 16 Midliner adapted to the dental arches.

Abb. 16 An die Zahnreihen adaptierter Midliner.



Fig 17 Horizontal alignment using the level.

Abb. 17 Ausrichtung der Wasserwaage in der Horizontalen.

Midliner is removed from the patient's mouth (Fig 18). In the laboratory it is then placed between the casts, which are subsequently mounted in such a way that the air bubble is level again. As the level will very often be placed in the region of the articulator's incisal pin it makes sense to either use an angled incisal pin, to resort to other auxiliaries, or to utilize an articulator without an incisal pin (occludator) (Fig 19).

This method of transferring the occlusal plane will certainly be an advantage compared with no transfer of information at all. However, this technique depends heavily on a correct head posture as otherwise the transferred directions will be inaccurate. It remains open to debate whether it makes any sense to take recordings with a straight and upright head posture when using the Midliner in people who habitually hold their heads at a slight angle, which the author has observed frequently. Moreover, the line transferred here is a purely horizontal line that even an upright head posture is not necessarily in parallel with the interpupillary line. The term "Midliner" itself is somewhat awkward, since only the relationship of the teeth to a horizontal reference plane is transferred and not their relationship to the midline. Functional parameters are not considered at all in the use of the Midliner.

Midliner

Ein weiteres, in der Literatur^{16,25} angegebenes Verfahren zur Übertragung einer ästhetisch korrekt ausgerichteten Okklusionsebene stellt die Verwendung einer Wasserwaage dar, die mit einer Registriergabel verbunden ist.

Praktisches Vorgehen: Der Midliner (Vic Pollard Dental Products, Westlake Village, USA) wird mit einem schnell abbindenden Abform- oder Registriermaterial auf Silikonbasis zwischen die Zahnreihen des Patienten gebracht und so ausgerichtet, dass sich die Luftblase der Wasserwaage zwischen den beiden vertikalen Markierungen befindet. Dabei soll sich der Kopf des Patienten in einer geraden aufrechten Position befinden (Abb. 16 und 17). Nach Aushärten des Fixiermaterials wird die Wasserwaage in ihrer Position fixiert, der Midliner aus dem Mund des Patienten entnommen (Abb. 18) und im Labor zwischen die Modelle gefügt, die dann so einartikuliert werden, dass sich die Wasserwaage wieder in der Waagerechten befindet. Da sich die Wasserwaage dabei regelmäßig im Bereich des Inzisalstifts des Artikulators befindet, muss ein abgewinkelter Inzisalstift verwendet, auf andere Hilfskonstruktionen zurückgegriffen oder ein Okkludator ohne Inzisalstift angewandt werden (Abb. 19).

Die auf diese Weise erfolgte Übertragung der Okklusionsebene stellt sicherlich einen Vorteil gegenüber einem Verzicht auf jegliche Informationsübermittlung dar.

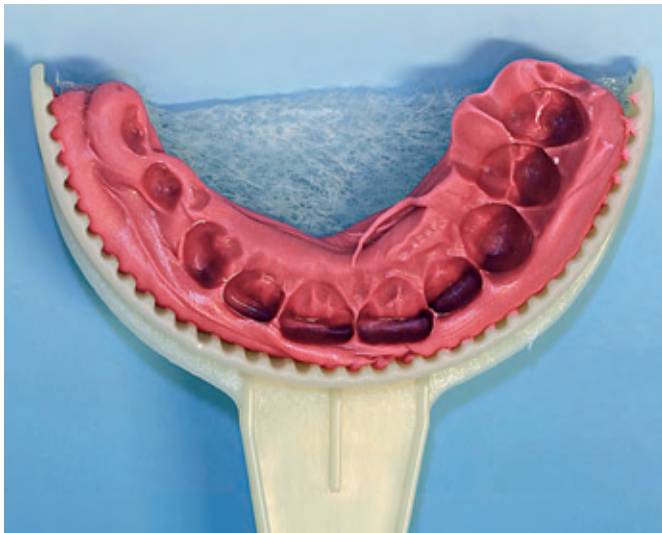


Fig 18 Midliner after removal from the patient's mouth

Abb. 18 Midliner nach der Entnahme aus dem Mund.



Fig 19 Mounting the casts with the Midliner.

Abb. 19 Modellmontage mit Midliner.

Allerdings ist diese Technik abhängig von der Einnahme der richtigen Kopfhaltung, da andernfalls eine fehlerhafte Orientierung übermittelt wird. Es wäre zu diskutieren, ob bei Personen, die gewohnheitsmäßig den Kopf etwas seitlich geneigt halten – was der Autor häufig beobachtet hat – eine gerade und aufrechte Kopfhaltung für die Anwendung des Midliners überhaupt zweckmäßig ist. Außerdem wird hier eine reine Horizontale übertragen, die auch bei aufrechter gerader Kopfhaltung nicht zwangsläufig eine Parallele zur Bipupillarlinie bildet. Die Bezeichnung „Midliner“ ist etwas unglücklich gewählt, da lediglich die Beziehung der Zähne zu einer horizontalen Referenzebene, nicht aber zur Mittellinie übertragen wird. Funktionelle Parameter finden bei der Anwendung des Midliners keinerlei Berücksichtigung.

Facial Plane Relator

Dieses von Greenberg und Ho³³ angegebene Hilfsmittel (Ho Dental Products, Santa Barbara, USA) besteht aus einem vertikalen und einem horizontalen Referenzzeiger, die rechtwinklig zueinander angeordnet und mit einem paraokklusalen Löffel („bite fork“) verbunden sind (Abb. 20).

Praktisches Vorgehen: Die Relationsbestimmung erfolgt hier mittels eines Durchbissregistrats aus Silikon. Dabei wird der paraokklusale Löffel an das noch plastische, vestibulär der Zahnreihen überschüssige Silikonmaterial adaptiert und so ausgerichtet, dass sich:

Facial Plane Relator

This implement described by Greenberg and Ho³³ (Ho Dental Products, Santa Barbara, USA) consists of a vertical and a horizontal reference pointer that are arranged at right angles and connected to a paraocclusal tray or bite fork (Fig 20).

Practical procedure: The interocclusal record is taken with the help of a silicone mushbite. The paraocclusal tray is adapted to the excess silicone material in the vestibule while it is still malleable. The tray is oriented in such a way that:

- the two reference pointers cross exactly in the middle of the face
- the vertical reference pointer coincides with the facial midline and/or
- the horizontal reference pointer coincides with the selected horizontal reference line of the face (Fig 21).

The Facial Plane Relator is kept in its position until the registration material has set and is subsequently used as a reference for the freehand mounting of the casts in the articulator.

The procedure has the advantage that it is easy, simple, and cheap, but still allows the communication of the most critical landmarks. It is a disadvantage, however, that the two pointers are connected rigidly so it is impossible to transfer the vertical and horizontal relations separately. In addition, the procedure cannot be combined with a face-bow transfer, which means that no patient-specific functional relationships can be transferred to the articulator.



Linefinder by Langner

The Linefinder developed and distributed by Jan Langner since 1996 (Jan Langner GmbH, Schwäbisch Gmünd, Germany) is a device designed to determine the facial midline and transfer it to the articulator. It consists of a bite fork with an adjustable midline indicator (Fig 22 middle and left) and a midline indicator that can be secured to any type of articulator (Fig 22 right).

Practical procedure: The manufacturer recommends that the clinician first defines the midline of the face by marking two points (eg, the middle of the bridge of the nose and the tip of the chin) and to then position the bite fork of the Linefinder covered with silicone putty in the center of the maxilla, and secure it by having the patient bite into the putty³⁴. After the silicone has set, the midline indicator attached to the adjustable magnetic retainer plate is aligned with the two previously marked points by sliding and turning the plate that is adjustable in all planes. The magnetic plate is then secured in this position and the bite fork removed from the patient's mouth (Fig 23).

In the author's practice a slightly different approach has proven useful, in which the midline is not determined by marking two points, but defined by adjusting the midline indicator directly. To do this, the midline indicator is positioned at the patient's face and the patient then viewed frontally from a distance of about one meter. The midline indicator is then adjusted several times if necessary until it is reflecting the patient's individual midline that is suitable for positioning the anterior teeth. In patients with a marked asymmetry and non-parallel axes – and especially in these patients the patient-specific transfer of the midline is required – this seems to be a more sensible approach than using two reference points for orientation.

The casts are mounted in the articulator with the preferred procedure independently of the use of the Linefinder. Then the bite fork is placed onto the cast on the upper part of the articulator with the help of the silicone impressions. The articulator's midline indicator is secured to the magnetic plate and with the help of a plastic sleeve that can be slipped over it, is bonded into the shoe attachment mounted to the upper part of the articulator with cold-cure acrylic (Fig 24). Once the bite fork has been removed, it is possible to analyze or define the dental midline and the inter-incisal line in relation to the facial midline from a frontal view (Fig 25).

While working on the mounted casts, the midline indicator can be removed from the sleeve and later remounted in an identical position anytime.

- der Kreuzungspunkt der zwei Referenzzeiger in der Gesichtsmitte befindet,
- der vertikale Referenzzeiger mit der fazialen Mittellinie und/oder
- der horizontale Referenzzeiger mit der gewählten horizontalen Bezugsebene des Gesichts übereinstimmt (Abb. 21).

Der Relator wird in situ gehalten, bis das Registriermaterial ausgehärtet ist und dient dann zur Orientierung der Modelle bei der freihändigen Montage im Artikulator.

Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass es einfach, schnell und preisgünstig ist und dennoch eine Übertragung der entscheidenden Bezugsgrößen ermöglicht. Nachteilig ist, dass wegen der starren rechtwinkligen Verbindung von vertikalem und horizontalem Anzeiger diese Relationen nicht separat übertragen werden können. Zudem ist das Verfahren nicht sinnvoll mit einer Gesichtsbogenübertragung kombinierbar, sodass keine individuellen funktionellen Bezüge in den Artikulator übertragen werden können.

Linefinder nach Langner

Der von Jan Langner entwickelte und seit 1996 vertriebene Linefinder (Jan Langner GmbH, Schwäbisch Gmünd) ist ein Gerät zur Bestimmung der fazialen Mittellinie und ihrer Übertragung in den Artikulator. Es besteht aus einer Registriergabel mit individuell justierbarem Mittellinienindikator (Abb. 22 Mitte und links) sowie einem im Artikulator zu fixierenden Mittenanzeiger (Abb. 22 rechts) und ist für alle Artikulatorsysteme anwendbar.

Praktisches Vorgehen: Vom Hersteller wird empfohlen, zuerst die Mittellinie des Gesichts durch Markierung zweier Punkte (z. B. Mitte der Nasenwurzel und Kinnschuppe) zu definieren, dann die mit Silikon ummantelte Registriergabel des Linefinders mittig am Oberkiefer zu adaptieren und durch ein Zusammenbeißen zu fixieren³⁴. Nach dem Abbinden des Silikons wird durch Verschieben und Drehen einer in jeder Ebene verstellbaren Magnetplatte der daran haftende Mittellinienindikator mit den markierten Punkten in Übereinstimmung gebracht, die Magnetplatte in dieser Position fixiert und die Registriergabel aus dem Mund des Patient entnommen (Abb. 23).

In der Praxis des Autors hat sich ein etwas abweichendes Vorgehen bewährt, bei dem die Mittellinie nicht vor dem Anlegen der Registriergabel durch das Markieren zweier Punkte festgelegt, sondern durch das Justieren des Mittellinienindikators definiert wird. Hierzu wird

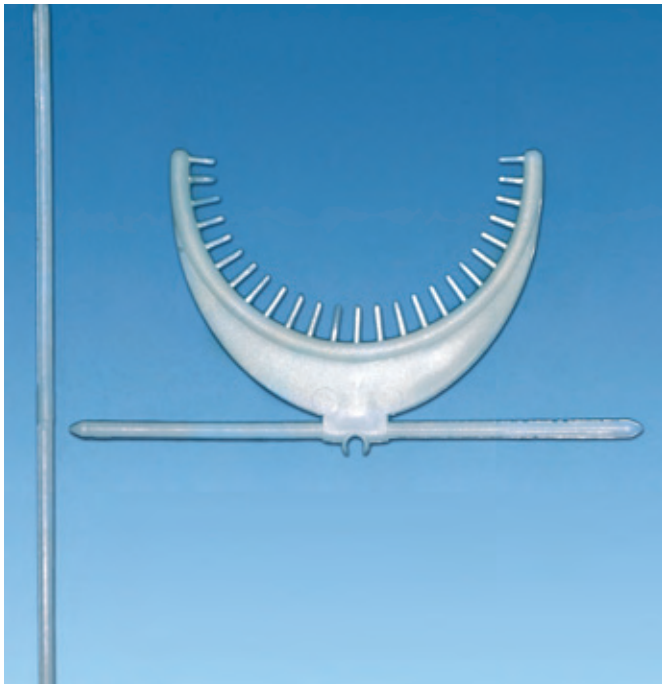


Fig 20 Facial Plane Relator.

Abb. 20 Facial Plane Relator.

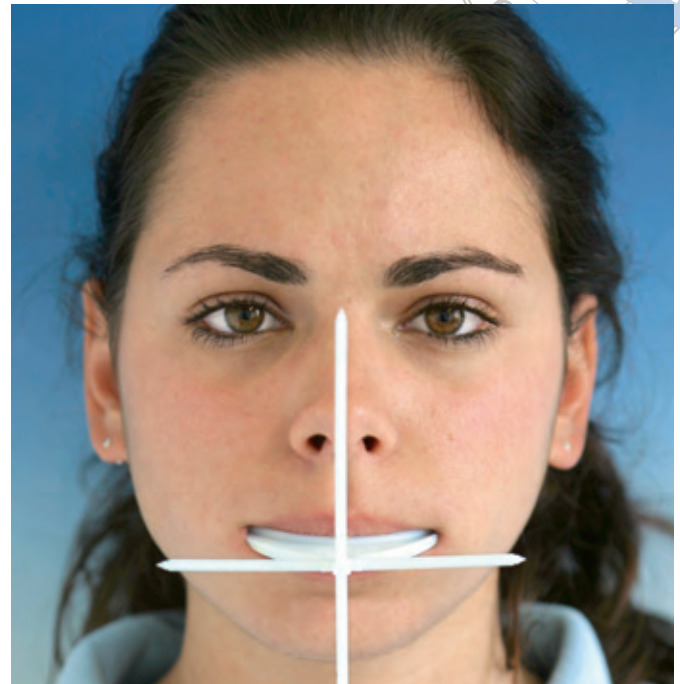


Fig 21 Facial Plane Relator adapted to the dental arches.

Abb. 21 An die Zahnreihen adaptierter Facial Plane Relator.



Fig 22 Linefinder.

Abb. 22 Linefinder.

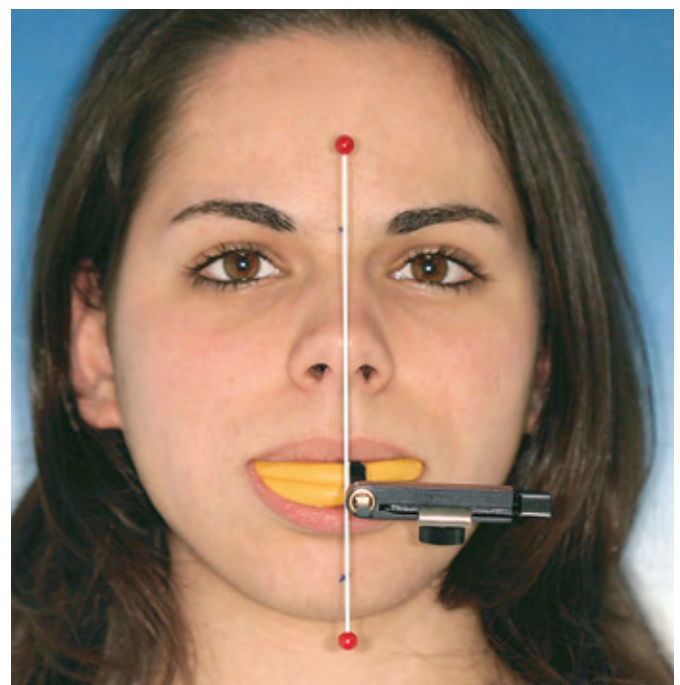


Fig 23 Linefinder with the midline indicator correctly adjusted.

Abb. 23 Linefinder mit korrekt ausgerichtetem Mittellinienindikator.

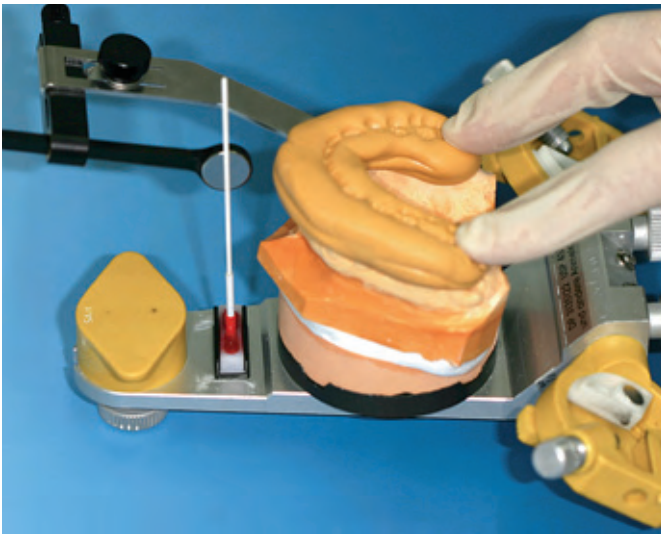


Fig 24 Securing the midline indicator in the upper part of the articulator.

Abb. 24 Fixieren des Mittellinienindikators im Artikulatoroberteil.

The drawback of this method is that only vertical reference lines are transferred. Its advantage, however, is that the method can be easily combined with a facebow transfer. It is thus possible to transfer patient-specific functional parameters to the articulator by mounting the maxillary cast in correct relation to the skull and using a centric bite registration. In addition, use of the Linefinder is not limited to a certain articulator system.

Conclusion and practical review

The many procedures and devices to facilitate communicating the esthetically relevant lines of the patient's face, which have been developed over the last decades, have been summarized and described in the present paper. In addition to the different "philosophies" these procedures are based on (eg, the true horizontal line vs. the interpupillary line), a lack of knowledge about what degree of accuracy is clinically relevant also makes comparing the methods difficult.

Hardly any statements were to be found in the literature on how clinically relevant the degree of divergence of the tooth axes was, or of the anterior occlusal plane from the facial reference lines. These should be further investigated.

A simple yet very effective measure is to check the position of the facebow on the patient and to align it in parallel with the interpupillary line, if necessary.

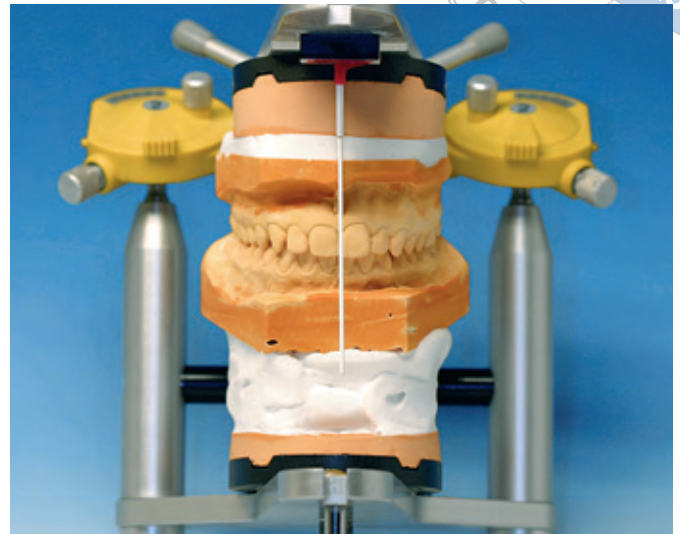


Fig 25 Assessment of the midline in the articulator.

Abb. 25 Beurteilung der Mittellinie im Artikulator.

nach dem Anlegen des Mittellinienindikators das Gesicht aus etwa 1 m Abstand gerade von vorn betrachtet und der Mittellinienindikator – gegebenenfalls mehrmals – nachjustiert, bis seine Ausrichtung der für die Orientierung der Frontzähne geeigneten individuellen Mittellinie entspricht. Dies scheint bei Patienten mit ausgeprägten Asymmetrien und Dysparallelitäten – und gerade bei diesen ist die individuelle Übertragung der Mittellinie erforderlich – sinnvoller zu sein als die Orientierung an zwei Messpunkten.

Die Modellmontage in den Artikulator erfolgt unabhängig von der Verwendung des Linefinders in der gewünschten Weise. Dann wird die Registriergabel mittels der Silikonimpressionen auf das im Artikulatoroberteil befindliche Modell aufgesetzt. Der Mittenanzeiger wird an der Magnetplatte befestigt und unter Verwendung einer aufschiebenden Kunststoffhülse in einer am Artikulatoroberteil befindlichen Fixierwanne mit kaltpolimerisierendem Kunststoff verklebt (Abb. 24). Nach dem Entfernen der Registriergabel können nun bei Betrachtung der Modelle von vorn die dentale Mittellinie und die Interinzisallinie, bezogen auf die faciale Mittellinie, analysiert oder definiert werden (Abb. 25).

Während der Arbeit an den einartikulierten Modellen ist es jederzeit möglich, den Mittenanzeiger aus der fixierten Hülse zu entfernen und anschließend in identischer Position zu reponieren.

Ein gewisser Nachteil liegt darin, dass nur die Übertragung einer vertikalen, nicht aber einer horizontalen Referenz erfolgt. Ein Vorteil besteht darin, dass das Verfahren gut mit einer Gesichtsbogenübertragung kombinierbar ist. Daher ist die Übertragung individueller funktioneller Parameter in den Artikulator durch eine schädelbezügliche Montage des Oberkiefermodells und ein zentrisches Registrat möglich. Der Linefinder ist in seiner Anwendbarkeit zudem nicht auf ein bestimmtes Artikulatorsystem beschränkt.

Zusammenfassung und Resümee für die Praxis

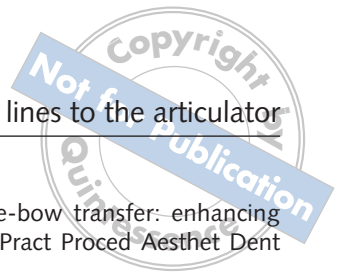
Zur Übermittlung von Informationen über den Verlauf der ästhetisch relevanten Linien des Patientengesichts wurden über die Jahrzehnte verschiedene Verfahren und Hilfsmittel entwickelt, die in der vorliegenden Arbeit zusammenfassend beschrieben wurden. Abgesehen von den zum Teil unterschiedlichen „Philosophien“, die diesen Verfahren zugrunde liegen (beispielsweise wirkliche Horizontale versus Bipupillarlinie), erschwert auch die fehlende Kenntnis über die klinisch notwendige Übertragungsgenauigkeit den Vergleich.

Zur Frage, welche Divergenzen der Zahnachsen oder der frontalen Okklusionsebene von den Referenzlinien des Gesichts klinisch relevant sind, konnten in der Literatur kaum Angaben gefunden werden. Hier besteht weiterer Untersuchungsbedarf.

Eine einfache und sehr wirkungsvolle Maßnahme ist die Überprüfung der Lage des Gesichtsbogens am Patienten und gegebenenfalls eine Parallelisierung zur Bipupillarlinie.

Bei Patienten mit ausgeprägten Asymmetrien ist nach Ansicht des Autors die Kombination von einem parallel zur Bipupillarlinie ausgerichteten Gesichtsbogen mit dem Linefinder-System aktuell die leistungsfähigste Lösung, da hier die Informationen über horizontale und vertikale Referenzen, die eben häufig nicht rechtwinklig zueinander stehen, unabhängig voneinander übertragen werden und keine Abhängigkeit von einem bestimmten Artikulatorsystem besteht. Außerdem existiert die Möglichkeit, individuelle funktionelle Parameter bei der Einstellung des Artikulators zu berücksichtigen, die neben den ästhetischen Gesichtspunkten eine wesentliche Rolle für die erfolgreiche Rekonstruktion von Frontzähnen spielen.

In the author's view, a combination of a facebow aligned in parallel with the interpupillary line and of the Linefinder system is currently the most efficient solution in patients with marked asymmetry, since the information about horizontal and vertical reference lines, which frequently do not form a right angle, are transferred independently, and the system is independent of the type of articulator used. In addition, this method provides the option to include patient-specific functional parameters into the articulator settings, as these parameters play a crucial role for a successful reconstruction of anterior teeth.



References

1. Behrend DA. An esthetic control system for fixed and removable prosthodontics. *J Prosthet Dent* 1985;54: 488-496.
2. Kokich VO, Kiyak HA, Shapiro PA. Comparing the perception of dentists and lay people to altered dental esthetics. *J Esthet Dent* 1999;11:311-324.
3. Leukhardt M. Zur Frage der Reproduzierbarkeit der Übertragung ästhetischer Referenzlinien des Gesichtes in den Artikulator. Donau-Universität Krems, Masterthese, 2006.
4. Padwa BL, Kaiser MO, Kaban LB. Occlusal cant in the frontal plane as a reflection of facial asymmetry. *J Oral Maxillofac Surg* 1997;55:811-816.
5. Levine JB. Esthetic diagnosis. *Curr Opin Cosm Dent* 1995;3: 9-17.
6. Miller EL, Bodden WR, Jamison HC. A Study of the relationship of the dental midline to the facial median line. *J Prosthet Dent* 1979;41:657-660.
7. Tjan AHL, Miller NN. Some esthetic factors in a smile. *J Prosthet Dent* 1984;51:24-28.
8. Moskowitz ME, Nayyar A. Determinants of dental esthetics: a rationale for smile analysis and treatment. *Compend Contin Educ Dent* 1995;16:1164-1186.
9. Namano S, Behrend DA, Harcourt JK, Wilson PR. Angular Asymmetries of the human face. *Int J Prosthodont* 2000;13:41-46.
10. Fradeani M. Ästhetische Sanierungen mit festsitzender Prothetik. Band 1: Ästhetische Analyse. Berlin:Quintessenz, 2005.
11. Ahmad I. Geometric considerations in anterior dental aesthetics: restorative principles. *Pract Periodont Aesthet Dent* 1998;10:813-822.
12. Chiche GJ, Pinault A. Ästhetische Gestaltung festsitzenden Frontzahnersatzes. Berlin: Quintessenz, 1994.
13. Frush J. *Swissdent Technique and Procedure Manual*. Swissdent Corp., Los Angeles, 1971.
14. Gerber A. Proportionen und Stellung der Frontzähne im natürlichen und künstlichen Zahnbogen. *Quintessenz* 1965;16:33-42.
15. Golub J. Entire smile pivotal to teeth design. *Clin Dent* 1988; 33.
16. Gürel G. *Keramikveneers als Wissenschaft und Kunst*. Berlin:Quintessenz, 2004.
17. Lee RL. Standardized head position and reference planes for dento-facial aesthetics. *Dent Today* 2000;19:1-5.
18. Panadent. Introducing the new screwless face-bow Kois dento-facial analyzer. Grand Terrace:Panadent o.J.; 8 S.
19. Paul SJ. Smile analysis and face-bow transfer: enhancing aesthetic restorative treatment. *Pract Proced Aesthet Dent* 2001;13: 217-222.
20. Rufenacht CR. *Ästhetik in der Zahnheilkunde. Grundlagen und Realisierung*. Berlin: Quintessenz, 1990.
21. Small BW. The importance and use of articulators in esthetic dentistry. *Gen Dent* 1999;47:256-259.
22. Preston JD. A reassessment of the mandibular transverse horizontal axis theory. *J Prosthet Dent* 1979;41:605-613.
23. McCollum BB, Stuart CE. *Gnathology: A Research Report*. South Pasadena, California, USA: Scientific Press, 1955.
24. Behrend DA. An improved esthetic control system. *Int J Prosthodont* 1988;1:80-86.
25. Chiche GJ, Aoshima H. Functional versus aesthetic articulation of maxillary anterior restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1997;9:335-342.
26. Gracis S. Klinische Betrachtungen und rationale Überlegungen zur vereinfachten Instrumentierung bei der okklusalen Rehabilitation. Teil I: Einbringen der Modelle in den Artikulator. *Int J Par Rest Zahnheilkd* 2003;23:57-67.
27. Stade EH, Hanson JG, Baker CL. Esthetic considerations in the use of face-bows. *J Prosthet Dent* 1982;48:253-256.
28. Dawson PE. *Grundzüge der Okklusion. Auswertung, Diagnose und Behandlung okklusaler Problemfälle*. München: Verlag zahnärztlich-medizinisches Schrifttum, 1978.
29. Dawson P. *Evaluation, Diagnosis, and Treatment of Occlusal Problems*, ed. 2. St Louis: Mosby, 1989.
30. Bücking W. Die horizontalen Gesichtsebenen. *Quintessenz* 2003;54:1191-1200.
31. Girrbaach Dental GmbH. *Gebrauchsanleitung Clinometer*. Girrbaach Dental GmbH, Pforzheim 05/2003.
32. Shannon JL, Rogers WA. Communicating patients' esthetic needs to the dental laboratory. *J Prosthet Dent* 1991;65:526-528.
33. Greenberg JR, Ho PP. Communicating facial plane information to the dental laboratory: Introducing the facial plane relator device. *J Prosthet Dent* 2001;86:173-176.
34. Bücking W. Die Mittellinie – vertikale Symmetrieachse des Gesichts. *Quintessenz* 2003;54:1081-1085.

Adresse/Address

Dr. med. dent. Markus Leukhardt
Kirchstraße 8
16225 Eberswalde, Germany
E-Mail: markus.leukhardt@t-online.de