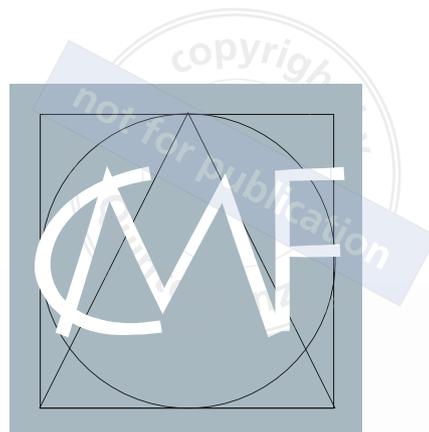


JOURNAL OF CRANIOMANDIBULAR FUNCTION



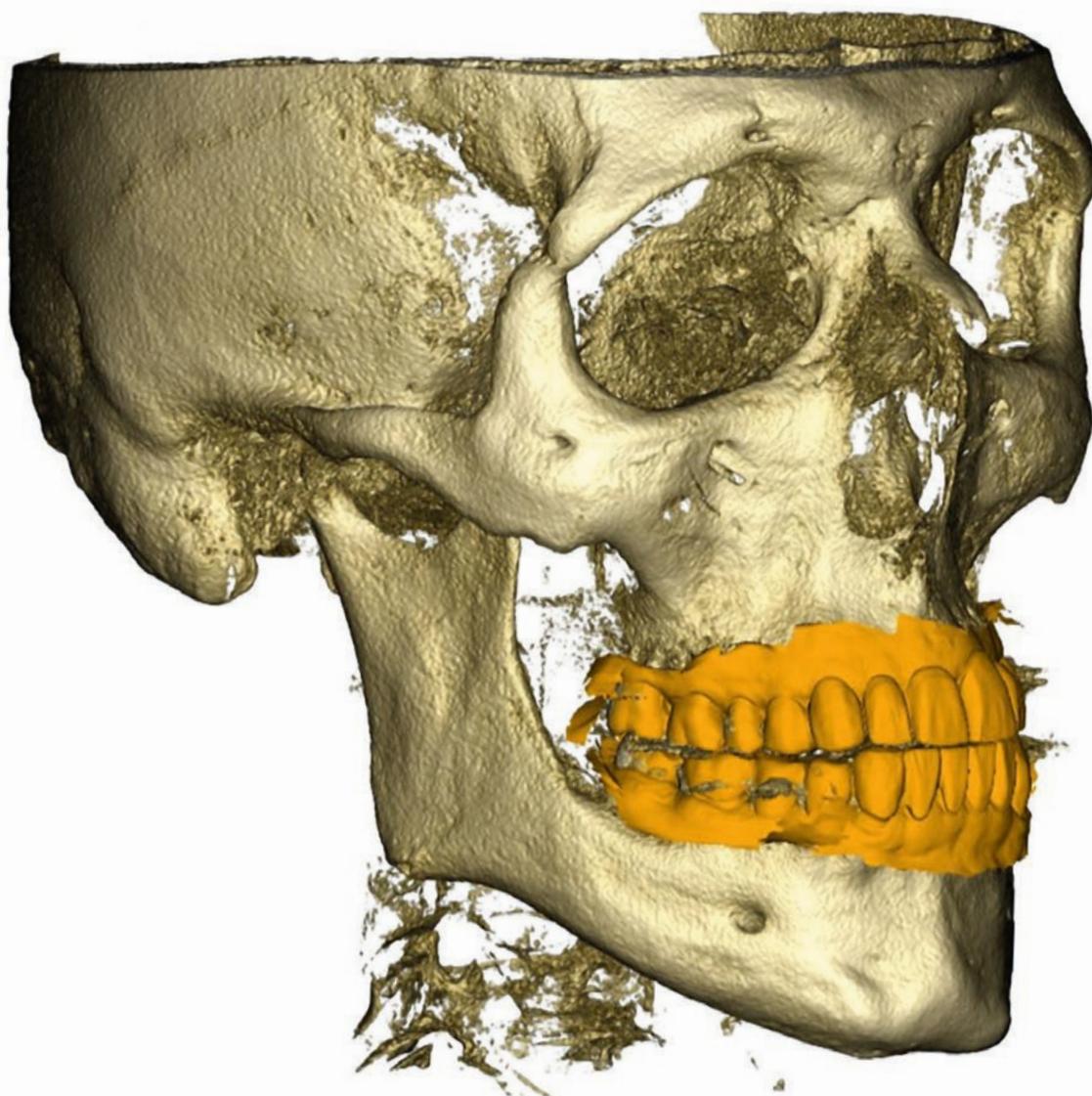
DGFD
Deutsche Gesellschaft für
Funktionsdiagnostik und -therapie

Official Journal of
the German Society
of Craniomandibular
Function and Disorders

Offizielle Zeitschrift der
Deutschen Gesellschaft
für Funktionsdiagnostik
und -therapie in der DGZMK

01/20

Volume 12
Issue 1 • Spring 2020



Udo Plaster

Synchronization of patient study models in the articulator

Part 2: Occlusal plane and maxillomandibular relationship: Transferring analog information to the digital world

Synchronisierung der Modelle vom Patienten in den Artikulator

Teil 2: Okklusionsebene und Kieferrelation: Überführen der analogen Informationen in die digitale Welt

Zusammenfassung

Im ersten Teil des Artikels stellte der Autor den Werdegang der funktionsanalytischen Methode mit dem PlaneSystem (Zirkonzahn, Gais, Italien) vor. Mit dieser Methode kann die klinische Situation des Patienten exakt in den Artikulator überführt werden. Beschrieben wurde u. a. die Notwendigkeit, aus welcher die Systematik entstanden ist. Einblicke in Entwicklungsetappen vertiefen das Verständnis für die Thematik, bei der das Abgreifen der patientenspezifischen Details auf analogem Weg (z. B. Kopfhaltung, Gesichtsproportionen, physiognomische Landkarte, Modellanalyse, Modellorientierung, Bewegungsaufzeichnung, Gelenkmechanik, Unterkieferposition in physiologischer, unmanipulierter Zentrik) im Fokus stehen. Okklusionsebene sowie Asymmetrien werden patientenindividuell abgegriffen und positionsecht in den Artikulator übertragen; ebenso wie die Vertikaldimension der Okklusion (VDO) bzw. die Ausrichtung des Unterkiefers. Im zweiten Teil des Artikels stehen die digitalen Prozesse im Mittelpunkt. Alle am Patienten gesammelten Informationen können in den digitalen Workflow integriert werden, sodass der Bezug zu rein virtuellen Lösungen genommen werden kann. Mit der im PlaneSystem integrierten Schnittstelle zum JMANalyser+ (Zebis Medical GmbH, Isny) können Unterkieferbewegungen erfasst und in den physischen wie virtuellen Artikulator übertragen werden. So kann die dynamische Okklusion in Relation zur referenzierten Lage des Oberkiefers rekonstruiert werden.

Abstract

The first article in this series described the development of a new method of dental functional analysis called the PlaneSystem (Zirkonzahn, Gais, Italy), which enables the exact transfer of clinical parameters from the patient's mouth to the articulator. Among the issues discussed was the context of the need out of which this system emerged. Background knowledge of the stages of research and development promotes a deeper understanding of the topic at hand, a major focus of which is the tapping into a wealth of patient-specific data collected by the analog route (including information on head posture; facial proportions; the physiognomic map; analysis of the study model; orientation of the study model; jaw movement recording; joint mechanics; and the non-manipulated, physiologic position of the mandible in centric relation). The new system registers the individual patient's occlusal plane and asymmetries as well as the vertical dimension of occlusion (VDO) and mandibular alignment, and accurately transfers this positional information to the articulator. This article, the second in the series, focuses on the digital processes involved in this process. All physically collected patient data can be integrated into the digital workflow and referenced to purely virtual solutions. Mandibular movements can be recorded and transferred to a physical or virtual articulator using the JMANalyser+ (Zebis Medical GmbH, Isny, Germany) interface integrated into the PlaneSystem. This allows for the reconstruction of dynamic contact relationships relative to the referenced position of the maxilla.

Keywords: *occlusal plane, articulator, mandibular position, maxillary position, PlaneFinder, centric, functional analysis, bite registration, vertical dimension of occlusion (VDO), dental technology-related analysis*

Introduction

The Arcus Digma system discussed in Part 1 of this article series¹ was the first system of its kind not based on the axial conformity approach. The PlaneSystem (Zirkonzahn, Gais, Italy) described here is similar, but different in that it utilizes maxillary position data that is already available (see Part 1). It distinguishes itself from other systems in that, when transferring data to the articulator, cranially based systems interpret the skull by using a reference plane, such as the axis orbital plane, based on average value measurements. The fabrication of dental prostheses, however, should not be based on average values for the right and left halves of the face, but on actual values. With the PlaneSystem, reference points or reference lines are not defined based on the skull but rather in three-dimensional (3D) space relative to two reliable zero lines: the true vertical and the true horizontal. The first molar (6-year molar) serves as a stable reference point for spatial definition.

Another major advantage is that the PlaneSystem has an integrated PlaneAnalyser capable of exporting data for both analog (reduced mode) and digital (complete dataset) articulators. The analog environment is subject to mechanical limitations, but in the digital environment there are no limits. Consequently, the parameters used to digitally design and manufacture restorations precisely reflect the same individual conditions as those in the patient's mouth, and the reference positions on the skull are 1:1 synchronous with the data on the dental technician's workstation. This allows for data comparisons based on objective facts. When planning cases with canine guidance, for example, the software first verifies the precision of the data before transferring it to the designed object (tooth replacement, splint, etc). The dental technician needs certain basic information in order to fabricate a dental prosthesis. The PlaneSystem collects all relevant data and synchronizes it to match the actual anatomical situation. The system's PlaneAnalyser gives the user concrete values for further work steps (in the analog or virtual environment). Any changes made in the digital environment can be transferred to the analog environment by data conversion.

Indizes: *Okklusionsebene, Artikulator, Unterkieferposition, Oberkieferposition, PlaneFinder, Zentrik, Funktionsanalyse, Bissregistrierung, Vertikaldimension (VDO), zahntechnische Analyse*

Einleitung

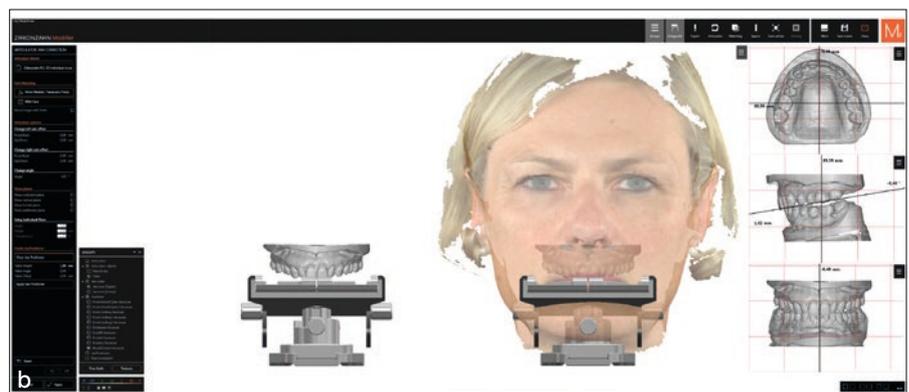
Die Systematik von Arcus Digma wurde in Teil 1 des Artikels angesprochen¹. Dieses Vorgehen war seinerseits der erste Ansatz, bei dem von einem achskonformen Vorgehen Abstand genommen worden ist. Bei dem hier beschriebenen Vorgehen mit dem PlaneSystem (Zirkonzahn, Gais, Italien) findet sich dieser Denkansatz wieder, nur dass die Information zur Position des Oberkiefers bereits vorhanden ist (siehe Teil 1). Der Unterschied von PlaneSystem® ist folgender: Bei schädelbezüglichen Systemen interpretiert man den Schädel bei der Übertragung in den Artikulator mit einer Referenz- bzw. Bezugsebene, z. B. der Achs-Orbital-Ebene. Gemessen wird auf der Basis von Durchschnittswerten. Die Herstellung des Zahnersatzes sollte sich jedoch nicht an einem Durchschnitt der rechten und linken Gesichtshälfte orientieren, sondern mit der realen Situation harmonisieren. Referenzpunkte bzw. -linien werden beim PlaneSystem nicht am Schädel definiert, sondern im dreidimensionalen Raum auf Basis von zwei zuverlässigen Nulllinien (True Vertical, True Horizontal). Der 6-Jahres-Molar dient als zweiter stabiler Anhaltspunkt.

Ein weiterer großer Vorteil des PlaneSystems bzw. des integrierten PlaneAnalysers liegt darin, dass die Daten sowohl für den analogen (reduzierter Modus) also auch für den digitalen Artikulator (kompletter Datensatz) exportiert werden können. Während es in der analogen Welt mechanisch bedingte Grenzen gibt, kann in der digitalen Welt ohne Limitationen gearbeitet werden. Beim Herstellen des Zahnersatzes liegen somit exakt die gleichen individuellen Gegebenheiten wie im Mund des Patienten vor. Die Positionen am Schädel sind mit den Informationen am zahntechnischen Arbeitsplatz 1:1 synchronisiert. Somit lassen sich Daten anhand objektiver Fakten miteinander vergleichen. So wird z. B. beim Aufbau einer Eckzahnführung der Verlauf zunächst exakt in der Software verifiziert und dann in den Zahnersatz, die Schiene o. ä. überführt. Der Zahntechniker benötigt hierfür grundlegende Informationen zum Herstellen des Zahnersatzes. Mit dem PlaneSystem werden alle relevanten Informationen ermittelt und mit der realen Situation synchronisiert. Das System gibt über den PlaneAnalyser konkrete Werte aus (analoge oder



Fig 1 (a and b) PlaneFinder® reference data (analog and digital) regarding the correct spatial orientation of the maxillary arch and its left and right occlusal planes is either entered in JMANalyser+ or transferred to Reference Transfer Plate.

Abb. 1a und b Die im PlaneFinder® gefundene lagerrichtige Positionierung des Oberkiefers mit seinen beidseitigen Okklusionsebenen als Referenz wird in den JMANalyser+ eingegeben, respektive auf den Reference Transfer Plate übertragen – analog und digital.



virtuelle Welt), die für die Weiterarbeit verwendet werden können. Sobald in der digitalen Welt etwas verändert wird, kann dies durch eine Herausgabe der Daten in die analoge Situation übernommen werden.

PlaneAnalyser

Dieses neue Tool ist Ergebnis einer engen Zusammenarbeit zwischen der Zebris Medical GmbH (Isny), Prof. Bernd Kordaß (Universität Greifswald), dem Unternehmen Zirkonzahn und dem Autor². Das Softwaremodul PlaneAnalyser unterstützt die Analyse im PlaneSystem und kann zugleich die Schnittstelle zum computergestützten Kieferregistriersystem JMANalyser+ (Zebris Medical) sein. Mit diesen Daten können sowohl der physische als auch der virtuelle Artikulator PS1 programmiert werden. Das Messsystem erfasst die patientenindividuellen Bewegungen in allen Freiheitsgraden. Die einfache Anwendung sorgt aufgrund einer immer gleichen Positionierung für genaue Ergebnisse. Bislang musste man sich aufgrund der Limitation in der analogen Welt (Artikulator, Gips etc.) auf die

Plane analyser

This new tool is the product of close cooperation between Zebris Medical GmbH (Isny, Germany), Professor Bernd Kordaß (University of Greifswald), Zirkonzahn, and the author². The PlaneAnalyser software module provides analytical support within the PlaneSystem and, at the same time, serves as an interface between the JMANalyser+ (Zebris Medical) computer-aided jaw registration system. The data that it provides can be used to program both the physical and the virtual PS1 articulator. The measuring system records the patient's individual movements in all degrees of freedom. This simple application ensures accurate results thanks to consistently identical positioning. Prosthetic dentistry used to be limited to the axes of the articulator due to limiting factors in the analog environment (articulator, plaster, etc). Now, thanks to advancements and new developments in digital technology, virtual simulations can be performed. Digital systems can produce realistic patient-specific measurements, even in 3D space, and record, store, and reproduce the data at any time. Everything can be measured and validated. This is not a possibility afforded to clinicians in the analog environment. The

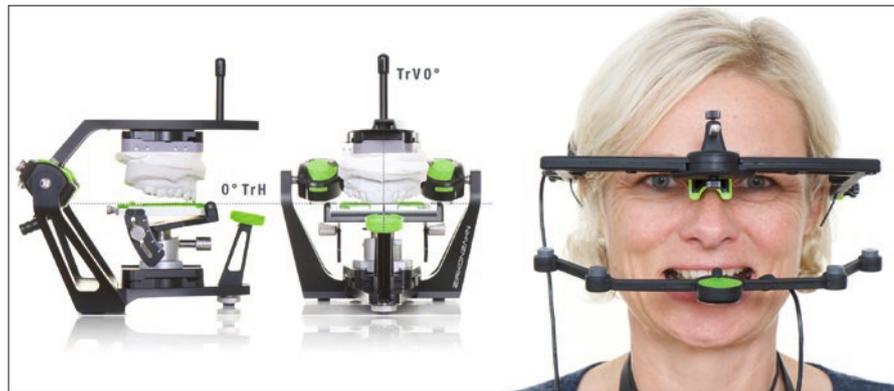


Fig 2 Synchronization of the true vertical line (TrV), first molar position, and occlusal plane with Jaw Bite. This is followed by the recording of jaw movements.

Abb. 2 Synchronisierung der TrV, der 6er-Position und der Okklusionsebene mit dem Jaw Bite. Es folgt die Aufzeichnung der Bewegungsabläufe.

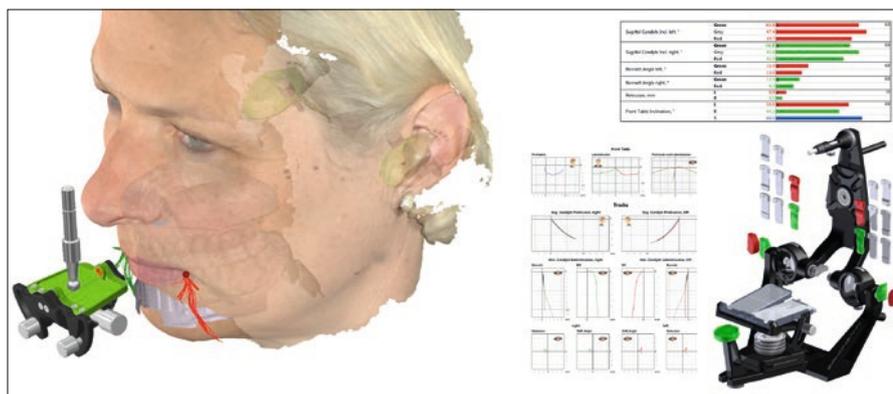


Fig 3 JMANALYSER+ now records all degrees of freedom of movement of the mandible and generates a report or an export file for further processing in an analog or digital environment.

Abb. 3 Das Messsystem JMANALYSER+ erfasst nun alle Bewegungsfreiheitsgrade des Unterkiefers und erstellt einen Report bzw. eine Exportdatei für die analoge und die digitale Welt.

Arcus Digma approach described at the beginning of this article works on the same principle, except that it uses maxilla position data that is already available.

Today, all the data (analog and digital) at the dental technician's workstation is realistic (Fig 1). The user enters the positions of the maxilla, the left and right maxillary occlusal planes (first molar), and the middle of the skull in the JMANALYSER+ as reference points (Fig 2). The system can generate realistic reproductions of mandibular movement dynamics and take condylar inclination, immediate side shift (ISS), and Bennett angle into account (Fig 3). With the referenced horizontal and vertical reference planes, the prosthetic team can correlate individual mandible movements to the spatial positions of the maxilla and reproduce them within the software or on an analog articulator during each stage of the treatment. This facilitates prosthetic-therapeutic work to restore the physiological position of the mandible and to design occlusally functional temporary or definitive restorations in a manner that preserves structure and function. All steps carried out during the treatment phase can be compared based on the defined maxilla position at any time (Figs 4 to 7).

Artikulatorachsen beschränken. Mit Einzug und Weiterentwicklung der digitalen Technologien ist es möglich, virtuelle Simulationen vorzunehmen. Unter anderem in der 3-D-Darstellung können patientenspezifische, realitätsnahe Messungen erfolgen und Daten erfasst, hinterlegt sowie jederzeit reproduziert werden. Es kann alles gemessen bzw. validiert werden. Dies ist in der analogen Welt so unmöglich. Hier findet sich der eingangs beschriebene Denkansatz vom Arcus Digma wieder, nur das die Informationen zur Position des Oberkiefers bereits vorhanden sind.

Der Zahntechniker hat nun alle realistischen Informationen am Arbeitsplatz (analog und digital, Abb. 1). Die Positionierung des Oberkiefers mit seinen beidseitigen Okklusionsebenen (erster Molar) und der Schädelmitte wird als Referenz in den JMANALYSER+ eingegeben (Abb. 2). Die Dynamik der Unterkieferbewegungen können realitätsnah wiedergegeben und die Kondylenbahnneigung, die Immediate Sideshift (ISS) sowie der Bennet-Winkel berücksichtigt werden (Abb. 3). Anhand der referenzierten horizontalen und vertikalen Bezugsebenen kann das prosthetische Arbeitsteam die individuellen Unterkieferbewe-

Fig 4 JMAlyser+ also creates an interface between other digital datasets (Face Hunter, model scan, etc). Soxware can be used for 3D animation based on the patient's individual movement data. All information is then rendered.

Abb. 4 Zugleich ergibt sich eine Schnittstelle zu weiteren digitalen Datensätzen (FaceHunter, Modellscan etc). Anhand der individuellen Bewegungsdaten des Patienten kann in der Soxware eine 3-D-Animation erfolgen. Hieraus ergeben sich alle Informationen.

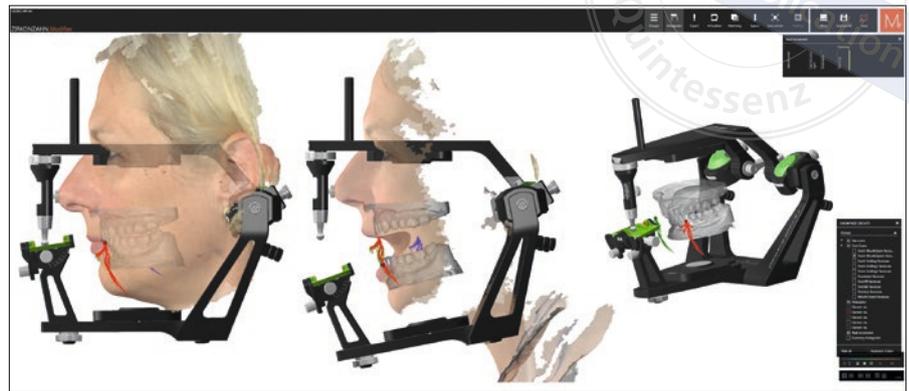
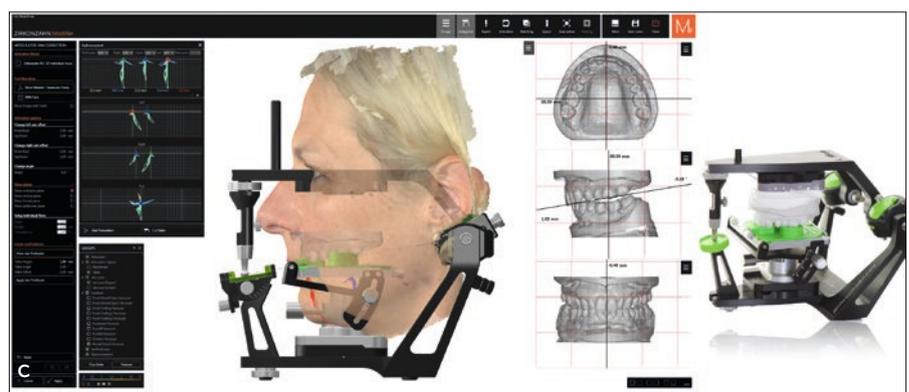


Fig 5 (a to c) Digital technologies overcome the limitations of the digital approach, making exact reproductions of every closing movement possible. The maxilla model can be correctly positioned in virtual space for the animation of the patient's individual trajectories that is accurate to the degree. With this system, the first static occlusal contacts can be determined and used for analysis. Any change in the digital situation can be synchronized with the analog environment via data output (Jaw Positioner, green plate). The plate is milled and mounted on the physical articulator together with the model.

Abb. 5a bis c Limitationen der analogen Vorgehensweisen sind durch digitale Technologien aufgehoben. Jede Schließbewegung kann exakt nachvollzogen werden. Das Oberkiefermodell lässt sich gradgenau im virtuellen Raum positionieren, um so die patientenindividuellen Bewegungsbahnen zu animieren. So können auch die ersten statischen Okklusionskontakte ermittelt und für die Analyse genutzt werden. Jedwede Veränderung der digitalen Situation kann durch eine Herausgabe der Daten mit der analogen Welt synchronisiert werden (Jaw Positioner, s. grüne Platte). Die Platte wird gefräst und mit dem Modell in den physischen Artikulator gebracht.



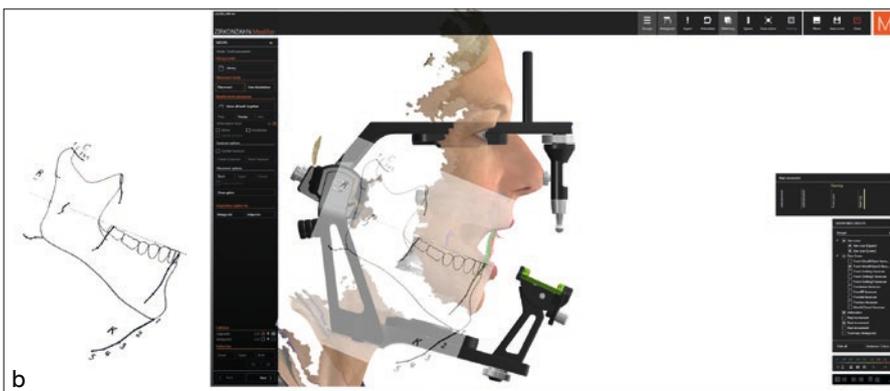
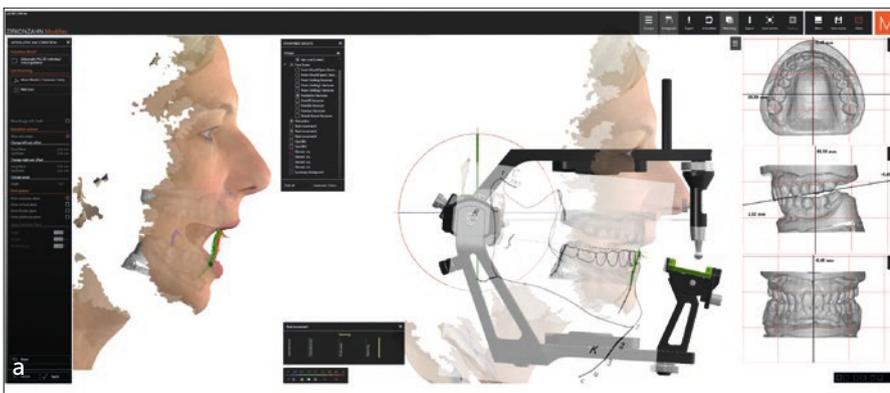
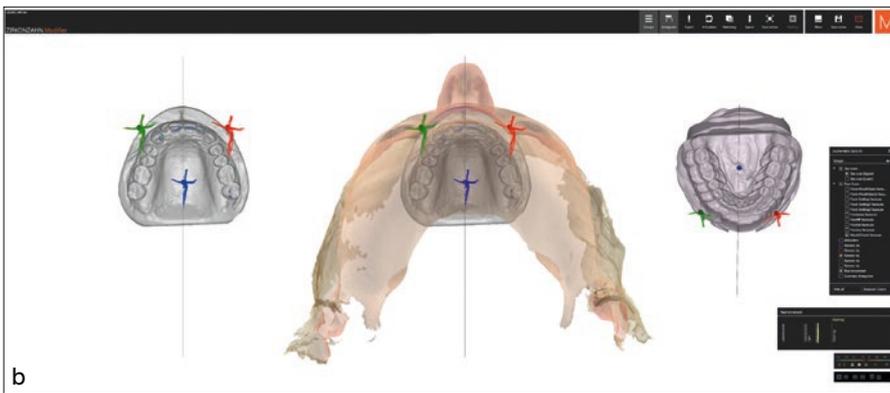
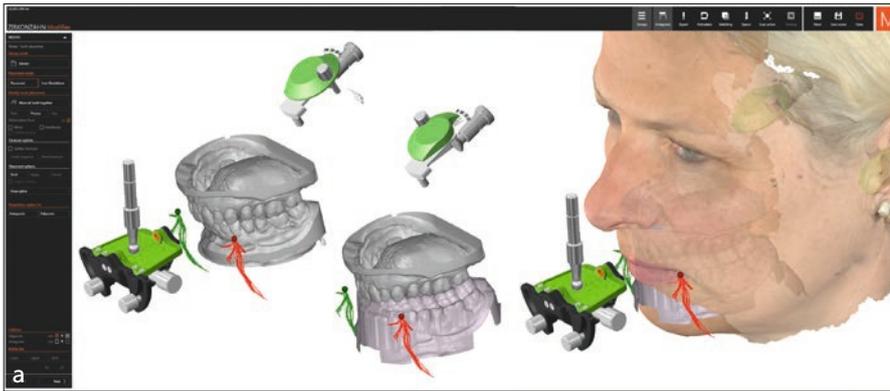
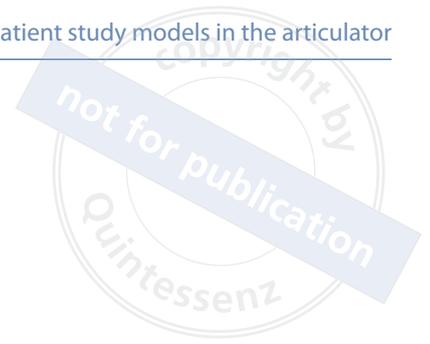


Fig 6 (a and b) and 7 (a and b) Real movement: If only the data is used, no articulator is needed. As shown in the figures, the information from the digital environment conforms to Gysi's measurements from 100 years ago.

Abb. 6a und b bis 7a und b Real Movement: Wird nur mit dem Datensatz gearbeitet, benötigt man keinen Artikulator. Man erkennt, dass die Informationen aus der digitalen Welt mit den Messungen von Gysi vor 100 Jahren konform gehen.

gungen mit der räumlichen Position des Oberkiefers zueinander in Bezug setzen und in der Software sowie am analogen Artikulator in jeder Phase der Behandlung reproduzieren. Damit lassen sich prothetisch-therapeutische Arbeiten zum Wiederherstellen der physiologischen Lage des Unterkiefers, kaufunktionelle Provisorien oder definitive Restaurationen funktionell strukturerhaltend gestalten. Alle Schritte, die im Verlauf der therapeutischen Phase vorgenommen werden, lassen sich aufgrund der definierten Position des Oberkiefers so zu jedem Zeitpunkt miteinander vergleichen (Abb. 4 bis 7).

Praktisches Vorgehen

Mit dem Registrieren der Kopfhaltung, dem Erfassen der Gesichtsproportionen, der Modellanalyse sowie der Modellorientierung im Artikulator, der Analyse patientenindividueller Bewegungsdaten, dem Einstellen der Gelenkmechanik, dem Darstellen der Unterkieferposition in einer physiologischen, unmanipulierten Zentrik und deren Umsetzung im Artikulator kann die Restauration weitestgehend exakt an der natürlichen Okklusionsebene ausgerichtet werden. Dynamische Störkontakte werden vor der Planung und Umsetzung erkannt und können bis zu einem gewissen Maße eliminiert werden. Nach diesem Workflow gestaltete „Provisorien“ dienen während der therapeutischen Phase als Prototyp für den definitiven Zahnersatz.

Die vorgestellte Systematik unterscheidet sich grundlegend von konventionellen funktionsanalytischen Systemen. Der Oberkiefer wird im dreidimensionalen Raum abgegriffen und das Modell entsprechend der natürlichen Kopfhaltung des Patienten in den Artikulator eingebracht; die NHP-bezügliche Modellmontage. Der Artikulator orientiert sich am 6-Jahremolar (oder os zygomaticum) und der Schädelmitte. So können ggf. gesperrte Bissnahmen (ohne Manipulation) moderat gesenkt oder erhöht werden. Die Vorgehensweise innerhalb des prothetischen Arbeitsteams folgt einer klaren Linie. Nach einer Deprogrammierung (z. B. Aqualizers) und ggf. einer physiotherapeutischen oder osteopathischen Vorbehandlung wird anhand eines individuell erarbeiteten Jigs die Unterkieferposition ohne exogene Manipulation registriert. Den Jig erarbeitet man sich physisch mit dem Patienten (z. B. Sprechabstand, Mitte, Höhe und die horizontale Positionierung) in der zahntechnischen Analyse, ggf. gefolgt von ergänzenden diagnostischen Maßnahmen seitens des Zahnarztes. Bereits bei der Jig-Registrierung lässt sich

Practical workflow

Once the preliminary steps are completed (registration of patient head posture and facial proportions; model analysis; cast mounting on an articulator; analysis of patient-specific jaw movement data; adjustment of joint mechanics; recording of non-manipulated, physiologic centric position; and transfer of this information to the articulator), restorations can be aligned with the natural occlusal plane with maximum precision. Dynamic occlusal interferences can be identified and eliminated to a certain extent prior to the planning and implementation stages. During the treatment phase, temporary restorations made according to this workflow serve as a prototype for the definitive restoration.

There are fundamental differences between the system presented here and conventional functional analysis systems. First, the position of the mandible is recorded in 3D space and the models are mounted on the articulator relative to the patient's natural head position (NHP). The articulator uses the first molar (or zygomatic bone) and the midline of the skull as reference points. Therefore, mounted models with an open bite registration can be moderately raised or lowered as needed. Workflow processes within the prosthetic team follow a clear path of action. After deprogramming (with an equalizer, for example) and after preliminary physiotherapeutic or osteopathic treatment, if necessary, an individually fabricated jig is used to record the position of the mandible without exogenous manipulation. The jig is physically fabricated with the patient's cooperation (speaking distance, center, height, horizontal position, etc) in the scope of the analysis by the dental technician, with or without subsequent additional diagnostic procedures by the dentist, as needed. The feasibility of increasing the vertical dimension of occlusion (VDO) ('verticalization') can be determined at the time of jig registration. Possible causes (genetic or exogenous factors, etc) are determined by evaluating the patient's dental history. If necessary, the dentist and the physical therapist may discuss the findings as a team in order to draw conclusions regarding upward and downward cause-and-effect chains. The end result is a holistic interdisciplinary treatment approach according to the patient's wishes. Although functionality is, of course, the first and foremost criterion for fabricating dental restorations, esthetics and function cannot be viewed separately.

Analysis by the dental technician

From the point of view of the dental technician, it is essential to receive comprehensive information about the case before fabricating a dental prosthesis or therapeutic appliance. The dental technician could evaluate the patient in a dental analysis to generate such information. This analysis, always conducted in close collaboration with the dentist, consists of various work steps that supplement the dentist's diagnostic workup. The main purpose of the analysis by the dental technician is to gather all the data required for the fabrication of the dental prosthesis. Elements of this analysis include (Figs 8 to 15):

- Dental history.
- Facial analysis, analysis of the study model.
- Analysis of motor aspects of speech.
- Prosthodontic analysis.
- Physical setup and mock-up.
- Extraoral photographs and videos for documentation and visual communication.
- Facial scan documentation (Face Hunter 3D facial scanner [Zirkonzahn])
- Registration of patient-specific, individual position of the maxilla (PlaneFinder registration device).
- Subjective positioning of physiological midline as well as mandibular height and horizontal plane relative to the skull.
- Reference-based transfer of this information to a 3D articulator.

Outlook

This article describes the development of a new system for dental functional analysis, which was refined and enhanced based on the experience and knowledge gained in recent years. Not only developer knowledge, but to a large extent numerous reports of practical user experience (eg, during information exchanges in the context of training courses) flowed into the research and development (R&D) work on this system. Expected developments in the software, in particular, will open up new perspectives. Data from the face scanner, for example, can already be integrated into the system's workflow. Photorealistic rendering enables a virtual analysis of static and dynamic occlusion based on the patient's individual physiognomy (Fig 16).

Rendering the skull as individual layers or sets of data (facial scan, surface scan, cone beam computed tomography

erkennen, ob die Vertikalisierung (VDO) möglich ist. Innerhalb einer dentalhistorischen Recherche werden mögliche Ursachen evaluiert, z. B. genetische oder exogene Einflüsse. Bei Bedarf werden die Erkenntnisse mit dem Physiotherapeuten im Team besprochen, um Aussagen über aufsteigende oder absteigende Ketten treffen zu können. Daraus entsteht ein ganzheitlicher interdisziplinärer Behandlungsweg, bei dem der Patient das Konzept vorgibt. Grundsätzlich steht beim Herstellen einer Restauration selbstverständlich die Funktion im Vordergrund, aber die Ästhetik kann nicht losgelöst davon betrachtet werden.

Zahntechnische Analyse

Aus zahntechnischer Sicht ist es unentbehrlich, vor dem Herstellen eines Zahnersatzes bzw. Therapeutikums umfassende Informationen über den Patienten zu erhalten bzw. ggf. selbst eine zahntechnische Analyse am Patienten vorzunehmen. Eine zahntechnische Analyse beruht immer auf einer engen Absprache mit dem Zahnarzt. Es handelt sich um zahntechnische Arbeitsschritte, die ergänzend zur zahnärztlichen Diagnostik vorgenommen werden. Im Fokus steht das Einsammeln von Informationen, die für das Erstellen des Zahnersatzes wichtig sind. Folgende Punkte umfasst eine zahntechnische Analyse (Abb. 8 bis 15):

- dentale Historie
- Gesichts- und Modellanalyse
- Sprechmotorik
- Zahnersatzanalyse
- physisches Set-up und Mock-up
- kommunikative extraorale Foto- und Videodokumentation
- Gesichtsscan-Dokumentation (FaceHunter)
- patientenbestimmte Lage des Oberkiefers (PlaneFinder)
- wahrnehmungsphysiologisch bestimmte Mitte, Höhe und horizontale Positionierung des Unterkiefers zum Schädel
- Referenzierte Übertragung dieser Informationen in einen dreidimensionalen Artikulator

Ausblick

Dargestellt wurde der Werdegang einer funktionsanalytischen Systematik, die basierend auf den Erfahrungen sowie den Erkenntnissen der vergangenen Jahre immer



Fig 8 Patient with massive loss of hard tooth substance and severe erosion showing teeth worn down to the dentin. PlaneFinder was used to take individual patient measurements.

Abb. 8 Patientenfall: Massiver Verlust von Zahnhartsubstanz; ausgeprägte Erosionen bis auf das Dentin; Vermessen des Patienten im PlaneFinder.

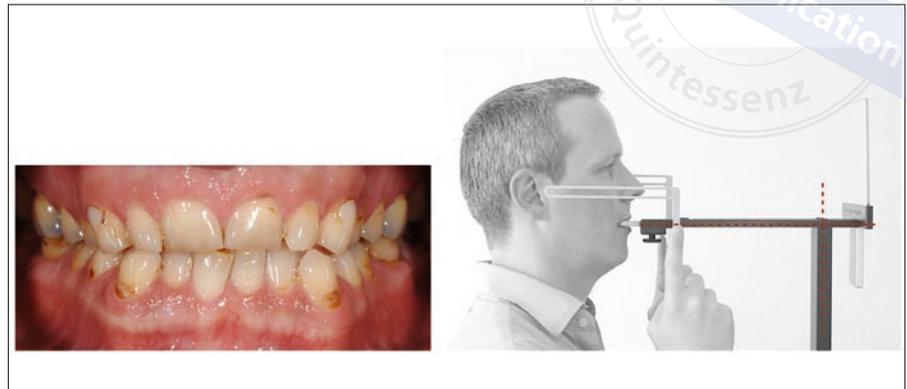


Fig 9 Physiognomic map generated as part of the diagnostic process. Analysis of growth (frontal and lateral view).

Abb. 9 Physiognomische Landkarte als Bestandteil der Diagnostik. Analyse des Wachstums von frontaler und seitlicher Ansicht.

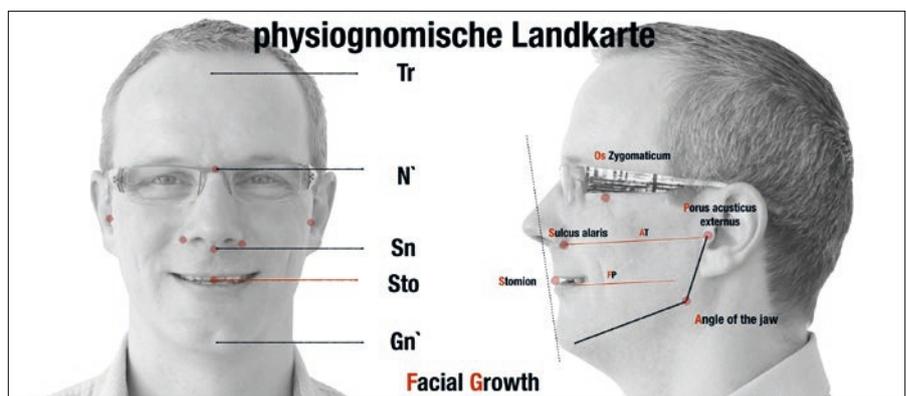
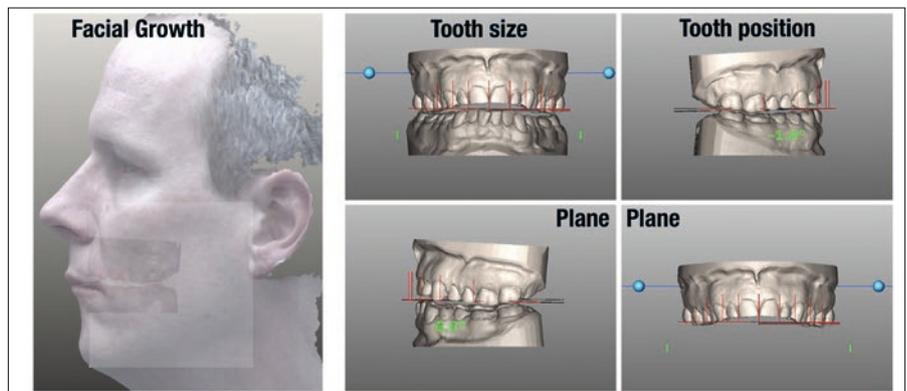


Fig 10 An analysis in virtual space is performed using a facial scan. The position and size of the teeth and the spatial orientation of the occlusal plane, for example, are analyzed in the recorded position.

Abb. 10 Analyse im virtuellen Raum mithilfe eines Face Scans. In festgelegter registrierter Position werden z. B. die Position der Zähne, die Zahngröße und der Verlauf der Okklusionsebene analysiert.



weiterentwickelt wird. Hierbei fließen nicht nur die Kenntnisse der Entwickler in das System, sondern im hohen Maße der praktische Input der vielen Anwender, z. B. beim Austausch im Rahmen von Kursen.

Insbesondere die zu erwartenden Entwicklungen im Softwarebereich eröffnen weitere Perspektiven. So ist es heute schon möglich, Daten aus dem Gesichtsscanner in das System zu integrieren. Die fotorealistische Wiedergabe ermöglicht die virtuelle Erarbeitung der statischen und

[CBCT] scan, etc) results in image information complexes, which the program software can merge together. The modeling software not only uploads the temporomandibular joint movement data, but can also merge it with other data (eg, 3D planning data for implant or orthodontic treatment planning, etc). The system displays the skull as a unit. Since the renderings of the digitized facial data are almost photorealistic, the patient's facial physiognomy can be taken into account. These data can be utilized as validation and reference values.

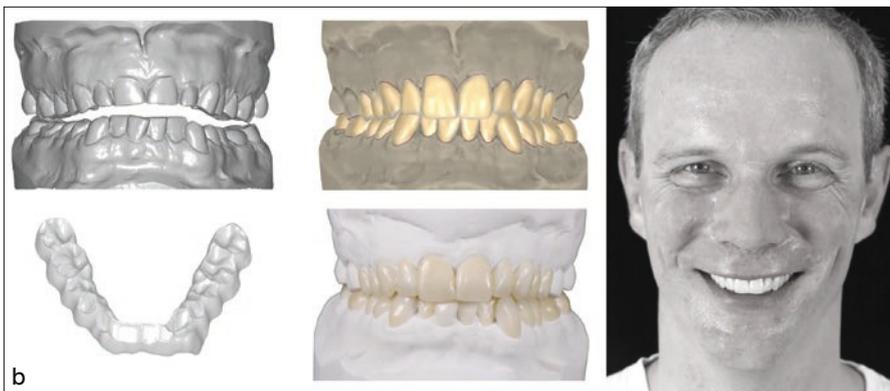
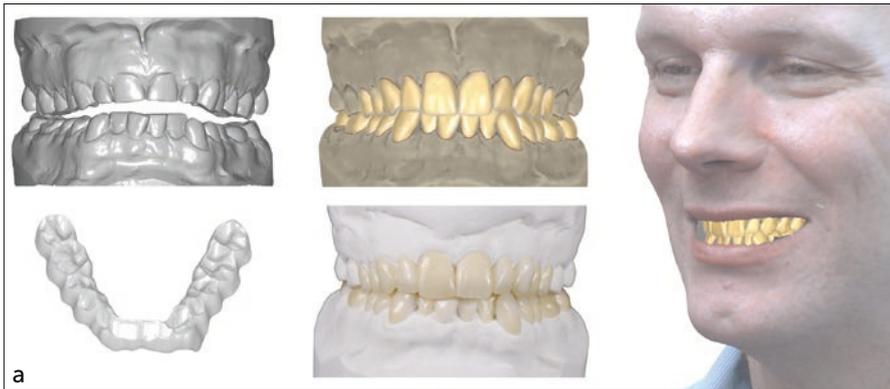


Fig 11 (a and b) Splint and temporary polymethyl methacrylate (PMMA) mock-up designed and fabricated with the software and computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) on the model. Physical try-in of the mock-up in the patient's mouth.

Abb. 11a und b Schienentherapie und Mock-up-Provisorien aus PMMA in der Software und computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) gestützt umgesetzt auf dem Modell. Das Mock-up wird am Patienten physisch getestet.



Fig 12 After making recordings with the splint in the patient's mouth, model matching is performed on the articulator. There is no need to repeat the PlaneFinder recordings.

Abb. 12 Modellzuordnung im Artikulator nach einer Registrierung mit Schiene im Mund. Es bedarf keiner erneuten Registrierung mit dem PlaneFinder.



Fig 13 Long-term PMMA temporary to be used during the treatment phase.

Abb. 13 Langzeitprovisorium aus PMMA für die therapeutische Phase.



Fig 14 The restorations that were milled from wax (based on the long-term temporary) were reproduced in ceramic.

Abb. 14 Die in Wachs gefrästen Restaurationen (Grundlage Langzeitprovisorium) werden in Keramik übertragen.

Fig 15 All-ceramic restorations in place in the maxilla and mandible of patient with vertical loss of occlusion (photo credits: Petra Gierthmühlen, Professor, University of Düsseldorf and Udo Plaster, Master Dental Technician, Nuremberg).

Abb. 15 Eingegliederte vollkeramische Restaurationen im Ober- und Unterkiefer nach vertikalem Verlust der Okklusion (Prof. Petra Gierthmühlen, Düsseldorf und ZTM Udo Plaster, Nürnberg).



Fig 16 Current possibilities for the use of digital technologies: Among other things, the software can be used to match and merge, measure, reference, and reproduce a wide range of digital datasets.

Abb. 16 Möglichkeiten der digitalen Technologien zum aktuellen Zeitpunkt: Verschiedenste digitale Datensätze können in der Software zusammengeführt, vermessen, referenziert, reproduziert etc. werden.



dynamischen Okklusion anhand der patientenindividuellen Physiognomie (Abb. 16).

Betrachtet man den Schädel in einzelnen „Schichten“ bzw. verschiedene Datensätze (Gesichtsscan, Oberflächenscan, DVT etc.) entsteht ein komplexes Informationsbild, das in der Software zusammengeführt werden kann. Zusätzlich zu den Daten der Kiefergelenkbewegungen werden in die Modelliersoftware die Daten des Gesichtsscanners eingelesen und z. B. mit den 3-D-Planungsdaten (Implantologie, KFO) zusammengeführt. Der

They are also suitable for use in treatment planning and as a tool for comprehensible patient communication.

Disclaimer

The author was involved in the development of the PlaneSystem®. In addition, the author declares that the patients depicted in this article consented to the use of their photographic or video material in specialist publications.



QR Code: This video shows aspects of the inserted all-ceramic restorations in function during dynamic occlusion.

QR Code: Dieses Video stellt die funktionellen Aspekte der eingliederten vollkeramischen Restaurationen in der Dynamik dar.

References

1. Plaster U. Transfer of the patient's oral situation to the articulator and synchronizing the articulated models. Part 1. Occlusal plane and jaw relation – the analysis and transfer of information. J Craniomandib Func 2019;2:163–184.
2. Plaster U. Analog und digital: Okklusionsebene und Kieferrelation im Artikulator reproduzierbar. Quintessenz Zahntech 2015;11: 1446–1460.

Schädel wird als Einheit dargestellt. Die nahezu fotorealistische Wiedergabe der digitalisierten Gesichtsdaten ermöglicht es, die Gesichtsphysiognomie des Patienten zu berücksichtigen. Sie können als Validitäts- und Referenzwerte verwendet werden und eignen sich zudem zur Behandlungsplanung sowie als verständliche Patienteninformation.

Interessenkonflikt

Der Autor ist bei der Entwicklung des PlaneSystems beteiligt gewesen. Zudem erklärt der Autor, dass abgebildete Patienten ihr Einverständnis zur Nutzung des Bild- bzw. Videomaterials im Rahmen von Fachpublikationen abgegeben haben.



Udo Plaster, ZTM
Plaster Dental-Technik GbR

Adresse/Address

Udo Plaster, Plaster Dental-Technik GbR, Emilienstraße 1, 90489 Nürnberg;
E-mail: info@plasterdental.de