

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. Dezember 2011 (01.12.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/147988 A2

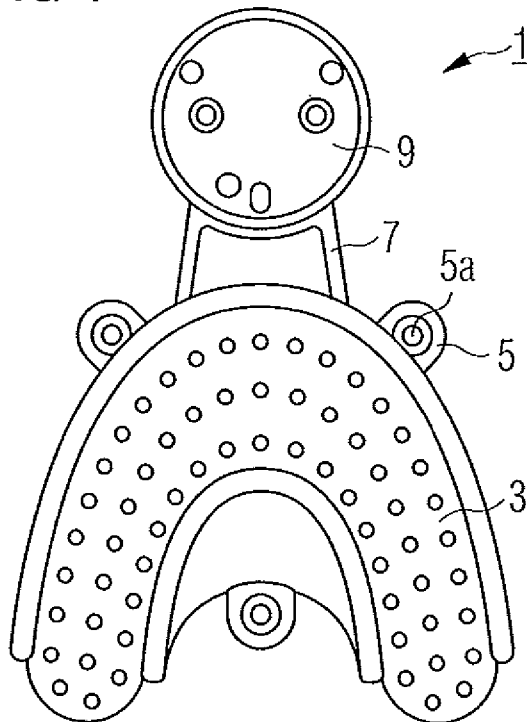
- (51) Internationale Patentklassifikation: *A61C 19/045* (2006.01) (DE). **KORDASS, Bernd** [DE/DE]; Rotgerberstr. 8, 17475 Greifswald (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/058790 (74) **Anwalt: HEINZE, Ekkehard**; Meissner, Bolte & Partner, Widenmayerstr. 48, 80538 München (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 30. Mai 2011 (30.05.2011) (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2010 021 934.7 28. Mai 2010 (28.05.2010) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ZEBRIS MEDICAL GMBH** [DE/DE]; Max-Eyth-Weg 43, 88316 Isny im Allgäu (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BRUNNER, Wolfgang** [DE/DE]; Dekan Marquart Str. 34, 88316 Isny
- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DENTAL TOOL

(54) Bezeichnung : DENTAL-WERKZEUG

FIG 1



(57) **Abstract:** Disclosed is a dental tool for obtaining correlation data that correlates an X-ray image with an optical image of tooth surfaces of a lower jaw and/or upper jaw in a vertebrate, comprising a bite plate that has optical marks which can be recognized as such in the optical image, and an X-ray marker configuration that is connected to the bite plate in a defined manner in a predetermined spatial association and has at least three X-ray marker elements which can be recognized as such in the X-ray image.

(57) **Zusammenfassung:** Dental-Werkzeug zur Gewinnung von Korrelations-Daten, die eine röntgenographische Abbildung in Beziehung setzen zu einer optischen Abbildung von Zahnoberflächen eines Unterkiefers und/oder Oberkiefers eines Wirbeltieres, aufweisend eine Bissplatte mit optischen Markierungen, die in der optischen Abbildung als solche erkennbar sind, und eine mit der Bissplatte in vorbestimmter räumlicher Zuordnung definierte verbundene Röntgenmarker-Konfiguration mit mindestens drei in der röntgenographischen Abbildung als solche erkennbaren Röntgenmarkerelementen.

WO 2011/147988 A2



UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Dental-Werkzeug

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein zahnmedizinisches bzw. dentaltechnisches Werkzeug in Art einer Bissplatte, mit dem ein Abdruck der Oberflächenstruktur eines Unterkiefers und/oder Oberkiefers eines Wirbeltieres gewonnen werden kann.

In der zahnärztlichen Praxis sind Werkzeuge zur Gewinnung von Abdrücken der Zahnoberflächen eines Patienten, die gelegentlich als Bissplatten bezeichnet werden, seit langem bekannt und in Gebrauch. Nach den damit gewonnenen Abdrücken werden seit langem Zahnreparatur- und -ersatzelemente (Kronen, künstliche Gebissteile etc.) hergestellt.

Es sind auch Werkzeuge bekannt, mit denen die Relativpositionen und/oder Bewegungen von Unter- und Oberkiefer eines Menschen und speziell die sogenannte Artikulationsbewegung erfasst werden können; vgl. dazu etwa die DE 35 00 605 A1 und die EP 0 330 101 A2. In der DE 102 18 435 B4 der Anmelderin wird ein Werkzeug der oben erwähnten Art sowie dessen Einsatz beschrieben, das als Kombination einer herkömmlichen Bissplatte mit einem Positionsbestimmungsgerät verstanden werden und zur 3-dimensionalen Bewegungsanalyse von Zahnoberflächen von Oberkiefer und Unterkiefer relativ zueinander mittels eines Positionsbestimmungssystems (auch bezeichnet als Navigationssystem) eingesetzt werden kann. Bei diesem vorbekannten

Werkzeug handelt es sich um eine Bissplatte mit einem vorspringenden Kopplungselement zur Anbringung einer Sensoranordnung, die in einem nach dem Prinzip der Laufzeitmessung von Ultraschallimpulsen arbeitenden Navigationssystem eingesetzt wird.

Seit einiger Zeit gewinnt in der Zahnmedizin das Verfahren des DVT-Volumenröntgens an Bedeutung, in dessen Ergebnis Kiefer- bzw. Zahnoberflächendaten als 3-dimensionale Volumenmodelle erstellt werden können; vgl. <http://62-91.40.207/images/orangedental/news/3DRoentgenwegweiser.pdf>.

Die Erfindung liegt im Hinblick auf diesen Stand der Technik die Aufgabe zugrunde, ein Werkzeug bereit zu stellen, mit dem sich die Bewegungsabläufe (Artikulation) von Unter- und Oberkiefer eines Wirbeltieres, speziell Menschen, unter Nutzung moderner Abbildungs- und Positionsbestimmungstechniken in präziser Weise bestimmen lassen.

Diese Aufgabe wird durch ein Werkzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 6 gelöst. Des Weiteren wird mit der Erfindung ein System mit den Merkmalen des Anspruchs 12 oder 13 bereit gestellt. Zweckmäßige Fortbildungen des Erfindungsgedankens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Ein grundlegender Gedanke der Erfindung besteht darin, ein Dental-Werkzeug zur Gewinnung von Korrelations-Daten, die eine röntgenographische Abbildung in Beziehung setzen zu Positions- bzw. Bewegungsdaten eines Unterkiefers und/oder Oberkiefers eines Wirbeltieres, zu schaffen. Ein weiterer Gedanke der Erfindung besteht darin, hierfür eine Bissplatte mit optischen Markierungen, die in der optischen Abbildung als solche erkennbar sind, zu nutzen. Gemäß einem anderen, relativ unabhängigen Aspekt gehört zur Erfindung der Gedanke des Vorsehens einer mit der Bissplatte in vorbestimmter räumlicher Zuordnung definiert verbundenen oder temporär in Zuordnung zu bringenden Navigationsmarker-Konfiguration mit mindestens drei als Markierungspunkte eines dynamischen Positionsbestimmungssystems, insbesondere optischen bzw. Infrarot- oder Ultraschall-Navigationssystemen, wirkenden Navigationsmarkerelementen. Schließlich gehört zur Erfindung der Gedanke, eine mit dieser Bissplatte in vorbestimmter räumlicher Zuordnung definiert verbundene Röntgenmarker-Konfiguration mit mindestens drei in der röntgenographischen Abbildung als solche erkennbaren Röntgenmarkerelementen vorzusehen.

Wie unter dem Begriff „röntgenographische Abbildung“ im Kontext dieser Patentanmeldung auch andere bildgebende Schichttechniken oder „schichtgenerierende“ Techniken zur Abbildung von inneren anatomischen Strukturen des Tausystems verstanden werden sollen, die nicht rein optische Oberflächenabbildungs-Verfahren sind, so soll unter dem Begriff „Röntgenmarkerelement“ auch jeder Marker für derartige bildgebende Verfahren verstanden werden.

In einer Ausführung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Bissplatte als zweiseitige Bissplatte zur gleichzeitigen Gewinnung eines Unterkiefer- und Oberkiefer-Abdrucks ausgebildet ist. Speziell kann die Bissplatte mit einem durchbeißbaren Registriermaterial ausgeführt sein. In einer Ausgestaltung dieser Ausführung ist des Weiteren vorgesehen, dass die Bissplatte der Grundform eines Unter- bzw. Oberkiefers angepasst, U-förmig ausgebildet ist.

In einer weiteren Ausführung sind die Röntgenmarkerelemente fest in die Bissplatte eingebettet. Alternativ hierzu kann vorgesehen sein, dass die Bissplatte Ausnehmungen zum Einsetzen separater Röntgenmarkerelemente aufweist. In Ausgestaltungen beider Ausführungen ist mindestens ein Teil der eingebetteten Röntgenmarkerelemente oder Ausnehmungen in einem angeformten Fortsatz oder mehreren Fortsätzen der Bissplatte angeordnet.

Speziell können die Röntgenmarkerelemente die Grundform von Metallkugeln oder –linsen, insbesondere aus Ti oder einer Ti-Legierung, haben. Es sind aber auch andere geometrische Grundformen und der Einsatz anderer, für den Einsatz in bildgebenden Verfahren der in Rede stehenden Art an sich bekannter Materialien möglich, etwa von Kunststoff mit eingebetteten Röntgenkontrast -Partikeln, z. B. aus Barium-sulfat.

In bevorzugter Ausführung umfasst das vorgeschlagene Werkzeug eine mit der Bissplatte in vorbestimmter räumlicher Zuordnung definiert verbundene Navigationsmarker-Konfiguration mit mindestens drei (z.B. vier) als Markierungspunkte eines optischen bzw. infrarot- oder Ultraschall-Navigationssystem wirkenden Navigationsmarkerelementen. Zweckmäßigerweise ist hierbei die Navigationsmarker-Konfiguration auf einem separaten Grundkörper angeordnet, welcher mit der Bissplatte lösbar verbindbar ist. In einer Ausgestaltung dieser Ausführung ist die Navigationsmarker-Konfiguration auf einem bogenförmigen Grundkörper angeordnet.

Eine weitere Ausgestaltung zeichnet sich dadurch aus, dass die Bissplatte und der separate Grundkörper der Navigationsmarker-Konfiguration jeweils einen zentralen Fort-

satz haben, die jeweils ein angepasstes Kopplungselement zur lösbaren Verbindung zwischen Bissplatte und separatem Grundkörper aufweisen.

Alternativ kann die Navigationsmarker-Konfiguration auch an einem separaten Taststift angebracht sein, mit dem bestimmte Punkte der Bissplatte (etwa die weiter oben erwähnten optischen Markierungen) angetastet werden, um eine räumliche Positionsbestimmung der Bissplatte zu bewerkstelligen und hierüber die gewünschten Korrelationsdaten zur Herstellung einer präzisen Korrelation zwischen röntgenographischen Daten und mittels einer (anderen) Navigationsmarker-Konfiguration gewonnenen Bewegungsdaten bereit zu stellen.

Mit dem vorgeschlagenen Werkzeug ergibt sich ein neuartiges System zur kombinierten bildgebenden optischen und röntgenographischen Abbildung eines Unterkiefers und/oder Oberkiefers eines Wirbeltieres, zudem eine röntgenographische Abbildungseinrichtung zur Abbildung des Unterkiefers und/oder Oberkiefers mit eingesetztem Dental-Werkzeug, eine optischen Abbildungseinrichtung zur Abbildung eines durch den Unterkiefer und/oder Oberkiefer erzeugten Eindrucks in einem in dem Dental-Werkzeug enthaltenen Registriermaterial und eine Korrelationsstufe zur Korrelierung der röntgenographischen Abbildung mit der optischen Abbildung unter Nutzung von Bilddaten der im Dental-Werkzeug vorgesehenen Röntgenmarkerelemente gehören.

Ein weiteres System umfasst das o. g. spezielle Dental-Werkzeug eine Positionsbestimmungsanordnung zur räumlichen Positionsbestimmung der am Dental-Werkzeug vorgesehenen oder mit diesem in temporäre Zuordnung zu bringenden Navigationsmarkerelemente, wobei die Positionsbestimmungsanordnung eine mit den Navigationsmarkerelementen am Dental-Werkzeug in Sender-Empfänger-Beziehung stehende, gegenüber dem Dental-Werkzeug als ortsfest definierte Navigationssende- bzw. Navigationsempfangselement-Anordnung oder Kameraanordnung aufweist.

Die Navigationsmarkeranordnung kann aus drei bis vier Messpunkten eines optischen oder akustischen Messsystems bestehen. Dies ist aber keine notwendige Bedingung. Es könnte sich genauso um ein System handeln, bei dem Spulen, Magnete, Laserstrahlen oder optische Muster zum Einsatz kommen. Wichtig ist, dass gegenüber einem „ortsfesten“, d. h. in Relation zum Oberkiefer (OK) befestigten Sensorteil alle Freiheitsgrade der Bewegung gemessen werden können. Hierbei kann das komplette Bewegungsmesssystem nur aus Unterkiefer(UK)- und Oberkiefer(OK)-Sensoren be-

stehen. Bei entsprechenden optischen Systemen können aber Messpunkte bezüglich des Unterkiefers und des Oberkiefers notwendig sein, und es bedarf zusätzlich stationär im Raum angeordneter Kameras. Wenn hier von „Sensoren“ bzw. „Bewegungssensoren“ die Rede ist, so ist damit jeweils eine Navigationsmarker-Konfiguration gemeint, mit der die Positionsveränderung eines Objektes im Raum – hier insbesondere des Unterkiefers – als Zeitabhängigkeit der Raumkoordinaten erfasst werden kann.

Die mit dem erfindungsgemäßen Dental-Werkzeug ermöglichte Prozedur zur Gewinnung von Kiefer-„Volumendaten“ läuft in bevorzugter Ausführung in Bewegung wie folgt ab:

Das Dental-Werkzeug mit Registriermaterial wird vom Patienten in den Mund genommen, wobei das Registriermaterial aushärtet. Die Röntgenaufnahme wird mit eingesetztem Dental-Werkzeug durchgeführt, wobei bei der späteren Auswertung die Röntgenmarker sichtbar sind.

Zur Aufzeichnung der Bewegungsmuster wird dem Patienten ein Attachment an den Zähnen des Unterkiefers befestigt bzw. an diese geklebt. An diesem Attachment kann der Unterkiefer-Bewegungssensor befestigt und mit diesem die Bewegung aufgezeichnet werden. Das schon beim Röntgen verwendete Dental-Werkzeug wird nun zusätzlich zwischen den Zähnen platziert. Zunächst wird eine Positionsmessung mit dem Positionssensor am Werkzeug durchgeführt. Danach wird bei noch eingesetztem Werkzeug der Unterkiefer Bewegungssensor am UK-Kieferattachment befestigt, und es wird eine zweite Positionsmessung durchgeführt. Dadurch kann eine Koordinatentransformation von der Position des Werkzeugs auf die Position des UK-Kieferattachments durchgeführt werden. Danach wird das Werkzeug aus dem Mund des Patienten entfernt, und die Bewegung des Unterkiefers kann durchgeführt und die Bewegung vom Navigationssystem aufgezeichnet werden.

Die Röntgenmarker-Bildpunkte können in einer kombinierten bildverarbeitenden Ausführung nun mit der Position des UK Bewegungssensors zusammengebracht und die Volumenbilder können in Bewegung am Rechner animiert werden.

Vorteile und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich im Übrigen aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren. Von diesen zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht eines Werkzeugs gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 2 eine Draufsicht des Werkzeugs nach Fig. 1 mit aufgesetzter Navigationsmarkeranordnung

Fig. 3 eine erläuternde zusätzliche Darstellung zur ersten Ausführungsform,

Fig. 4 eine skizzenartige Darstellung (Draufsicht) eines Werkzeugs gemäß einer zweiten Ausführungsform und

Fig. 5A bis 5E skizzenartige Darstellungen (in Art von Seitenansichten eines menschlichen Kopfes) zur Erläuterung der Handhabung eines erfindungsgemäßen Werkzeuges.

Fig. 1 zeigt ein erstes Dental-Werkzeug 1 in Form einer modifizierten zweiseitigen Bissplatte 3 aus Kunststoff mit angeformten Fortsätzen 5 und 7. Während der Grundkörper der Bissplatte 3 in üblicher Weise mit einer Perforierung zur vorteilhaften Handhabung eines im Einsatz dort aufgenommenen (hier nicht dargestellten) Registriermaterials versehen ist, die hier keiner weiteren Erläuterung bedarf, ist in den kleineren Fortsätzen 5 jeweils eine Ausnehmung 5a vorgesehen, in der ein (hier nicht dargestelltes) Röntgenmarkerelement untergebracht und fixiert werden kann. Der weitere, größere Fortsatz 7 nimmt eine Montageplatte 9 zur Anbringung eines hier ebenfalls nicht dargestellten Zusatzteils (siehe Fig. 2) auf.

Fig. 2 zeigt das Werkzeug 1 aus Fig. 1 mit eingebrachtem Registriermaterial 11, in dem auch bereits ein Kieferabdruck zu erkennen ist, mit in die Fortsätze 5 eingesetzten Röntgenmarkern 13. Des Weiteren ist in diesem Gebrauchszustand mit dem Werkzeug 1 eine Navigationsmarkeranordnung 15 verbunden, die vier an einem bogenförmigen Kunststoff-Grundkörper 17 angebrachte Navigationsmarker 19, im speziellen Fall Ultraschallsender bzw. -sensoren (in anderen Ausführungen beispielsweise auch IR-Sender oder -Empfänger) umfasst.

Wie in der Figur gezeigt ist, sind die Röntgenmarker 13 an den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks angeordnet, und die Navigationsmarker 19 an den Ecken eines Trapezes. Der Grundkörper 17 der Navigationsmarkeranordnung 15 hat einen zentralen Erweiterungsbereich 17a, in dem zum einen (hier nicht zu erkennende) Montagemittel zur Verbindung mit der Montageplatte 9 (siehe Fig. 1) an der Bissplatte 3 und des

Weiteren elektrische Anschlusskomponenten der Navigationsmarker untergebracht sind.

Die Röntgenmarker 13 dienen dazu, eine röntgenographische Aufnahme eines Wirbeltier-Gebissbereiches mit darin eingesetzter Bissplatte in Beziehung zu setzen zu einer optischen Abbildung, die in einem späteren Arbeitsschritt anhand des Mittels des Registriermaterials gewonnenen Abdrucks unter Einsatz eines optischen Abbildungs- und digitalen Bildverarbeitungsverfahrens gewonnen wird, oder insbesondere zu den Koordinaten einer vorbestimmten Position des Gebissbereiches. Die Anbringung der Navigationsmarkeranordnung 15 dient dazu, des Weiteren mittels eines an sich bekannten Positionsbestimmungssystems räumliche Positionsdaten der Zähne des Gebisses zu gewinnen, indem die Bissplatte gewissermaßen als „Positionierungs-Schablone“ benutzt wird, in die der Patient (natürlich nach Aushärtung des Registriermaterials) seine Zähne einfügt. Hierdurch wird eine Ausgangsposition für die spätere Bewegungs-Verfolgung mittels einer am Unterkiefer angebrachten Navigationsmarker-Konfiguration definiert. Wenn einmal eine (anfängliche) Positionsbestimmung erfolgt ist, lässt sich über Koordinatentransformation die Position des Unterkiefers auch in allen folgenden Bewegungszuständen bestimmen. Verfahren dieser Art sind als solche bekannt und bedürfen daher hier keiner genaueren Beschreibung.

Fig. 3 zeigt noch einmal beide Seiten des Werkzeugs 1, jeweils mit einem registrierten Gebissabdruck (eines Unter- bzw. Oberkiefers), der später mit einem optischen bildgebenden Verfahren aufgenommen und zur weiteren Auswertung digitalisiert wird.

Fig. 4 zeigt als zweite Ausführung ein Werkzeug 1', welches sich vom Werkzeug 1 gemäß Fig. 1 bis 3 durch eine deutlicher ausgesparte Bissplatte 3' mit Innenseitigen Ausnehmungen 3a unterscheidet, welche eine bessere Anpassung der Grundform an die Gebisskontur des Patienten ermöglichen. Ein Registriermaterial 11' ist hier so ausgebildet und angebracht, dass es vom Patienten „durchbissen“ werden kann, so dass die Zähne bei Nutzung des Werkzeugs in ihre natürliche Grundposition gehen können. Ein weiterer Unterschied zum Werkstück 1 besteht darin, dass hier vier (statt drei) Röntgenmarkerelemente 13 vorgesehen sind, von denen zwei auf vom Grundkörper weit abstehenden Armen 6' platziert sind. Auch die konstruktive Ausführung des größeren Fortsatzes 7' und von dort untergebrachten Befestigungselementen 8' unterscheidet sich etwas von der Ausführung beim Werkzeug 1.

In den Fig. 5A bis 5E sind wesentliche Phasen eines zahnärztlichen Untersuchungsverfahrens skizzenartig dargestellt, bei denen ein erfindungsgemäßes Werkzeug zweckmäßig eingesetzt werden kann und welches insbesondere zur Bestimmung des detaillierten Ablaufes von Artikulationsbewegungen eines Zahnarztpatienten und der dabei auftretenden räumlichen Beziehungen zwischen den Zahnoberflächen von Ober- und Unterkiefer dient.

Fig. 5A zeigt, wie das Werkzeug 1 (hier in zweiseitiger Ausführung mit Registriermaterial 11 auf beiden Oberflächen) mit nach vorn hervorstehendem Fortsatz 7 zur Gewinnung eines Zahnabdrucks im Mund des Patienten angeordnet ist. Fig. 5B zeigt, wie außerdem an der Vorderseite der Zähne des Unterkiefers ein paraokklusales Attachment 21 angebracht ist, welches einen Fortsatz 23 zur Aufnahme einer Teilkomponente einer Bewegungssensorik bzw. eines Systems zur dynamischen Bestimmung der Relativpositionen zwischen Ober- und Unterkiefer aufweist.

In Fig. 5C ist gezeigt, wie einerseits am Fortsatz 7 des Dental-Werkzeugs 1 eine solche Bewegungssensorik-Teilkomponente (Navigationsmarkeranordnung) 15 angebracht ist, während im Stirnbereich und auf der Nasenwurzel des Patienten ein sog. Stirnbogen 25 vorübergehend angebracht ist, der eine zweite Teilkomponente 27 der Bewegungssensorik bzw. des Positionsbestimmungssystems hält. Beispielhaft ist dieses System mit Ultraschall-Sendern und -empfängern ausgeführt. Mit dieser Konfiguration wird eine Positionsmessung durchgeführt.

Danach wird das System in den in Fig. 5D gezeigten Zustand umgebaut, das heißt die Unterkiefer-Komponente 15 des Positionsbestimmungssystems wird auf das paraokklusale Attachment 21 umgesetzt. Danach wird das Dental-Werkzeug 1 aus dem Mund des Patienten entnommen, so dass dieser den Unterkiefer frei bewegen kann und während dieser Bewegungen eine dynamische Erfassung der relativ Positionen zwischen Ober- und Unterkiefer ausgeführt werden kann. Dies ist die eigentliche Messung der Bewegungsabläufe während der Artikulationsbewegung, und die kombinierte Auswertung der gewonnenen Positionsdaten mit den Bilddaten der Zahnoberflächen liefert ein dreidimensionales Bewegungsmodell.

Im Übrigen ist die Ausführung der Erfindung nicht auf die hier gezeigten und erläuterten Beispiele beschränkt, sondern auch in einer Vielzahl von Abwandlungen möglich, die im Rahmen fachgemäßen Handelns liegt.

Ansprüche

1. Dental-Werkzeug zur Gewinnung von Korrelations-Daten, die eine röntgenographische Abbildung in Beziehung setzen zu einer optischen Abbildung von Zahnoberflächen eines Unterkiefers und/oder Oberkiefers eines Wirbeltieres, aufweisend
eine Bissplatte mit optischen Markierungen, die in der optischen Abbildung als solche erkennbar sind, und
eine mit der Bissplatte in vorbestimmter räumlicher Zuordnung definiert verbundene Röntgenmarker-Konfiguration mit mindestens drei in der röntgenographischen Abbildung als solche erkennbaren Röntgenmarkerelementen.
2. Dental-Werkzeug nach Anspruch 1, wobei die Röntgenmarkerelemente fest in die Bissplatte eingebettet sind.
3. Dental-Werkzeug nach Anspruch 1, wobei die Bissplatte Ausnehmungen zum Einsetzen separater Röntgenmarkerelemente aufweist.
4. Dental-Werkzeug nach Anspruch 3 oder 4, wobei mindestens ein Teil der eingebetteten Röntgenmarkerelemente oder Ausnehmungen in einem angeformten Fortsatz oder mehreren Fortsätzen der Bissplatte angeordnet ist.

5. Dental-Werkzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Röntgenmarkerelemente die Grundform von Metallkugeln oder -linsen haben und insbesondere aus Ti oder einer Ti-Legierung bestehen.
6. Dental-Werkzeug zur Gewinnung von mit einer röntgenographischen Abbildung korrelierten Positionsdaten eines Unterkiefers und/oder Oberkiefers eines Wirbeltieres, aufweisend eine Bissplatte und eine mit der Bissplatte in vorbestimmter räumlicher Zuordnung definiert verbundene oder temporär in Zuordnung zubringende Navigationsmarker-Konfiguration mit mindestens drei als Markierungspunkte eines dynamischen Positionsbestimmungssystems, insbesondere optischen bzw. Infrarot- oder Ultraschall-Navigationssystems, wirkenden Navigationsmarkerelementen.
7. Dental-Werkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 5 und Anspruch 6, wobei mindestens ein Teil der Röntgenmarkerelemente zugleich als optische Markierung ausgebildet ist, die in einer optischen Abbildung von Impressionen in der Bissplatte erkennbar sind.
8. Dental-Werkzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Bissplatte als zweiseitige Bissplatte zur gleichzeitigen Gewinnung eines Unterkiefer- und Oberkiefer-Abdrucks und/oder mit einem durchbeißbaren Registriermaterial ausgebildet ist.
9. Dental-Werkzeug nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei die Navigationsmarker-Konfiguration auf einem separaten Grundkörper angeordnet ist, welcher mit der Bissplatte lösbar verbindbar ist.
10. Dental-Werkzeug nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei die Navigationsmarker-Konfiguration auf einem bogenförmigen Grundkörper angeordnet ist.
11. Dental-Werkzeug nach Anspruch 9 oder 10, wobei die Bissplatte und der separate Grundkörper der Navigationsmarker-Konfiguration jeweils einen zentra-

len Fortsatz bzw. eine Erweiterung aufweisen, die jeweils ein angepasstes Koppelungselement zur lösbaren Verbindung zwischen Bissplatte und separatem Grundkörper aufweisen.

12. System zur kombinierten bildgebenden optischen und röntgenographischen Abbildung eines Unterkiefers und/oder Oberkiefers eines Wirbeltieres, mit einem Dental-Werkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 5, einer optischen Abbildungseinrichtung zur Abbildung eines durch den Unterkiefer und/oder Oberkiefer erzeugten Eindrucks von Zahnoberflächen in einem in dem Dental-Werkzeug enthaltenen Registriermaterial und einer Korrelationsstufe zur Korrelierung der röntgenographischen Abbildung mit der optischen Abbildung unter Nutzung von Bilddaten der im Dental-Werkzeug vorgesehenen Röntgenmarkerelemente.

13. System zur kombinierten röntgenographischen Abbildung und Bewegungsanalyse eines Unterkiefers und/oder Oberkiefers eines Wirbeltieres, mit einem Dental-Werkzeug nach einem der Ansprüche 6 – 11, einer röntgenographischen Abbildungseinrichtung zur Abbildung des Unterkiefers und/oder Oberkiefers mit eingesetztem Dental-Werkzeug, und einer Positionsbestimmungsanordnung zur räumlichen Positionsbestimmung der am Dental-Werkzeug vorgesehenen Navigationsmarkerelemente, wobei die Positionsbestimmungsanordnung eine mit den Navigationsmarkerelementen am Dental-Werkzeug in Sender-Empfänger-Beziehung stehende, gegenüber dem Dental-Werkzeug als ortsfest definierte Navigationssende- bzw. Navigationsempfangs-element-Anordnung oder Kameraanordnung aufweist.

14. System nach Anspruch 13, welches zusätzlich aufweist:
ein Unterkiefer-Attachment zur temporären Anbringung an der Zahnreihe des Unterkiefers, welches eine Navigationsmarker-Konfiguration mit mindestens drei als Markierungspunkte eines dynamischen Positionsbestimmungssystems, insbesondere optischen bzw. Infrarot- oder Ultraschall-Navigationssystems, wirkenden Navigationsmarkerelementen.

15. System nach Anspruch 14, mit einer der Positionsbestimmungsanordnung nachgeordneten Auswertungseinrichtung zur Gewinnung von Bewegungsdaten während eines Bewegungsablaufes des Unterkiefers gegenüber dem Oberkiefer.

FIG 1

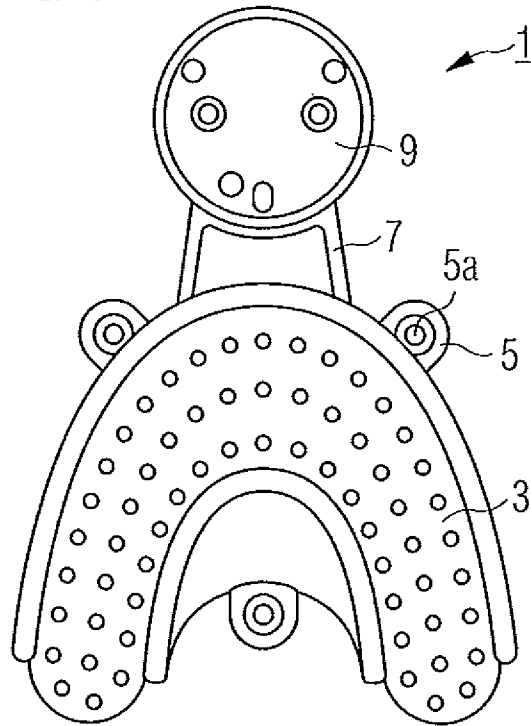
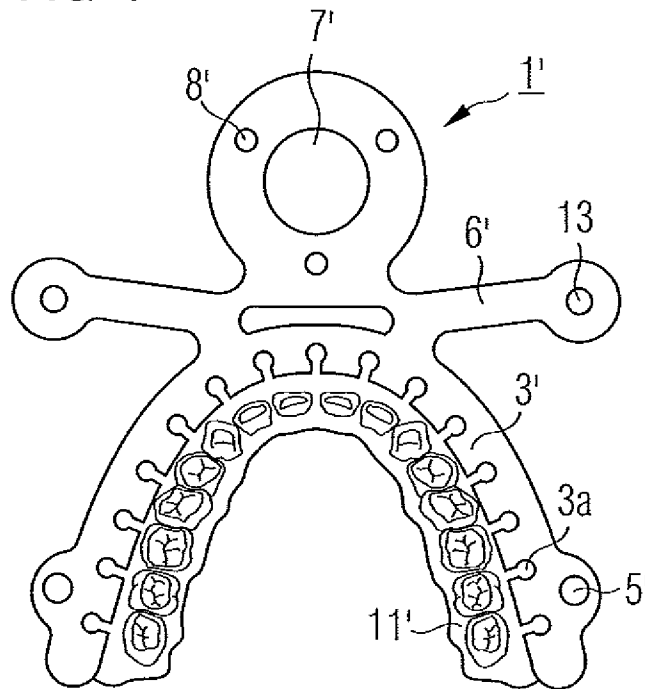
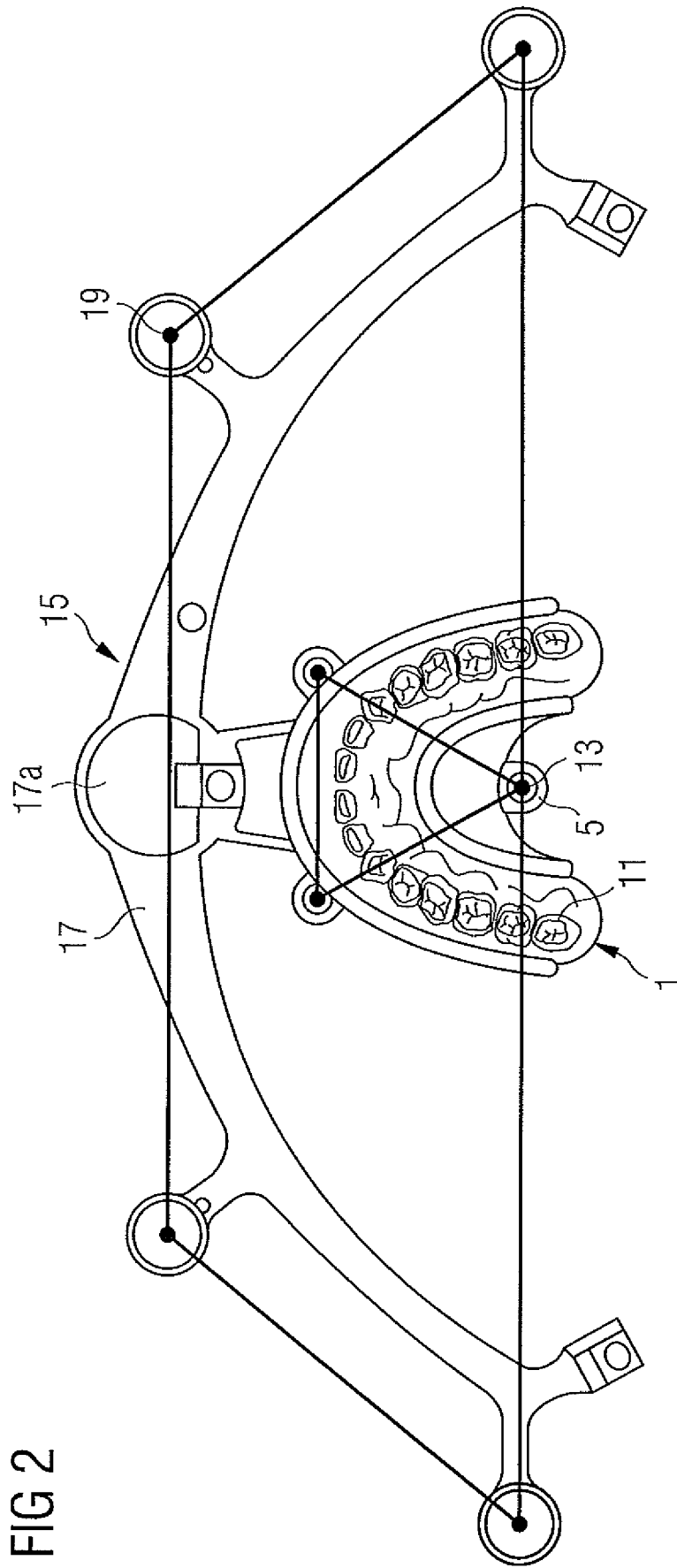


FIG 4





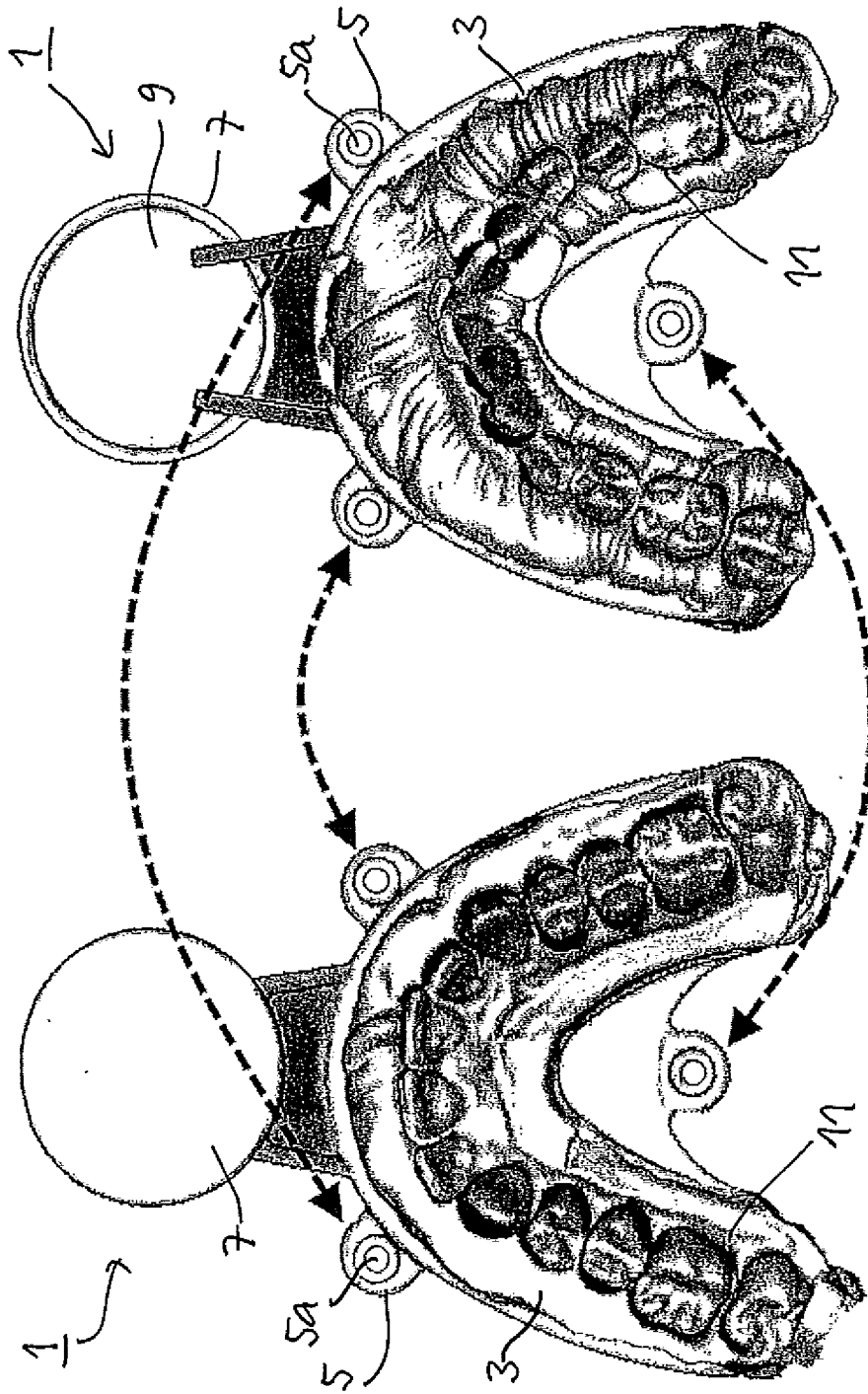


Fig. 3

Fig. 5A

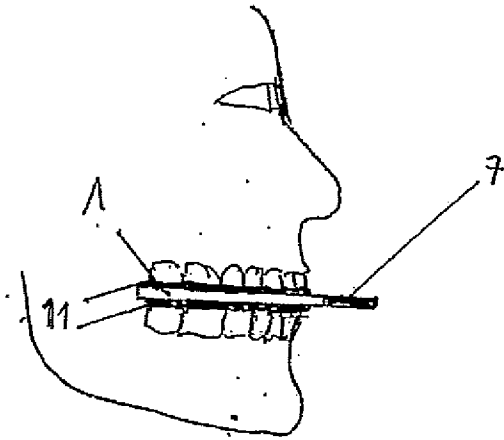


Fig. 5B

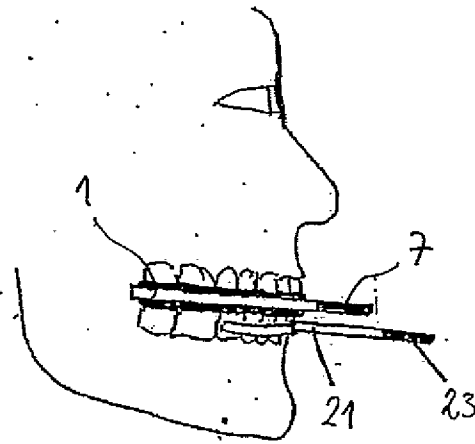


Fig. 5C

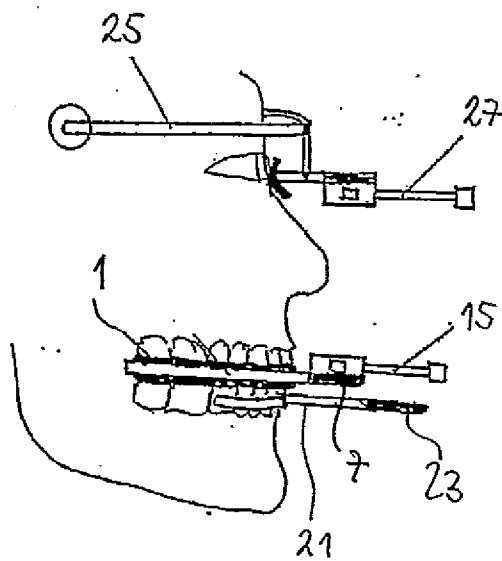


Fig. 5D

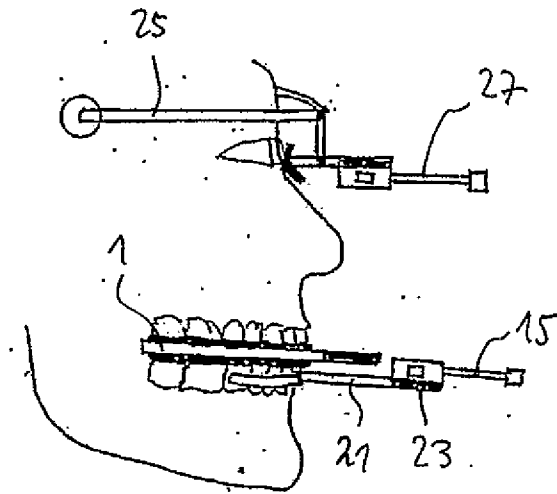


Fig. 5E

