

(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  
9. August 2012 (09.08.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/104364 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*A61C 1/08* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/051728

(22) Internationales Anmeldedatum:  
2. Februar 2012 (02.02.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2011 003 561.3  
3. Februar 2011 (03.02.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **SIRONA DENTAL SYSTEMS GMBH**  
[DE/DE]; Fabrikstrasse 33, 64625 Bensheim (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHNEIDER, Sascha**  
[DE/DE]; Mühlstr. 10, 64367 Mühlthal (DE).

(74) Anwalt: **SOMMER, Peter**; Sommer Patentanwalt,  
Augustaanlage 32, 68165 Mannheim (DE).

(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, DE, 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, QA, RO, RS, RU, RW,  
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.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,  
TZ, 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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: IMPRESSION, DRILLING TEMPLATE AND METHOD FOR MAKING A POSITIONAL RELATION AVAILABLE  
AND FOR PRODUCING A DRILLING TEMPLATE

(54) Bezeichnung : ABDRUCK, BOHRSCHABLONE UND VERFAHREN ZUR BEREITSTELLUNG EINER  
LAGEBEZIEHUNG UND ZUR ERSTELLUNG EINER BOHRSCHABLONE

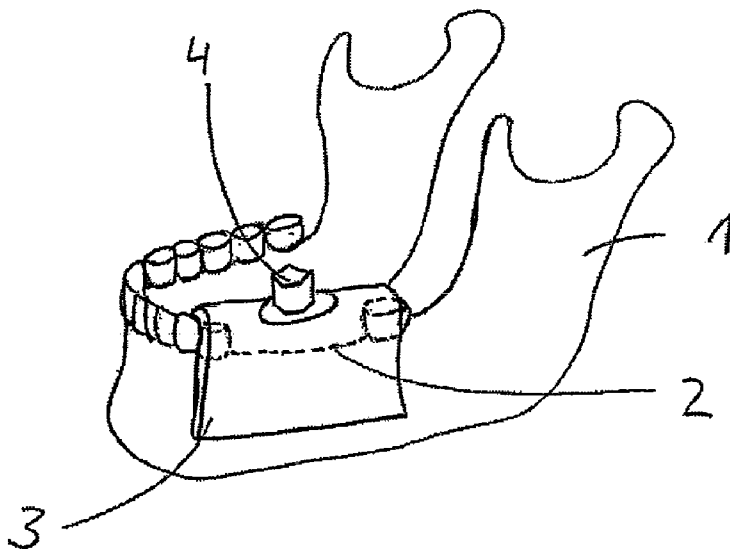


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for correlating an implantation site (2) of a jaw (1) with a 3D measured data record (21) of the implantation site (2) by means of an impression (3) positioned on the jaw (1) in the area of the implantation site (2), said impression comprising a connecting element (7) for an additional component and the position of the connecting element (7) relative to the implantation site (2) being determined. The invention further relates to a method for producing a drilling template (11) from an impression (3) having a connecting element (7) and to a drilling aid (8) that can be attached to the connecting element (7). The invention further relates to an impression (3) which comprises, on the lower side thereof, a female mold of at least one section of a jaw (2) having an implantation site (2), and to a drilling template (11) which consists of an impression (3) and a drilling aid (8).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/104364 A2



**Veröffentlicht:**

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

---

Die Erfindung betrifft Verfahren zur Korrelation einer Implantationsstelle (2) eines Kiefers (1) und SD-Messdatensatzes (21) der Implantationsstelle (2) mittels eines am Kiefer (1) im Bereich der Implantationsstelle (2) positionierten Abdrucks (3) mit einem Anlussteil (7) für ein weiteres Bauteil, wobei die Position des Anlussteils (7) relativ zur Implantationsstelle (2) festgestellt wird. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Erstellung einer Bohrschablone (11) aus einem Abdruck (3) mit einem Anlussteil (7) und einer an dem Anlussteil (7) anbringbaren Bohrhilfe (8). Weiterhin betrifft die Erfindung einen Abdruck (3), der an einer Unterseite eine Negativform zumindest eines Teilbereichs eines Kiefers (2) mit einer Implantationsstelle (2) umfasst, und eine aus einem Abdruck (3) und einer Bohrhilfe (8) bestehenden Bohrschablone (11).

- 1 -

## Beschreibung

Abdruck, Bohrschablone und Verfahren zur Bereitstellung einer Lagebeziehung und zur Erstellung einer Bohrschablone

## Technisches Gebiet

5 Die Erfindung betrifft einen Abdruck, eine Bohrschablone sowie ein Verfahren zur Bereitstellung einer Lagebeziehung zwischen einer Implantationsstelle eines Kiefers und einem 3D-Messdatensatz der Implantationstelle und ein Verfahren zur Erstellung einer Bohrschablone.

## 10 Stand der Technik

Aus dem Stand der Technik sind mehrere Bohrschablonen bekannt, die das kontrollierte Durchführen von geplanten Implantatbohrungen ermöglichen. Durch solche Bohrschablonen kann sichergestellt werden, dass eine erzielte Bohrung eine  
15 geplante Bohrrichtung, eine geplante Bohrtiefe oder auch einen geplanten Bohrdurchmesser aufweist.

Die DE 199 52 962 A1 offenbart ein Verfahren zur Erstellung einer Bohrhilfe für ein Zahnimplantat, wobei zunächst eine Röntgenaufnahme des Kiefers und danach eine dreidimensionale optische Vermessung der sichtbaren Oberfläche des Kiefers und der Zähne durchgeführt werden. Die Messdatensätze von der Röntgenaufnahme und der dreidimensionalen optischen Aufnahme werden miteinander korreliert. Anhand der vorhandenen Informationen, wie der Art und der Position des Implantats relativ zu den Nachbarzähnen, wird eine Schablone  
20 geplant und generiert, die auf den Nachbarzähnen aufliegt und dadurch die exakte Bohrung des Implantatführungslochs ermöglicht wird. Anhand der Röntgendaten kann das Implantat in bekannter Weise bestimmt und positioniert werden. Anhand  
25 der gewonnenen Informationen über die Oberflächenstruktur, d.h. die Okklusalfächen benachbarter Zähne kann eine Imp-

- 2 -

lantatshilfe in Gestalt einer Bohrschablone mittels einer CAD/CAM-Einheit ausgeschliffen werden. Anhand der Messdaten ist eine CAD/CAM-Maschine in der Lage die Bohrschablone mit dem Negativ der Okklusalfächen und einem Führungslauf für  
5 den Bohrer zu fertigen. Auf die Bohrschablone wird ein Anschlag übertragen, der die Bohrtiefe bestimmt.

Aus der WO 99/32045 ist ein Verfahren zur Herstellung einer dentalen Bohrhilfe für Implantate bekannt, wobei unter Verwendung eines Kieferbildes mit Bezug auf eine Abdruckfläche  
10 ein dreidimensionales Rechnerbild modelliert, die Lage und die Bohrtiefe der Bohrlöcher bestimmt und ein Satz von Implantatbohrlochkoordinaten in eine computergesteuerte Fertigungsmaschine eingespeist wird. Mittels eines Präzisionswerkzeugs wird im Bohrkörper für jeden der zuvor einge-  
15 speisten Bohrlochkoordinatensätze ein Bohrführungssockel mit einer entsprechend der anhand des Kieferabschnitts ermittelten Bohrlochposition und Bohrlochorientierung vorbereitet.

Ein Nachteil dieser Verfahren besteht darin, dass die meisten CAD/CAM-Maschinen in ihren Freiheitsgraden eingeschränkt sind und daher die Herstellung von Bohrschablonen gemäß der bekannten Verfahren und mittels einer solchen CAD/CAM-Maschine nur für begrenzte Indikationsbereiche möglich ist. Aus diesem Grund erfolgt die Fertigung der Bohrschablone in den meisten Fällen entweder individuell im Labor oder nach vorheriger CAD/CAM-Planung zentral beispielsweise unter Verwendung eines Hexapods, dessen Konstruktion eine Beweglichkeit des zu bearbeitenden Objekts in allen sechs Freiheitsgraden ermöglicht, und mittels eines Parallelometers zur Durchführung senkrechter Bohrungen. Bei der zentralen Fertigung finden meist CT-DVT Schablonen, Aufbissplatten und Kiefermodelle aus Gips Anwendung. Diese

- 3 -

werden auf den aufwendig gestalteten Hexapod montiert und mit Hilfe mehrere Messpunkte eingestellt. Dieser Vorgang ist sehr aufwendig und damit auch fehleranfällig.

Die Aufgabe dieser Erfindung besteht darin, ein Verfahren bereitzustellen, das die Herstellung einer beliebigen Bohrschablone auf möglichst einfache und schnelle Weise unter Verwendung einer herkömmlichen Fertigungsmaschine mit eingeschränkten Freiheitsgraden ermöglicht.

#### Darstellung der Erfindung

Ein Gegenstand der Erfindung ist ein Abdruck, der an einer Unterseite eine Negativform zumindest eines Teilbereichs eines Kiefers und zumindest einer in diesem Teilbereich des Kiefers liegenden Implantationsstelle umfasst. Der Abdruck kann zumindest teilweise aus einem röntgenstrahlendurchlässigen Material und/oder einem Material besteht, das in einer MRT-Aufnahme möglichst wenig sichtbar ist. Der Abdruck weist im Bereich der Negativform der Implantationsstelle auf einer der Unterseite gegenüberliegenden Oberseite des Abdrucks ein Anschlussstück auf, das gegenüber der Oberseite des Abdrucks als eine Erhebung und/oder eine Vertiefung ausgebildet ist. Diese Erhebung und/oder Vertiefung weist in Richtung ihres Erhöhens oder Absenkens gegenüber der Oberseite des Abdrucks eine Längsachse auf. Die Erhebung und/oder Vertiefung weist eine Geometrie auf, die bezüglich einer Drehung der Geometrie um die Längsachse eindeutig ist.

Ein zahnmedizinischer Abdruck ist eine negative Abformung eines Kiefers oder eines Teils eines Kiefers, also ein Gesamtkieferabdruck oder ein Teilabdruck. Der Abdruck weist somit eine Unterseite mit der Negativform der Kiefers oder eines Teils des Kiefers und eine der Unterseite gegenüberliegende Oberseite auf. Es wird ein anfangs weiches, form-

- 4 -

bares, später aushärtendes Material, beispielsweise als Abdruckmasse bezeichnet, verwendet, welches im formbaren Zustand auf den Kiefer bzw. den Teil des Kiefers aufgebracht wird, so dass sich die Form des Kiefers bzw. der am Kiefer befindlichen Zähne als Negativ in dem formbaren Material abbilden. In dieser Position wird das aufgebrachte Material ausgehärtet. Im Ausgehärteten Zustand weist der Abdruck eine vollständig feste, nicht verformbare Form oder zumindest eine bei Verformung einer Ausgangsform immer wieder in die Ausgangsform zurückschwingende Form auf.

Der erfindungsgemäße Abdruck zeichnet sich dadurch aus, dass er beispielsweise aus einem röntgenstrahlendurchlässigen Material ausgebildet ist. Durch die Röntgenstrahlendurchlässigkeit ist ein erfindungsgemäßer Abdruck in einer Röntgenaufnahme nicht erkennbar. Dadurch ist es möglich, eine Röntgenaufnahme eines Kiefers eines Patienten mit einem am Kiefer positionierten erfindungsgemäßen Abdruck zu erzeugen, ohne dass Teile des Kiefers und/oder noch vorhandener Zähne vom Abdruck auf der Röntgenaufnahme verdeckt werden.

Um einen entsprechenden Effekt für MRT-Aufnahmen zu erhalten, ist es möglich ein Isolatormaterial zu verwenden, beispielsweise Polyurethane, Polyethylen, Polymere oder Glasfasern, welches in einer MRT-Aufnahme in der Regel unsichtbar oder wenig sichtbar ist. Geeignet sind alle Materialien, die in einer MRT-Aufnahme nur möglichst wenige Signale erzeugt und insbesondere nicht die von Knochen oder Zähnen erzeugten Signale überdeckt. Ein solches Material sollte insbesondere eine deutlich geringere Dichte als die Dichte des umgebenden Gewebes, wie des Kieferknochens, der Zähne und des umgebenden Weichgewebes aufweisen.

- 5 -

Der erfindungsgemäße Abdruck erstreckt sich über eine Implantationsstelle und zumindest einen die Implantationsstelle umgebenden Bereich, z.B. benachbarte Zähne, so dass beispielsweise anhand der benachbarten Zähne ein einfaches  
5 eindeutiges wieder Einsetzen des aus dem Kiefer entnommenen Abdrucks möglich ist.

Anschlusssteil bezeichnet einen Bereich des Abdrucks, der sich durch eine Geometrie auszeichnet, die es ermöglicht, ein weiteres Bauteil an der Oberseite des Abdrucks anzu-  
10 bringen. Hierbei kann es sich beispielsweise um eine Vertiefung handeln, in die ein weiteres Bauteil zumindest teilweise einsetzbar ist. Das Anschlusssteil kann auch als Erhöhung ausgebildet sein, auf die ein weiteres Bauteil aufsetzbar ist.

15 Die Ausformung des Anschlusssteils ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass es eine Längsachse aufweist, die in Richtung des Erhöhens oder Absenkens der Anschlusssteils relativ zur Oberfläche des Abdrucks verläuft und dass die Außenkontur des Anschlusssteils in einer zu dieser Längsachse  
20 senkrechten Ebene asymmetrisch ist. Eine solche Asymmetrie in Umlaufrichtung um die Längsachse sichert ein hinsichtlich einer Drehung um die Längsachse eindeutiges Anbringen eines weiteren Bauteils mit einer zum Anbringen geeigneten Geometrie.

25 Vorteilhafterweise kann der Abdruck mit dem Anschlusssteil einteilig ausgebildet werden. Dies kann eine besonders einfach Herstellungsvariante sein, einen erfindungsgemäßen Abdruck bereitzustellen.

Vorteilhafterweise kann ein separates Bauteil vorhanden  
30 sein, welches ein zumindest teilweise einem Negativ des Anschlusssteils des Abdrucks entsprechendes Anschlusssteil umfasst und welches zumindest teilweise in das Anschlusssteil

- 6 -

des Abdrucks einbringbar bzw. auf das Anschlusssteil aufsetzbar ist.

Das Anschlusssteil des Abdrucks ermöglicht ein einfaches und präzises Anordnen eines weiteren Bauteils an dem Abdruck, beispielsweise durch das Ein- oder Aufsetzen, wozu das weitere Bauteil ebenfalls ein Anschlusssteil aufweist. Das Anschlusssteil des separaten Bauteils ist ein Bereich oder Teil des Bauteils, der sich zum Anbringen bzw. zum Verbinden des separaten Bauteils mit dem Abdruck eignet. Hierzu weist das Anschlusssteil des Bauteils beispielsweise die Negativform des Anschlusssteils des Abdrucks auf, so dass es formschlüssig mit diesem verbunden werden kann. Es ist aber auch möglich, dass das Anschlusssteil des separaten Bauteils nur teilweise der Negativform des Anschlusssteils des Abdrucks entspricht, wobei lediglich ein partieller Formschluss erreicht wird.

Vorteilhafterweise kann das Bauteil als ein einteiliges oder als ein mehrteiliges Hilfselement ausgebildet sein, das zumindest teilweise aus einem röntgenopakem und/oder aus einem in einer MRT-Aufnahme erkennbaren Material besteht.

Ein erfindungsgemäßes Hilfselement ist ein Bauteil, welches im Gegensatz zum Abdruck zumindest teilweise in einer Röntgenaufnahme oder einer MRT-Aufnahme erkennbar ist. Für Röntgenaufnahmen besteht das Hilfselement zumindest teilweise aus röntgenopakem Material. Hinsichtlich MRT-Aufnahmen ist ein Material geeignet, das beispielsweise eine deutlich von der Dichte des Kieferknochens, der Zähne und des umgebenden Weichgewebes zu unterscheidende Dichte bzw. deutlich unterschiedliche Spin-Gitter-Relaxationszeiten aufweist. Es sind beispielsweise leitende Materialien, wie bestimmte Metalle, geeignet.

- 7 -

Vorteilhafterweise weist die Erhebung oder Vertiefung des Anschlusssteils mindestens eine an die Oberseite des Abdrucks angrenzende Seitenwand auf. Solche Seitenwände sind insbesondere dazu geeignet das weitere Bauteil durch Formschluss zu halten.

Vorteilhafterweise weist die Vertiefung des Anschlusssteils einen gegenüber der Oberseite des Abdrucks abgesenkten Boden oder die Erhebung des Anschlusssteils ein gegenüber der Oberseite des Abdrucks erhöhtes Dach auf. Mittels des Bodens bzw. des Dachs des Anschlusssteils des Abdrucks kann als Tiefenstop die Position eines anzubringenden Bauteils in Richtung der Erhebung bzw. Vertiefung festgelegt werden. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass das anzubringende Bauteil bis zu einem Kontakt einer hierfür geeigneten Fläche des Bauteils mit dem Boden bzw. dem Dach in das Anschlusssteil des Abdrucks eingeschoben bzw. auf das Anschlusssteil des Abdrucks aufgesetzt wird.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Bohrschablone für eine an einer Implantationsstelle durchzuführende Bohrung, die aus einem erfindungsgemäßen Abdruck und mindestens einer Bohrhilfe zur Führung eines Bohrers besteht. Die Bohrhilfe weist ein Anschlusssteil zur Verbindung mit dem Abdruck auf, welches zumindest teilweise einem Negativ des Anschlusssteils des Abdrucks entspricht. Die Bohrhilfe weist weiterhin eine Durchgangsöffnung auf, die eine Bohrrichtung relativ zu dem Anschlusssteil festlegt.

Durch die jeweiligen Anschlusssteile des Abdrucks und der Bohrhilfe kann ein Zusammenfügen von Bohrhilfe und Abdruck in einer eindeutigen Position auf einfache Art und Weise sichergestellt werden.

Dadurch kann weiterhin sichergestellt werden, dass die Durchgangsöffnung der Bohrhilfe relativ zum Abdruck und da-

- 8 -

mit bei dem am Kiefer angeordneten Abdruck auch relativ zum Kiefer in einer vorgegebenen Richtung, nämlich einer gewünschten Bohrrichtung, verläuft.

Vorteilhafterweise ist zumindest das Anschlussstück der Bohrhilfe durch Fräsen oder Schleifen herstellbar. Dies ist  
5 eine besonders einfache Art der Herstellung. Übliche Fräs- und Schleifmaschinen verfügen allerdings nur über eine begrenzte Anzahl von Freiheitsgraden hinsichtlich der Bearbeitungsrichtungen. Die erfindungsgemäße Bohrhilfe ist da-  
10 her so ausgebildet, dass sie auch mit einer üblichen Fräs- oder Schleifmaschine mit eingeschränkten Freiheitsgraden herstellbar ist.

Vorteilhafterweise weist die Bohrhilfe eine Auflagefläche zur Auflage auf der Oberseite des Abdrucks auf. Dies ist  
15 eine weitere Möglichkeit die Position der am Abdruck angeordneten Bohrhilfe zu kontrollieren. Eine solche Auflagefläche kann beispielsweise für eine in ein als Vertiefung ausgebildetes Anschlussstück eines Abdrucks einschiebbare Bohrhilfe oder auch für eine auf ein als Erhöhung ausgebil-  
20 detes Anschlussstück eines Abdrucks aufsetzbare Bohrhilfe einen Tiefenstop darstellen und damit die Position zumindest hinsichtlich einer in Richtung der Erhöhung bzw. Vertiefung verlaufenden Richtung festlegen.

Vorteilhafterweise ist die Durchgangsöffnung der Bohrhilfe  
25 zylindrisch ausgebildet und weist einen Durchmesser auf, der einem festgelegten Bohrdurchmesser entspricht.

Hierdurch kann das Durchgangsloch der Bohrhilfe insbesondere im an den Abdruck angebrachten Zustand zur Führung eines Bohrers dienen.

30 Vorteilhafterweise umfasst die Bohrhilfe mindestens einen Adapter, wobei der Adapter eine zylindrische Durchgangsöff-

- 9 -

nung mit einem Durchmesser, der einem festgelegten Bohrdurchmesser entspricht, und eine Außengeometrie mit einem in die Durchgangsöffnung der Bohrhilfe zumindest teilweise formschlüssig hinein passenden Bereich und einem sich an diesen Bereich anschließenden, nicht in die Durchgangsöffnung hinein passenden Abschlussbereich aufweist.

Hierdurch kann die Durchgangsöffnung des Adapters zur Führung eines Bohrers dienen, wobei der Adapter teilweise in die Durchgangsöffnung der Bohrhilfe einbringbar ist, so dass die den Adapter umfassende Bohrhilfe in Verbindung mit dem Abdruck eine erfindungsgemäße Bohrschablonen zur Führung eines Bohrwerkzeugs bildet.

Vorteilhafterweise kann die Durchgangsöffnung der Bohrhilfe oder des Adapters der Bohrhilfe für eine Implantat-Bohrung oder eine Pilot-Bohrung ausgebildet sein.

Der Durchmesser der Durchgangsöffnung der Bohrhilfe selbst oder im Falle einer einen Adapter umfassenden Bohrhilfe der Durchgangsöffnung des Adapter richtet sich nach dem Durchmesser des zu verwendenden Bohrers, wie dies aus dem Stand der Technik für Bohrhilfen im Allgemeinen bereits bekannt ist. Häufig wird mindestens eine erste als Pilot-Bohrung bezeichnete Bohrung mit einem möglichst kleinen Bohrdurchmesser vorgenommen, ehe die Implantat-Bohrung, also eine Bohrung mit einem dem einzusetzenden Implantat entsprechenden Bohrdurchmesser durchgeführt wird. Dies wird durch das Vorsehen mehrerer Bohrhilfen, die jeweils an dem im Bereich der Implantationsstelle am Kiefer angeordneten Abdruck anbringbar sind, möglich. Es ist auch möglich, mehrere Adapter mit Durchgangsöffnungen mit jeweils verschiedenen Durchmessern vorzusehen, die jeweils an der am Abdruck angeordneten Bohrhilfe anbringbar sind.

- 10 -

Vorteilhafterweise kann an einem dem Anschlusssteil abgewandten Ende der Bohrhilfe ein Anschlag für ein Bohrwerkzeug bereitgestellt werden, wobei durch die Länge der Durchgangsöffnung die Bohrtiefe vorgebbar ist.

5 Mit einem Anschlag wird hier eine definierte Fläche oder Kante der Bohrhilfe bezeichnet, die einen Tiefenstop bewirkt, also ein weiteres Eindringen eines Bohrers bzw. Bohreinsatzes des verwendeten Bohrwerkzeugs in die Bohrhilfe verhindert. Hierdurch kann eine Bohrtiefe festgelegt  
10 werden.

Vorteilhafterweise kann eine Längsachse der Durchgangsöffnung der Bohrhilfe mit der Längsachse des Anschlusssteils der Bohrhilfe einen Winkel  $\alpha$  einschließen, der vorzugsweise größer als  $0^\circ$  und kleiner als oder gleich  $60^\circ$  ist. Hier-  
15 durch kann sichergestellt werden, dass die Durchgangsöffnung in Richtung einer gewünschten Bohrrichtung verläuft.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Korrelation einer Implantationsstelle eines Kiefers und eines 3D-Messdatensatzes der Implantationsstelle. Das Verfahren  
20 sieht vor einen an der Unterseite eine Negativform zumindest eines Teilbereichs eines Kiefers und zumindest einer in diesem Teilbereich des Kiefers liegenden Implantationsstelle aufweisenden Abdruck aus einem röntgenstrahlendurchlässigen Material und/oder aus Isolatormaterial mit mindestens einem zumindest teilweise röntgenopakem und/oder teilweise in MRT-Aufnahmen sichtbarem Hilfselement bereitzustellen. Das Hilfselement weist ein Anschlusssteil auf, das im Bereich der Negativform der Implantationsstelle auf einer der Unterseite gegenüberliegenden Oberseite des Ab-  
30 drucks am Abdruck angebracht ist. Es wird mindestens eine Röntgenaufnahme und/oder MRT-Aufnahme zumindest des Teilbereichs des Kiefers und der zumindest einen in diesem Teil-

- 11 -

bereich liegenden Implantationsstelle, des an der Implantationsstelle eingesetzten Abdrucks und des mindestens einen an dem Abdruck angebrachten Hilfselements erstellt und ein 3D-Messdatensatz aus der mindestens einen Röntgenaufnahme und/oder der mindestens einen MRT-Aufnahme erzeugt. Die Position des Anschlussteils des mindestens einen Hilfselements relativ zur Implantationsstelle in dem 3D-Messdatensatz wird festgestellt. Durch Entfernen des Hilfselements wird ein dem Negativ des Anschlussteils des mindestens einen Hilfselements entsprechendes Anschlussteil an einer mit der im Messdatensatz festgestellten Position des Anschlussteils des Hilfselements übereinstimmenden Position in dem an der Implantationsstelle positionierbaren Abdruck bereitgestellt.

Der Zusammenhang zwischen der zu versorgenden Implantationsstelle im Mund eines Patienten und einem 3D-Datensatz wird mittels eines Anschlussteils zum Anschluss weiterer Bauteile bereitgestellt, das im Mund an einem am Kiefer positionierbaren Abdruck angeordnet ist und dessen Position im 3D-Datensatz bekannt ist.

Hierfür wird ein Hilfselement an einem an der Implantationsstelle angeordneten Abdruck angebracht und in einer Röntgenaufnahme oder einer MRT-Aufnahme vermessen. Das Hilfselement zeichnet sich dadurch aus, dass es zumindest teilweise röntgenopak und damit in der Röntgenaufnahme erkennbar ist und/oder in einer MRT-Aufnahme erkennbar ist, während der Abdruck aus röntgenstrahlendurchlässigem und/oder isolierendem Material in der Röntgenaufnahme und/oder der MRT-Aufnahme nicht zu sehen ist. Weiterhin ist in der Röntgenaufnahme bzw. der MRT-Aufnahme die Implantationsstelle erkennbar, so dass aus den Daten der Röntgenaufnahme bzw. der MRT-Aufnahme die relative Position der

- 12 -

röntgenopaken bzw. in der MRT-Aufnahme sichtbaren Bereiche des Hilfselements zur Implantationsstelle bestimmt werden kann.

Das Hilfselement weist ein Anschlussstück auf, womit ein Bereich bezeichnet wird, der sich durch eine Geometrie auszeichnet, die es ermöglicht, das Hilfselement an der Oberseite des Abdrucks anzubringen. Hierbei kann es sich beispielsweise um eine Erhöhung handeln, die so an dem Abdruck anbringbar ist, dass sie zumindest teilweise vom Abdruck eingeschlossen wird. Hierzu kann das als Erhöhung ausgebildete Anschlussstück des Hilfselements beispielsweise in eine noch nicht ausgehärtete Abdruckmasse, die zur Erzeugung des Abdrucks an der Implantationsstelle angebracht wurde, hineingedrückt werden und während des Aushärtens der Abdruckmasse dort verbleiben. Das Anschlussstück wird hierfür möglichst im Bereich der Implantationsstelle auf der die Oberseite des Abdrucks ergebenden Seite der Abdruckmasse positioniert.

Es wäre auch möglich ein als Erhöhung ausgebildetes Hilfselement auf der Oberseite des Abdrucks zu positionieren und so mit Abdruckmasse zu umkleiden, dass es nach dem Aushärten dieser Abdruckmasse am Abdruck verbleibt.

Das Anschlussstück des Hilfselements kann aber beispielsweise auch als Vertiefung ausgebildet sein. Eine solche Vertiefung kann beispielsweise durch Aufsetzen auf eine geeignete Erhöhung am Abdruck mit dem Abdruck verbunden werden. Hierfür kann beispielsweise zusätzliche Abdruckmasse auf die Oberseite des Abdrucks aufgebracht werden und das Anschlussstück des Hilfselements auf diese zusätzliche Abdruckmasse so aufgeprägt werden, dass die zusätzliche Abdruckmasse die Vertiefung des Anschlussstücks des Hilfselements zumindest teilweise ausfüllt.

- 13 -

Das Hilfselement wird nach der Durchführung der Röntgenaufnahme von dem Abdruck entfernt, so dass am Abdruck zumindest teilweise eine Negativform des Anschlusssteils des Hilfselements verbleibt. Dieser Bereich wird wiederum als Anschlusssteil des Abdrucks bezeichnet, da er sich dazu eignet ein weiteres Bauteil, welches ein dem Hilfselement entsprechendes Anschlusssteil aufweist mit dem Abdruck zu verbinden.

Hat das Hilfselement ein als Erhebung ausgebildetes Anschlusssteil, so ist das Anschlusssteil des Abdrucks als eine zumindest teilweise dem Negativ dieser Erhebung entsprechende Vertiefung ausgebildet.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Korrelation einer Implantationsstelle eines Kiefers und eines 3D-Messdatensatzes der Implantationsstelle, wobei ein an der Unterseite eine Negativform zumindest eines Teilbereichs eines Kiefers und zumindest einer in diesem Teilbereich des Kiefers liegenden Implantationsstelle aufweisender Abdruck aus einem teilweise röntgenstrahlendurchlässigen Material und/oder aus Isolatormaterial mit mindestens einem röntgenopakem und/oder in MRT-Aufnahmen sichtbarem Bereich bereitgestellt wird, wobei der Abdruck im Bereich der Negativform der Implantationsstelle auf einer der Unterseite gegenüberliegenden Oberseite des Abdrucks ein Anschlusssteil aufweist und die Lagebeziehung zwischen dem röntgenopakem und/oder in MRT-Aufnahmen sichtbarem Bereich und dem Anschlusssteil bekannt ist. Weiterhin wird mindestens eine Röntgenaufnahme und/oder MRT-Aufnahme zumindest des Teilbereichs des Kiefers, der zumindest einen in diesem Teilbereich liegenden Implantationsstelle und des an der Implantationsstelle eingesetzten Abdrucks hergestellt und ein 3D-Messdatensatz aus der mindestens einen Röntgenauf-

- 14 -

nahme und/oder der mindestens einen MRT-Aufnahme erzeugt.  
Die Position des röntgenopaken und/oder in der MRT-Aufnahme  
sichtbaren Bereichs des Abdrucks relativ zur Implantations-  
stelle in dem 3D-Messdatensatz wird festgestellt und die  
5 relative Position des Anschlussteils des Abdrucks zur Im-  
plantationsstelle aufgrund der relativen Position des rönt-  
genopaken und/oder in der MRT-Aufnahme sichtbaren Bereichs  
bestimmt.

Wie das bereits beschriebene Verfahren stellt dieses erfin-  
10 dungsgemäße Verfahren einen Zusammenhang zwischen einer Im-  
plantationsstelle im Mund eines Patienten und einem 3D-  
Datensatz her. Das am Abdruck angeordnete Anschlussteil,  
dessen Lage im 3D-Datensatz bekannt ist, kann als Orientie-  
rungshilfe zur Übertragung von Positionen und Richtungen  
15 aus dem 3D-Datensatz in den realen Raum im Mund des Patien-  
ten dienen.

Hierfür wird bei diesem weiteren erfindungsgemäßen Verfah-  
ren eine Röntgenaufnahme und/oder eine MRT-Aufnahme eines  
an der Implantationsstelle angeordneten Abdrucks erzeugt.  
20 Der Abdruck weist ein Anschlussteil, also einen Bereich  
auf, der dazu geeignet ist, ein weiteres Bauteil am Abdruck  
anzubringen. Weiterhin besteht der Abdruck zu möglichst  
großen Teilen aus einem röntgenstrahlendurchlässigen Mate-  
rial, das in der Röntgenaufnahme nicht erkennbar ist,  
25 und/oder aus einem Isolatormaterial, das in der MRT-  
Aufnahme nicht sichtbar ist. Nur ein kleinerer Bereich  
sollte aus einem röntgenopaken und daher im Röntgenbild  
sichtbaren Material und/oder aus einem in der MRT-Aufnahme  
erkennbaren Material, beispielsweise einem leitenden Mate-  
30 rial, bestehen. Die Lage dieses röntgenopaken und/oder in  
der MRT-Aufnahme erkennbaren Bereichs des Abdrucks zum An-  
schlussteil ist bekannt. Dadurch werden einerseits mög-

- 15 -

lichst wenige Bereiche des Kiefers und der Implantations-  
stelle in der Röntgenaufnahme bzw. der MRT-Aufnahme durch  
den Abdruck verdeckt, andererseits kann die relative Posi-  
tion des Anschlussteils des Abdrucks zur Implantationsstel-  
le ermittelt werden.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur  
Korrelation einer Implantationsstelle eines Kiefers und ei-  
nes 3D-Messdatensatzes der Implantationsstelle, wobei ein  
an der Unterseite eine Negativform zumindest eines Teilbe-  
reichs eines Kiefers und zumindest einer in diesem Teilbe-  
reich des Kiefers liegenden Implantationsstelle aufweisen-  
der Abdruck aus einem röntgenstrahlendurchlässigen Material  
und/oder Isolatormaterial bereitgestellt wird. Weiterhin  
wird mindestens ein optischen Hilfselement bereitgestellt,  
welches ein Anschlussteil aufweist, das im Bereich der Ne-  
gativform der Implantationsstelle am Abdruck von einer der  
Unterseite gegenüberliegenden Oberseite des Abdrucks den  
Abdruck durchdringt und über die Unterseite des Abdrucks  
hinausreicht und an dem über die Unterseite des Abdruck  
hinausragenden Ende mindestens einen fest oder abnehmbar  
angeordneten Findekörper aufweist. Es wird mindestens eine  
Röntgenaufnahme und/oder eine MRT-Aufnahme zumindest des  
Teilbereichs des Kiefers und der zumindest einen in diesem  
Teilbereich liegenden Implantationsstelle erstellt und ein  
3D-Messdatensatz aus der mindestens einen Röntgenaufnahme  
und/oder der mindestens einen MRT-Aufnahme erzeugt. Weiter-  
hin wird mindestens eine optische Aufnahme der Unterseite  
des Abdrucks mit dem eingesetzten und über die Unterseite  
des Abdrucks hinausragenden optischen Hilfselement mit dem  
mindestens einen am hinausragenden Anschlussteil des Hilfs-  
elements angebrachten Findekörper erstellt und ein weiterer  
3D-Messdatensatz aus der mindestens einen optischen Aufnah-

- 16 -

me erzeugt. Aus den erzeugten 3D-Messdatensätzen wird durch Korrelation ein Korrelationsmessdatensatz erzeugt und die Position des Anschlussteils des mindestens einen optischen Hilfselements relativ zur Implantationsstelle in dem Korrelationsdatensatz bestimmt. Durch Entfernen des optischen Hilfselements wird ein dem Negativ des Anschlussteils des mindestens einen optischen Hilfselements entsprechendes Anschlusssteil an einer mit der im Korrelationsdatensatz festgestellten Position des Anschlussteils des optischen Hilfselements übereinstimmenden Position in dem an der Implantationsstelle eingesetzten Abdruck bereitgestellt.

Wie die bereits beschriebenen Verfahren stellt dieses erfindungsgemäße Verfahren einen Zusammenhang zwischen einer Implantationsstelle im Mund eines Patienten und einem Messdatensatz her. Hierfür werden bei diesem weiteren erfindungsgemäßen Verfahren eine Röntgenaufnahme und/oder eine MRT-Aufnahme eines an der Implantationsstelle angeordneten Abdrucks und eine optische Aufnahme einer Unterseite des Abdrucks korreliert.

Die Röntgenaufnahme und/oder MRT-Aufnahme wird von dem Bereich des Kiefers angefertigt, der die Implantationsstelle umfasst und dessen Negativform auf der optisch zu vermessenden Unterseite des Abdrucks eingeprägt ist.

Für die optische Aufnahme ist ein optisches Hilfselement am Abdruck angebracht, das ein Anschlusssteil aufweist, welches von der Oberseite des Abdrucks durch den Abdruck hindurch reicht, so dass es über die Unterseite des Abdrucks hinausragt. An dem über die Unterseite hinausragenden Ende ist während der optischen Aufnahme mindestens ein Findekörper angeordnet.

Ein Findekörper zeichnet sich dadurch aus, dass er eine spezifische äußere Form aufweist, die in einer optischen

- 17 -

Aufnahme gut erkennbar ist, so dass die genaue Lage des Findekörpers in der optischen relativ zur aufgenommenen Oberfläche der Unterseite des Abdrucks in der optischen Aufnahme bestimmt werden kann. Aus der bekannten relativen Lage des Findekörpers zum Anschlussteils des optischen Hilfselements kann somit auf die Position des Anschlussteil des optischen Hilfselements in der optischen Aufnahme geschlossen werden, auch wenn diese teilweise im Abdruck liegt und daher auf der optischen Aufnahme selbst nicht erkennbar ist.

Die Erzeugung des Korrelationsdatensatzes kann nach einem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren zur Korrelation von Röntgendaten und optischen Daten, beispielsweise dem in der DE 199 52 962 A1 beschriebenen Verfahren, vorgenommen werden.

Mittels der Korrelation wird ein Zusammenhang zwischen der hinsichtlich der optischen Aufnahme bekannten Position des Anschlussteils des optischen Hilfselements und der Röntgenaufnahme hergestellt. Damit ist es möglich zu allen Punkten bzw. Positionen der Röntgenaufnahme, beispielsweise eine in der Röntgenaufnahme festgelegte Bohrrichtung oder Bohrtiefe einer Implantatbohrung, eine entsprechende relative Position zum Anschlussteil des am Abdruck angeordneten optischen Hilfselements bzw. nach Entfernen des optischen Hilfselements zum Anschlussteil des Abdrucks zu bestimmen.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Erstellung einer Bohrschablone für eine an einer Implantationsstelle durchzuführende Bohrung, wozu ein an der Unterseite eine Negativform zumindest eines Teilbereichs eines Kiefers und zumindest einer in diesem Teilbereich des Kiefers liegenden Implantationsstelle aufweisender Abdruck mit mindestens einem Anschlussteil mit bekannter Anschlussgeo-

- 18 -

metrie bereitgestellt wird, wobei das Anschlusssteil im Bereich der Negativform der Implantationsstelle auf einer der Unterseite gegenüberliegenden Oberseite des Abdrucks angeordnet ist und dessen Lagebeziehung zum Kiefer bei an der  
5 Implantationsstelle positioniertem Abdruck bekannt ist.

Weiterhin wird eine Bohrrichtung für mindestens ein Implantat relativ zu dem Anschlusssteil des Abdrucks anhand eines die Implantationsstelle enthaltenden 3D-Messdatensatzes des Kiefers festgelegt und mindestens eine Bohrhilfe mit einem  
10 Anschlusssteil aus einem Block mit einer entlang einer Längsachse des Blocks verlaufenden Durchgangsöffnung hergestellt, wobei das Anschlusssteil zumindest teilweise dem Negativ des Anschlusssteils des Abdrucks entspricht und wobei das Anschlusssteil in einem Winkel zu der Durchgangsöffnung  
15 angeordnet wird, der einem Winkel der Bohrrichtung zu dem Anschlusssteil des Abdrucks entspricht. Die mindestens eine Bohrhilfe wird an dem Abdruck angebracht, wobei eine korrekte Orientierung der Bohrhilfe am Abdruck mittels der Anschlusssteile sichergestellt wird.

20 Eine erfindungsgemäße Bohrschablone wird aus einem Abdruck und einer Bohrhilfe erstellt.

Der Abdruck weist hierfür eine Unterseite mit einer Negativform einen Teilbereichs eines Kiefers auf, wobei der Teilbereich zumindest eine Implantationsstelle umfasst.  
25 Weiterhin weist der Abdruck eines Anschlusssteil auf, die im Bereich der Implantationsstelle an einer der Unterseite gegenüberliegenden Oberseite des Abdrucks angeordnet ist. Das Anschlusssteil ist ein Bereich des Abdrucks, der eine bekannte Geometrie aufweist, die dazu geeignet ist ein weiteres Bauteil daran anzubringen. Es kann sich beispielsweise  
30 um eine Vertiefung handeln, in die ein weiteres Bauteil zumindest teilweise einsteckbar ist. Das Anschlusssteil kann

- 19 -

aber auch als Erhöhung ausgebildet sein, auf die ein weiteres Bauteil aufsteckbar ist. Weiterhin ist die Lage des Anschlussteils zum Kiefer bekannt.

In einem 3D-Messdatensatz, der die Implantationsstelle enthält, werden die Parameter der Implantatbohrung insbesondere die Bohrrichtung, aber auch Bohrdurchmesser und/oder Bohrrichtung und Bohrtiefe festgelegt. Mittels der bekannten Lagebeziehung zwischen der Implantationsstelle und dem Anschlussteil des Abdrucks werden diese Größen relativ zum Anschlussteil des Abdrucks bestimmt.

Anhand dieser Parameter wird durch Anordnen eines Anschlussteils an einem Block eine Bohrhilfe hergestellt, wobei der Block bereits eine entlang einer Längsachse verlaufende Öffnung aufweist. Das herzustellende Anschlussteil zeichnet sich dadurch aus, dass es entlang der Längsachse des Blocks an einem Ende des Blocks und hinsichtlich einer Längsachse des Anschlussteils unter einem Winkel zur Längsachse des Blocks angeordnet wird. Das Anschlussteil weist eine Form auf, die zumindest teilweise dem Negativ des Anschlussteils des Abdrucks entspricht, so dass die Bohrhilfe an dem Abdruck durch Verbinden der Anschlussteile angebracht werden kann. Diese Verbindung kann durch einen zumindest partiellen Formschluss erreicht werden. Es kann sich beispielsweise um eine Steckverbindung handeln.

Wird der Block während der Herstellung des Anschlussteils an einem Halter gehalten, so wird er von diesem nach Beenden der Herstellung entlang einer zur Öffnung in einem Winkel stehenden Ebene abgetrennt, so dass als Bohrhilfe ein Bauteil mit einer Anschlussgeometrie und einer Durchgangsöffnung bereitgestellt wird.

Der Winkel zwischen dem herzustellenden Anschlussteil der Bohrhilfe und der Öffnung des für die Bohrhilfe verwendeten

- 20 -

Blocks wird so gewählt, dass er dem Winkel der festgelegten Bohrrichtung zum Anschlussstück des Abdrucks entspricht. Dadurch verläuft die Durchgangsöffnung der Bohrhilfe nach dem einsetzen der Bohrhilfe in den Abdruck entsprechend der  
5 festgelegten Bohrrichtung.

Der richtungsmäßige Verlauf und die Position der Ebene, an der der Block von einem Halter abgetrennt wird bzw. des dem Anschlussstück abgewandten Endes des Blocks kann die Bohrtiefe beispielsweise durch einen Anschlag am zu verwendenden Bohrer vorgeben oder zumindest eine Kontrollmöglichkeit  
10 darstellen. Es ist beispielsweise möglich, mittels der nach dem Abtrennen entstandenen Fläche bzw. Kante bzw. mittels der abschließenden Fläche des Blocks einen Tiefenstop bzw. Anschlag für ein Bohrwerkzeug bereitzustellen, welcher ein  
15 weiteres Eindringen des Bohrers verhindert und somit eine maximale Bohrtiefe festlegt.

Vorteilhafterweise wird zusätzlich zu der Bohrrichtung ein Bohrdurchmesser für mindestens ein Implantat relativ zum Anschlussstück des Abdrucks festgelegt und ein Block mit einer  
20 zylindrischen Öffnung mit einem Durchmesser gemäß einem festgelegten Bohrdurchmesser verwendet.

Der Durchmesser der Öffnung des zu verwendenden Blocks kann so gewählt werden, dass er, wie dies für Bohrschablonen bereits bekannt ist, dem gewünschten Bohrdurchmesser in geeigneter Weise entspricht, um eine sichere Führung eines  
25 Bohrers in der Bohrschablone sicherzustellen.

Vorteilhafterweise wird ein Bohrdurchmesser für mindestens ein Implantat relativ zu dem Anschlussstück des Abdrucks festgelegt und ein Block mit einer Öffnung mit einem Durchmesser,  
30 messer, der größer als der festgelegte Bohrdurchmesser ist, zur Herstellung der Bohrhilfe verwendet, wobei die Bohrhilfe wird zusammen mit einem Adapter verwendet wird, der eine

- 21 -

Bereich mit einer dem Negativ der Öffnung des Blocks entsprechenden Außengeometrie, einem sich diesem Bereich anschließenden Abschlussbereich und einer Durchgangsöffnung mit einem Innendurchmesser gemäß dem festgelegten Bohrdurchmesser aufweist und auf der dem Anschlusssteil der Bohrhilfe abgewandten Seite der aus dem Block gefertigten Bohrhilfe in die Durchgangsöffnung der Bohrhilfe zumindest teilweise eingesetzt wird.

Das Herstellen der Bohrhilfe aus einem Block mit einem Durchmesser, der größer als der Bohrdurchmesser ist, ermöglicht es Adapter vorzusehen, die dazu geeignet sind, diesen Durchmesser auf die gewünschte Größe zu reduzieren. Hierzu weist der Adapter eine Durchgangsöffnung mit dem gewünschten Durchmesser, beispielsweise dem Bohrdurchmesser oder einem für eine Pilotbohrung geeigneten Durchmesser, und einer äußeren Form auf, die es ermöglicht den Adapter zumindest teilweise so in die Durchgangsöffnung der Bohrhilfe hinein zu stecken, dass die Durchgangsöffnung des Adapter parallel zur Durchgangsöffnung der Bohrhilfe und teilweise innerhalb der Durchgangsöffnung der Bohrhilfe verläuft.

Hierdurch wird eine Bohrschablone aus Abdruck und Bohrhilfe mit Adapter mit einem gewünschten Bohrdurchmesser bereitgestellt. Es ist auch möglich, durch vorsehen mehrerer Adapter mit verschiedenen Durchmessern der Durchgangsöffnung eine Bohrschablone bereitzustellen, die auf einfache Weise, nämlich durch austauschen der Adapter für eine erste Pilotbohrung und auch für weitere Bohrungen bzw. die Implantatbohrung verwendbar ist.

Vorteilhafterweise wird zumindest das Anschlusssteil der Bohrhilfe aus dem Block gefräst oder geschliffen. Dies ist eine möglichst einfache Variante der Herstellung, die insbesondere durch die Verwendung von Blocks mit vorgebohrter

- 22 -

Öffnung und durch eine schräge Anordnung der Anschlussgeometrie ermöglicht wird.

Vorteilhafterweise wird der Block zumindest während der Herstellung des Anschlussteils auf einem Halter gehalten und vor dem Einfügen entlang einer senkrecht oder schräg zur Längsachse des Blocks verlaufenden Abtrennfläche von dem Halter abgetrennt.

Der richtungsmäßige Verlauf und die Position der Ebene, an der der Block von einem Halter abgetrennt wird, an dem er während der Herstellung der Anschlussgeometrie gehalten wird, kann sich nach einer festgelegten Bohrtiefe richten. So ist es möglich, mittels der nach dem Abtrennen entstandenen Fläche bzw. Kante einen Tiefenstop bzw. Anschlag für ein Bohrwerkzeug bereitzustellen, welches ein weiteres Eindringen des Bohrers verhindert und somit eine maximale Bohrtiefe festlegt.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt. Es zeigt die

- 20 Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Abdruck einer Implantationsstelle und eines Teils eines benachbarten Kiefers mit einem Hilfselement, die
- Fig. 2 das Hilfselement aus Fig. 1, die
- Fig. 3 den Abdruck aus Fig. 1, die
- 25 Fig. 4 eine Bohrhilfe für eine erfindungsgemäße Bohrschablone, die
- Fig. 5 einen Adapter, die
- Fig. 6 schematisch die Herstellung einer Bohrhilfe aus einem Block, die

- 23 -

- Fig. 7 eine weitere Variante eines aus einer aus einem Block herzustellenden Bohrhilfe, die
- Fig. 8 eine erfindungsgemäße Bohrschablone, die
- Fig. 9 ein erfindungsgemäßes optisches Hilfselement, die
- 5 Fig. 10 einen aus einer optischen Vermessung gewonnenen Messdatensatz.

#### Ausführungsbeispiele

Die Fig. 1 zeigt einen Teil eines Kiefers 1, hier beispielhaft einen Unterkiefer, umfassend eine Implantationsstelle 10 2, also eine Stelle im Kiefer 1 bzw. ein Bereich des Kiefers 1, an dem ein Implantat im Kiefer 1 angebracht werden soll. Die dargestellte Implantationsstelle 2 befindet sich in einer Schatlücke am Unterkiefer 1, in deren Bereich mindestens eine Implantat-Bohrung für mindestens ein Imp-  
15 lantat angebracht werden soll. Unter Schatlücke wird hier eine von anderen Zähnen begrenzte Zahnücke verstanden. Es könnte sich aber auch um eine Implantationsstelle 2 am Oberkiefer 1 oder auch um eine von mehreren Implantationsstellen 2 in einem komplett zahnlosen Kiefer 1 oder um eine  
20 Freidendücke, also eine Zahnücke, die nur an einer Seite von anderen Zähnen begrenzt ist, handeln.

Aus einer in dem die Implantationsstelle 2 umfassenden Bereich des Kiefers 1 angebrachten und zumindest im verfestigten Zustand röntgenstrahlendurchlässigen und/oder iso-  
25 lierenden Abdruckmasse wird ein Abdruck 3 gebildet. Die Abdruckmasse kann beispielsweise schnell aushärtend sein. Wesentlich ist, dass sich die Abdruckmasse im verfestigter Form, also als Abdruck 3, nicht weiter verformt oder alternativ bei Verformung aus einer Ausgangsform elastisch in  
30 die Ausgangsform zurückfindet.

- 24 -

Ein weiteres wesentliches Merkmal ist, dass die der Abdruck in einer Röntgenaufnahme oder in einer MRT-Aufnahme nicht erkennbar ist. Hierfür ist die Abdruckmasse zumindest in verfestigtem Zustand röntgenstrahlendurchlässig oder aus  
5 einem isolierenden Material. Isolierende Materialien wie Polyethylene, Polyurethane, Polymere oder Glasfasern sind in der Regel in einem MRT Bild nicht sichtbar.

Der Abdruck 3 weist eine Unterseite 3'' mit einer Negativform des die Implantationsstelle 2 umfassenden Bereichs des  
10 Kiefers 1 und eine der Unterseite 3'' gegenüberliegenden Oberseite 3' auf. Die Nachbarzähne dienen als Orientierung bzw. zur Positionierung des Abdrucks an der Implantationsstelle 2.

Vor dem Aushärten der Abdruckmasse wird im Bereich des ge-  
15 planten Implantats an der vom Unterkiefer 1 bzw. der Implantationsstelle 2 abgewandten Seite des Abdrucks, also an der Oberseite 3' des Abdrucks 3, ein Hilfselement 4 zumindest teilweise in die Abdruckmasse eingebracht oder an der Abdruckmasse angebracht. Dies kann beispielsweise durch  
20 nachträgliches Einpressen in die bereits aufgebraute, aber noch nicht ausgehärtete Abdruckmasse oder durch ein Aufsetzen und anschließendes Umspritzen oder Umkneten mit weiterer Abdruckmasse geschehen.

Sollen mehrere Implantate angebracht werden, so wird für  
25 jedes dieser geplanten Implantate im Bereich der jeweiligen geplanten Position ein Hilfselement 4 zumindest teilweise in die Abdruckmasse eingebracht oder an der Abdruckmasse angebracht. Hinsichtlich jedes einzelnen geplanten Implantats wird so verfahren, wie es hier beispielhaft für ein  
30 geplantes Implantat beschrieben wird.

Das Hilfselement 4, welches in Fig. 2 im Detail dargestellt ist, weist mindestens einen röntgenopakem oder in einer

- 25 -

MRT-Aufnahme erkennbaren Bereich 6 sowie ein Anschlusssteil 5 zum Anbringen an dem Abdruck 3 auf. Das Hilfselement kann beispielsweise zum Teil aus einem in MRT-Aufnahmen erkennbaren Material bestehen, beispielsweise einem elektrisch leitenden Material wie Metall.

Unter Anschlusssteil 5 wird ein Bereich des Hilfselements 4 verstanden, der sich aufgrund seiner Geometrie eignet, dass Hilfselement an dem Abdruck 3 anzubringen. Diese Geometrie des Anschlusssteils 5 ist bekannt. Des Weiteren ist auch die Lagebeziehung des Anschlusssteils 5 des Hilfselements 4 zu dem röntgenopakem und/oder in einer MRT-Aufnahme sichtbaren Bereich 6 des Hilfselements 4 sowie die Geometrie des röntgenopakem Bereichs selbst bekannt.

Der röntgenopake und/oder in einer MRT-Aufnahme sichtbare Bereich 6 ist ein beliebig ausgestalteter und beliebig angeordneter Bereich des Hilfselements 4, der sich dadurch auszeichnet, dass er röntgenopak, also auf einer Röntgenaufnahme erkennbar ist. Der Bereich 6 kann beispielsweise aus mehreren, z.B. drei Kugeln aus röntgenopakem und/oder in einer MRT-Aufnahme erkennbarem Material bestehen, die nebeneinander auf dem Anschlusssteil 5 des Hilfselements 4 oder auf einem sich an das Anschlusssteil 5 anschließenden Bereich des Hilfselements 4 angeordnet sind. Der Bereich 6 kann sich auch über das Anschlusssteil 5 erstrecken. Es wäre beispielsweise möglich, dass sich der röntgenopake und/oder in einer MRT-Aufnahme sichtbare Bereich 6 über das gesamte Hilfselement 4 erstreckt, dieses also vollständig röntgenopak bzw. in einer MRT-Aufnahme sichtbar ist.

In dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Anschlusssteil 5 als eine Erhebung mit einer in Richtung der Erhebung verlaufenden Längsachse A ausgebildet. Die Erhebung weist mehrere parallel zur Längsachse verlaufende Sei-

- 26 -

tenwände 5'' auf, die zusammen einen fünfeckigen Querschnitt bilden und durch einen flachen senkrecht zur Längsachse A des Anschlusssteils 5 verlaufenden Boden 5' abgeschlossen werden. Die Längsachse A entspricht der Anschlussrichtung des Hilfselements 4, also die Auf- oder  
5 Einsteckrichtung, entlang derer das Anschlusssteil 5 des Hilfselements 4 in den Abdruck 3 eingebracht wird. Die Seiten des fünfeckigen Querschnitts weisen verschiedene Längen auf, so dass das als Erhebung ausgebildete Anschlusssteil 5  
10 bezüglich der Längsachse A eine winkelmäßig eindeutige Geometrie aufweist. Wird das Hilfselement aus dem Abdruck herausgelöst und wieder eingesetzt, so verhindert die winkelmäßig eindeutige Geometrie ein verdrehtes Einsetzen.

Das Anschlusssteil 5 des Hilfselements 4 könnte beispielsweise auch als Vertiefung mit einer in Richtung der Absenkung verlaufenden Längsachse ausgebildet sein. Das Anschlusssteil 5 könnte auch nur eine einzige Seitenwand 5'' aufweisen, die im Querschnitt beispielsweise eiförmig ist. Die Seitenwände können auch in einem Winkel bezüglich der  
20 Längsachse des Anschlusssteiles 5 verlaufen. Wesentlich ist lediglich, dass die Geometrie des Anschlusssteils einen Bereich mit einer bezüglich seiner Längsachse A winkelmäßig eindeutige Geometrie aufweist. So könnte das Anschlusssteil beispielsweise als Stempel mit ovalem Querschnitt ausgebildet  
25 sein. Der Querschnitt könnte sich beispielsweise auch in Richtung vom übrigen Hilfselement 4 weg verjüngen, wodurch es sich leichter aus dem Abdruck herauslösen lässt.

Das in Fig. 2 dargestellte Hilfselement 4 weist einen röntgenopakem Bereich 6 auf, der als röntgenopake Erhebung mit einer dem Anschlusssteil 5 ähnlichen Geometrie ausgebildet  
30 und als gepunkteter Bereich dargestellt ist.

- 27 -

Das in Fig. 2 dargestellte Hilfselement 4 weist darüber hinaus einen zwischen dem Anschlusssteil 5 und dem röntgenopaken und/oder in einer MRT-Aufnahme sichtbaren Bereich 6 angeordneten tellerförmigen Bereich 5.1 auf. Der tellerförmig, das Anschlusssteil abschließende Bereich 5.1 kann beim Einstecken des Hilfselements 4 in den Abdruck 3 als Auflagefläche auf der Oberseite 3' des Abdrucks 3 und damit als eine Art Anschlag für die Einstecktiefe des Hilfselements 4 dienen. Ein erfindungsgemäßes Hilfselement 4 muss einen solchen tellerförmigen Bereich 5.1 nicht aufweisen.

Das Hilfselement 4 kann, wie im dargestellten Fall, einteilig ausgebildet sein. Es ist auch möglich, das Hilfselement 4 mehrteilig auszubilden. Es ist beispielsweise möglich, das Hilfselement 4 aus zwei zusammensteckbaren Bauteilen aufzubauen, wovon das eine Bauteil das Anschlusssteil 5 umfasst und das andere Bauteil beispielsweise mindestens einen röntgenopaken und/oder in einer MRT-Aufnahme sichtbaren Bereich 6 aufweist. Hierdurch wäre es beispielsweise möglich zuerst nur den das Anschlusssteil 5 umfassenden Teil in der Abdruckmasse des Abdrucks 3 im Mund des Patienten zu positionieren und während des Aushärtens der Abdruckmasse im Mund zu belassen. Dadurch dass dieser erste Teil beispielsweise allein nicht so weit über die Oberseite 3' der Abdruckmasse bzw. des Abdrucks 3 hinausragt, wird ein Verschieben des positionierten Teils des Hilfselements 4 durch die Zunge des Patienten im noch nicht ausgehärteten Zustand der Abdruckmasse verhindert.

Durch Anbringen des Anschlusssteils 5 des Hilfselements 4 durch Ein- oder Aufstecken auf der Oberseite 3' des Abdrucks 3 an der noch nicht verfestigte Abdruckmasse und ein anschließendes Entfernen des Hilfselements 4 nach dem Aushärten des Abdrucks 3 bildet sich auf der Oberseite im Ab-

- 28 -

druck 3 ein Anschlusssteil 7 aus, das dem Negativ des Anschlusssteils 5 des Hilfselements 4 entspricht.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel bildet sich, wie in Fig. 3 dargestellt, ein als Vertiefung bezüglich der Oberseite 3' des Abdrucks ausgebildetes Anschlusssteil 7 mit einer in Richtung der Vertiefung verlaufenden Längsachse A, einem Boden 7' und einer bezüglich der Längsachse A winkelmäßig eindeutigen Geometrie auf. Hierdurch wird ein winkelmäßig eindeutiges einsetzen eines in das Anschlusssteil 7 des Abdrucks 3 passenden Bauteils gewährleistet.

Es ist auch möglich, dass das Anschlusssteil 5 des Hilfselements 4 den Abdruck 3 in Richtung der Längsachse A des sich im Abdruck 3 ausbildenden Anschlusssteils 7 vollständig durchbricht, so dass das Anschlusssteil 7 des Abdrucks 3 keinen Boden 7' aufweist.

Ist das Anschlusssteil 5 des Hilfselements als Vertiefung ausgebildet, so kann eine als Negativ dieser Anschlussgeometrie 5 ausgebildete Anschlussgeometrie 7 an der Oberseite 3' des Abdrucks 3 beispielsweise gebildet werden, indem ein Überschuss an Abdruckmasse auf die Oberseite 3' des Abdrucks 3 aufgebracht und durch aufsetzen der Anschlussgeometrie 5 des Hilfselements 4 geformt wird. Das sich als Erhebung ausbildende Anschlusssteil 7 weist dann statt eines Bodens ein Dach auf.

Der an der Implantationsstelle 2 positionierte Abdruck 3 mit dem Anschlusssteil 7 mit bekannter Geometrie dient als Orientierungshilfe, indem ein Zusammenhang zwischen der Implantationsstelle 2 am Kiefer 1 und einem 3D-Messdatensatz 21 von der Implantationsstelle 2 hergestellt wird. Hierzu wird mindestens eine Röntgenaufnahme und/oder MRT-Aufnahme der Implantationsstelle 2 mit dem dort positionierten Abdruck 3 und dem daran angebrachten Hilfselement 4 erzeugt.

- 29 -

Der Abdruck 3 ist in dem aus der mindestens einen Röntgenaufnahme und/oder MRT-Aufnahme ermittelten mindestens einen 3D-Datensatz 21 nicht erkennbar. Im 3D-Datensatz 21 erkennbar sind sowohl die Implantationsstelle 2 als auch der mindestens eine röntgenopake bzw. in einer MRT-Aufnahme sichtbare Bereich 6 des Hilfselements 4, wie es in Fig.9 schematisch dargestellt ist. Aufgrund der Bekannten Lagebeziehung zwischen dem mindestens einen röntgenopaken und/oder in einer Röntgenaufnahme sichtbaren Bereich 6 des Hilfselements 4 und dem Anschlusssteil 5 des Hilfselements 4 wird die relative Position des Anschlusssteils 5 des Hilfselements 4 zu der im 3D-Datensatz erkennbaren Implantationsstelle 2 bestimmt. Da die Lage des Anschlusssteils 5 des an dem Abdruck 3 angebrachten Hilfselements 4 mit der Lage des Anschlusssteils 7 des Abdrucks 3 übereinstimmt, ist damit auch die Lagebeziehung des Anschlusssteils 7 des Abdrucks 3 zur Implantationsstelle 2 bekannt. Damit stellt der an der Implantationsstelle 2 positionierte Abdruck 3 mittels seines Anschlusssteils 7 nach Entfernen des Hilfselements 4 eine Orientierungshilfe dar, die einen Zusammenhang zwischen der Implantationsstelle 2 am Unterkiefer 1 und dem mindestens einen 3D-Messdatensatz 21 herstellt.

Hierdurch ist es möglich eine Verlaufsrichtung einer geplanten Implantatbohrung, im Folgenden als Bohrrichtung bezeichnet, im 3D-Datensatz 21 festzulegen und anschließend die Lagebeziehung der Bohrrichtung zu dem Anschlusssteil 7 des am Unterkiefer 1 positionierten Abdrucks 3 zu bestimmen. Insbesondere kann ein Winkel zwischen der Längsachse A des Anschlusssteils 7 des Abdrucks 3 und der Bohrrichtung sowie eine winkelmäßige Ausrichtung der Bohrrichtung bezüglich der Längsachse A des Anschlusssteils 7 des Abdrucks 3 bestimmt werden.

- 30 -

Aufgrund dieser Kenntnisse kann eine erfindungsgemäße Bohr-  
hilfe 8 hergestellt werden, wie sie in Fig. 4 dargestellt  
ist. Die erfindungsgemäße Bohrhilfe 8 weist eine Durch-  
gangsöffnung 9 und ein Anschlusssteil 10 zur Verbindung mit  
5 dem Abdruck 3 auf. Das in Fig. 4 dargestellte Anschlusssteil  
10 der Bohrhilfe 8 ist hierfür als Negativform des An-  
schlusssteils 7 des Abdrucks 3 und somit als Erhebung ausge-  
bildet und weist eine in Richtung der Erhebung verlaufende  
Längsachse A auf.

10 Es ist auch möglich, dass das Anschlusssteil 10 der Bohrhil-  
fe 8 nur teilweise als Negativform des Anschlusssteils 7 des  
Abdrucks 3 ausgebildet ist, wobei sicherzustellen ist, dass  
das Anschlusssteil 10 der Bohrhilfe 8 bezüglich der Längs-  
achse A winkelmäßig eindeutig zu dem Anschlusssteil 7 des  
15 Abdrucks passt und dass die Bohrhilfe verwacklungsfrei mit  
dem Abdruck verbindbar ist. Nur durch das Verhindern eines  
verdrehten Einsetzens und eine verwacklungsfreie Verbindung  
kann gewährleistet werden, dass die Durchgangsöffnung 9 der  
Bohrhilfe im in den am Kiefer positionierten Abdruck einge-  
20 setzten Zustand in Richtung der im 3D-Datensatz relativ zum  
Kiefer festgelegten Bohrrichtung verläuft.

Die Durchgangsöffnung 9 ist als zylindrische Öffnung mit  
einer dem Verlauf der Öffnung folgenden Längsachse B ausge-  
bildet und ihr Verlauf in Fig. 4 gestrichelt dargestellt.  
25 Die Durchgangsöffnung 9 ist zum Anschlusssteil 10 der Bohr-  
hilfe 8 so ausgerichtet, dass die Längsachse B der Durch-  
gangsöffnung 9 mit der Längsachse A des Anschlusssteils 10  
der Bohrhilfe 8 einen Winkel  $\alpha$  einschließt, der dem ermit-  
telten Winkel zwischen der geplanten Bohrrichtung und dem  
30 Anschlusssteil 7 des Abdrucks 3 entspricht. Des Weiteren ist  
die Längsachse B in Bezug auf die Längsachse A des An-  
schlusssteils 10 der Bohrhilfe 8 winkelmäßig so ausgerich-

- 31 -

tet, wie es für die geplante Bohrrichtung in Bezug auf die Längsachse des Anschlussteils 7 des Abdrucks 3 bestimmt wurde.

Wird das Anschlussteil 10 der Bohrhilfe 8 in das Anschluss-  
5 teil 7 des Abdrucks 3 eingesetzt oder auf das Anschlussteil  
7 des Abdrucks 3 aufgesetzt, so dass die Längsachse A des  
Anschlussteils 10 der Bohrhilfe 8 mit der Längsachse A des  
Anschlussteils 7 des Abdrucks 3 zusammenfällt, ergibt sich  
ein entsprechender Winkel  $\alpha$  zwischen der Längsachse A des  
10 Anschlussteils 7 des Abdrucks 3 und der dem Verlauf der  
Durchgangsöffnung 9 entsprechenden Längsachse B sowie eine  
winkelmäßige Ausrichtung der Durchgangsöffnung 9 bezüglich  
der Längsachse A des Anschlussteils 7 des Abdrucks 3, so  
dass die Durchgangsöffnung 9 entlang der vorher bestimmten  
15 Bohrrichtung verläuft.

Die Durchgangsöffnung 9 dient als Führung für einen Bohrer  
und gibt damit bei in den Abdruck 3 eingesetzter Bohrhilfe  
8 eine Richtung der Bohrung relativ zum Anschlussteil 7 des  
Abdrucks 3 vor. Der Abdruck 3 zusammen mit der eingesetzten  
20 Bohrhilfe 8 ergibt eine erfindungsgemäße Bohrschablone 11,  
die in Fig. 5 dargestellt ist.

Die Durchgangsöffnung 9 der Bohrhilfe 8 kann, wie in Fig. 4  
dargestellt, eine zylindrische Geometrie aufweisen, deren  
Durchmesser sich dahingehend nach einem Durchmesser eines  
25 zu verwendenden Bohrers für die Implantat-Bohrung richtet,  
dass eine sichere Führung des Bohrers während der Implan-  
tat-Bohrung möglich ist.

Die Bohrhilfe 9 kann auch einen Adapter 12 umfassen, wie er  
in Fig. 6 dargestellt ist. Hierzu kann die Durchgangsöff-  
30 nung 9 einen zylindrischen Querschnitt aufweisen, in den  
ein oder mehrere Adapter 12 einsetzbar sind. Ein solcher  
erfindungsgemäßer Adapter 12 weist hierzu eine Außengeomet-

- 32 -

rie mit einem in die Durchgangsöffnung 9 der Bohrhilfe 8  
hineinpassenden längliches Ende 13 und einen dieses Ende  
abschließenden Teller 14 auf. In einer Ebene, die senkrecht  
zu einer Längsachse C des in die Durchgangsöffnung 9 der  
5 Bohrhilfe 8 hineinpassenden Endes 13 verläuft, weist der  
Teller 14 einen Durchmesser auf, der größer ist als der  
entsprechende Durchmesser des Endes 13. Hierdurch wird eine  
maximale Eindringtiefe des Adapters 12 beim Einbringen in  
die Durchgangsöffnung 9 der Bohrhilfe 8 realisiert. Weiter-  
10 hin weist der Adapter 12 eine Durchgangsöffnung 15 auf, die  
entlang der Längsachse C verläuft und die einen Durchmesser  
aufweist, der dem Bohrdurchmesser einer geplanten Bohrung  
entspricht.

So können beispielsweise mehrere Adapter 12 mit verschiede-  
15 nen Durchmessern der Durchgangsöffnung 15 vorgesehen wer-  
den, um beispielsweise eine Pilot-Bohrung mithilfe eines  
ersten Adapters 12 und anschließend eine Implantat-Bohrung  
mittels eines weiteren Adapters 12 durchzuführen.

Wird eine mindestens einen Adapter 12 umfassende Bohrhilfe  
20 8 verwendet, so kann der Querschnitt der Durchgangsöffnung  
9 der Bohrhilfe 8 eine beliebige Form haben, wobei der min-  
destens eine Adapter 12 ein Ende 13 mit einer entsprechen-  
den Außengeometrie aufweist. Die Durchgangsöffnung 9 der  
Bohrhilfe 8 kann beispielsweise einen quadratischen Quer-  
25 schnitt haben und der Adapter 12 kann ein Ende 13 mit einer  
entsprechenden viereckigen Außengeometrie aufweisen.

In den Fig. 7 und 8 ist die Herstellung der erfindungsgemä-  
ßen Bohrhilfe 8 für eine Bohrschablone 11 aus einem Block  
16 schematisch dargestellt. Der an einem Halter 17 gehalten-  
30 ne Block 16 weist entlang einer Längsachse D des Blocks 16  
eine Öffnung 18 auf, die der Durchgangsöffnung 9 der herzu-  
stellenden Bohrhilfe 8 entspricht. Das Anschlussstück 10 der

- 33 -

herzustellenden Bohrhilfe 8 wird mittels eines Schleif- oder Fräswerkzeugs 19 durch abtragende Bearbeitung an einem vom Halter 17 abgewandten Ende des Blocks hergestellt, indem die Seitenwände 10'' des Anschlusssteils 10 flächig und parallel zu einer Achse E ausgebildet werden, wobei die Achse E zur Längsachse D der Öffnung 18 des Blocks 16 so ausgerichtet ist, dass die geplante Bohrrichtung entlang der Längsachse A des Anschlusssteils 7 des Abdrucks 3 verläuft.

10 Im Übergang zwischen dem Anschlusssteil 10 und einem halterseitigen Ende des Blocks 16 werden des Weiteren Auflageflächen 20 ausgebildet, die zur Auflage der Bohrhilfe 8 auf der Oberseite 3' des Abdrucks 3 im Bereich um das Anschlusssteil 7 herum dienen können.

15 Die Auflageflächen 20 können hinsichtlich der Längsachse des Anschlusssteils 10 ausgebildet sein. Sie können aber auch mit der Längsachse einen Winkel einschließen. Wesentlich ist, dass sie einen definierten Tiefenstop sicherstellen. Ein Tiefenstop kann beispielsweise durch den Übergang zwischen dem Anschlusssteil 10 und der Auflagefläche 20 sichergestellt werden, indem die sich am Übergang ausbildende Kante beispielsweise formschlüssig auf die sich im Übergang von den Seitenwänden 7'' des Anschlusssteils 7 des Abdrucks 3 und der Oberseite 3' des Abdrucks 3 ausgebildeten Schulter aufsetzbar ist.

Die in Fig. 7 dargestellte Variante sieht vor, dass das herzustellende Anschlusssteil 10 der Bohrhilfe 8 mittels der Auflageflächen 20 auf der Oberseite 3 des Abdrucks 3' aufliegt, wobei das Anschlusssteil 10 der Bohrhilfe zwischen den Seitenflächen 7'' des Anschlusssteils 7 des Abdrucks 3 geführt werden, ohne dass das Anschlusssteil 10 der Bohrhilfe 8 mit dem Boden 7' des Anschlusssteils 7 in Kontakt

- 34 -

kommt. In einem solchen Fall müssen nur die parallel zur Achse E verlaufenden Seitenwände 10'' und die Auflageflächen 20 aus dem Block herausgearbeitet werden.

Die in Fig. 8 dargestellte Variante sieht vor, dass das herzustellende Anschlussstück 10 der Bohrhilfe 8 beim Anbringen an dem Abdruck 3 sowohl mit der Auflagefläche 20 auf der Oberseite 3' des Abdrucks 3 als auch mit dem Boden 10' auf dem Boden 7' des Anschlussstücks 7 des Abdrucks 3 in Kontakt tritt. Zusätzlich zu den Seitenwänden 10'' und den Auflageflächen 20 muss in diesem Fall auch der Boden 10' des Anschlussstücks durch entsprechende Bearbeitung des Blocks hergestellt werden.

Des Weiteren wäre es auch möglich das Anschlussstück 10 der Bohrhilfe 8 so auszugestalten, dass es mit dem Boden 7' und den Seitenwänden 7'' des Anschlussstücks 7 des Abdrucks in Kontakt tritt, ohne jedoch mit Auflageflächen 20 auf der Oberseite des Abdrucks aufzuliegen.

Ist das Anschlussstück 10 der Bohrhilfe 4 vollständig hergestellt, so wird der Blockhalter 17 und gegebenenfalls ein Teil des halterseitigen Endes des Blocks 16 entlang einer senkrecht zur Öffnung 18 bzw. zur Längsachse D des Blocks 16 verlaufenden Ebene F abgetrennt. Die Bohrhilfe 8 kann nun an dem Abdruck 3 angebracht werden, um mit diesem zusammen die erfindungsgemäße Bohrschablone 11 zu bilden.

Neben der Bohrrichtung kann mittels der erfindungsgemäßen Bohrschablone 11 auch die Bohrtiefe kontrolliert bzw. vorgegeben werden. Hierzu wird in dem 3D-Datensatz 21 neben der Bohrrichtung auch eine Bohrtiefe für die Implantat-Bohrung relativ zum Kiefer 1 festgelegt. Damit kann entsprechend der Bohrrichtung für die sich daraus ergebende Endposition des geplanten Implantat-Bohrlochs eine Position relativ zum Anschlussstück 7 des Abdrucks 3 bestimmt werden.

- 35 -

Diese Position kann beispielsweise relativ zu dem Boden 7' des Anschlusssteils 7 des Abdrucks 3 oder relativ zu einer n die Oberseite 3' des Abdrucks 3 angrenzenden Kante bzw. Schulter des Anschlusssteils 7 bestimmt werden. Dadurch kann  
5 durch die Länge der Durchgangsöffnung 9 der Bohrhilfe 8 die Eindringtiefe eines zu verwendenden Bohrers begrenzt werden. Die Länge kann vom Boden 10' des Anschlusssteils 10 der Bohrhilfe 8 oder von den Auflageflächen 20 des Anschlusssteils 10 der Bohrhilfe 8 oder von der sich am Übergang zwi-  
10 schen den Seitenwänden 10'' des Anschlusssteils 10 und der Auflagefläche 20 der Bohrhilfe 8 ausbildenden Kante bis zu dem der Anschlussgeometrie abgewandten Ende der Bohrhilfe gemessen bzw. festgelegt werden. Wesentlich ist, dass der Auflagepunkt bzw. die Auflagefläche der Bohrhilfe 8 mit dem  
15 Abdruck 3 bekannt ist.

Die Bohrtiefe kann demnach für einen Bohrer mit einem geeigneten Anschlag am Bohrer selbst mittels der Länge der Durchgangsöffnung 9 der Bohrhilfe durch die erfindungsgemä-  
20 ße Bohrschablone reguliert werden. Beispielsweise kann eine am Bohrer auf einer relativ zum Bohrerende festen Länge fest angebrachte Schulter als Anschlag dienen, wobei der Bohrer soweit durch die Durchgangsöffnung 9 der Bohrhilfe 8 eindringen kann, bis die Schulter zumindest teilweise auf der der Anschlussgeometrie abgewandten Seite der Bohrhilfe  
25 8 aufliegt.

Wird ein Bohrer ohne Anschlag verwendet, so kann die Eindringtiefe des Bohrers durch Ablesen eines Wertes am verwendeten Bohrer auf Höhe des der Anschlussgeometrie abgewandten Seite der Bohrhilfe 8 aufgrund der Bekanntheit der  
30 Länge der Durchgangsöffnung 9 der Bohrhilfe 8 relativ zum Anschlusssteil 7 des Abdrucks 3 bestimmt werden.

- 36 -

Um eine Korrelation zwischen einer Implantationsstelle und einem 3D-Datensatz mittels eines erfindungsgemäßen Abdrucks 3 mit Anschlussstück 7 herzustellen, ist es auch möglich, anstatt eines röntgenopaken und/oder in einer MRT-Aufnahme erkennbaren Hilfselements 4 ein optisches Hilfselement 22 zu verwenden und zusätzlich zu einer Röntgenaufnahme und/oder eine MRT-Aufnahme eine optische Vermessung durchzuführen.

Ein optisches Hilfselement 22, welches beispielhaft in Fig. 10 dargestellt ist, weist, wie das bereits beschriebene Hilfselement 4, ein Anschlussstück 23 auf, dessen Negativform im bzw. am Abdruck wiederzufinden ist. Das optische Hilfselement 22 ist weiterhin so ausgebildet, dass es den Abdruck 3 vollständig durchdringt, d.h. dass das optische Hilfselement 22 an der Oberseite 3' in den Abdruck 3 eindringt und auch die der Oberseite 3' gegenüberliegende Unterseite 3'' des Abdrucks 3 durchbricht, so dass ein Teil des optischen Hilfselements 22 über die Unterseite 3'' des Abdrucks 3 hinausragt.

An dem an der Unterseite 3'' austretenden Ende des optischen Hilfselements 22 ist mindestens ein Findekörper 24 angeordnet, der sich dadurch auszeichnet, dass er eine spezifische Geometrie mit eindeutigen Flächen aufweist, mittels derer die genaue Position des Findekörpers 24 in einer optischen Aufnahme ermitteln lässt. Ein Findekörper 24 kann beispielsweise als Tetraeder ausgebildet sein. Der Findekörper 24 kann so an dem Hilfselement 22 angebracht werden, dass die relative Position des Findekörpers 24 bzw. der einzelnen Flächen des Findekörpers 24 zur Anschlussgeometrie 23 des Hilfselements 22 bekannt ist.

Die Unterseite 3' des Abdrucks 3 mit dem Hilfselement 22 mit Findekörper 24 optisch vermessen und aus der optischen Auf-

- 37 -

nahme ein 3D-Datensatz 25 erzeugt, wie er beispielhaft in Fig. 11 dargestellt ist.

Dieser 3D-Datensatz 25 wird mit dem aus der Röntgenaufnahme oder der MRT-Aufnahme erzeugten 3D-Datensatz korreliert,  
5 beispielsweise anhand von Zahnoberflächen, die in beiden Messdatensätzen zu erkennen sind. In dem hierbei erzeugten Korrelationsdatensatz 25 ist die relative Position des Findekörpers 22 zur Implantationsstelle 2 ermittelbar und daraus die Position des Anschlusssteils 23 des optischen Hilfs-  
10 elements ableitbar, wodurch wiederum die Position des Anschlusssteils 7 des Abdrucks bekannt ist.

**PATENTANSPRÜCHE**

1. Abdruck (3), der an einer Unterseite (3'') eine Negativform zumindest eines Teilbereichs eines Kiefers (1) und zumindest einer in diesem Teilbereich des Kiefers (1) liegenden Implantationsstelle (2) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abdruck (3) ein Anschlussteil (7) aufweist, wobei das Anschlussteil (7)
  - im Bereich der Negativform der Implantationsstelle (2) auf einer der Unterseite (3'') gegenüberliegenden Oberseite (3') des Abdrucks (3) angeordnet ist und
  - gegenüber der Oberseite (3') des Abdrucks (3) als eine Erhebung und/oder eine Vertiefung ausgebildet ist,
  - 15 - wobei die Erhebung und/oder Vertiefung in Richtung ihres Erhöhens oder Absenkens gegenüber der Oberseite (3') des Abdrucks (3) eine Längsachse (A) aufweist,
  - wobei die Erhebung und/oder Vertiefung eine Geometrie aufweist, die bezüglich einer Drehung der Geometrie um die Längsachse (A) eindeutig ist.
2. Abdruck (3) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Abdruck (3) mit dem Anschlussteil (7) einteilig ausgebildet ist.
- 25 3. Abdruck (3) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein separates Bauteil vorhanden ist, welches ein zumindest teilweise einem Negativ des Anschlusssteils (7) des Abdrucks (3) entsprechendes Anschlussteil (5, 10) umfasst und welches zumindest teilweise in das Anschlussteil (7) des Abdrucks (3)
- 30

- 39 -

einbringbar bzw. auf das Anschlussstück (7) aufsetzbar ist.

4. Abdruck (3) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil als ein einteiliges oder ein mehrteiliges Hilfselement (4) ausgebildet ist, das zumindest teilweise aus einem röntgenopaken und/oder aus einem in einer MRT-Aufnahme erkennbaren Material besteht.
5. Abdruck (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhebung oder Vertiefung des Anschlussstücks (7) mindestens eine an die Oberseite (3') des Abdrucks (3) angrenzende Seitenwand (7'') aufweist.
- 10 6. Abdruck (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Vertiefung des Anschlussstücks (7) einen gegenüber der Oberseite (3') des Abdrucks (3) abgesenkten Boden (7') oder die Erhebung des Anschlussstücks ein gegenüber der Oberseite (3') des Abdrucks (3) erhöhtes Dach aufweist.
- 15 7. Bohrschablone (11) für eine an einer Implantationsstelle (2) durchzuführende Bohrung, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bohrschablone (11)
  - einen Abdruck (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 und
  - mindestens eine Bohrhilfe (8) zur Führung eines Bohrers umfasst, wobei die Bohrhilfe (8) ein Anschlussstück (10) zur Verbindung mit dem Abdruck (3) aufweist, welches zumindest teilweise einem Negativ des Anschlussstücks (7) des Abdrucks (3) entspricht und wobei die Bohrhilfe (8) eine Durchgangsöffnung (9) aufweist, die eine Bohrrichtung relativ zu dem Anschlussstück (10) der Bohrhilfe (8) festlegt.
- 20
- 25
- 30

- 40 -

8. Bohrschablone (11) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest das Anschlussstück (10) der Bohrhilfe (8) durch Fräsen oder Schleifen herstellbar ist.
- 5 9. Bohrschablone (11) nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Bohrhilfe (8) eine Auflagefläche (20) zur Auflage auf der Oberseite (3') des Abdrucks (3) aufweist, die sich an die Seitenflächen (10'') des Anschlussstücks (10) der Bohrhilfe (8) anschließt und in  
10 einem Winkel zu den Seitenfläche (10'') verläuft.
10. Bohrschablone (11) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchgangsöffnung (9) der Bohrhilfe (8) zylindrisch ausgebildet ist und einen Durchmesser aufweist, der einem festgelegten Bohrdurchmesser  
15 entspricht.
11. Bohrschablone (11) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Bohrhilfe (8) mindestens einen Adapter (12) umfasst, wobei der Adapter ein separates Bauteil ist, das eine zylindrische Durchgangsöffnung mit einem Durchmesser, der einem festgelegten Bohrdurchmesser entspricht, und eine Außengeometrie mit einem in die Durchgangsöffnung (9) der Bohrhilfe (8) zumindest teilweise formschlüssig hinein passenden Bereich und einem sich an diesen Bereich anschließenden, nicht in die Durchgangsöffnung (9) der  
20 Bohrhilfe (8) hinein passenden Abschlussbereich (14) aufweist.
12. Bohrschablone (11) nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchgangsöffnung (9) der Bohrhilfe (8) oder des Adapters (12) der Bohrhilfe (8) für eine Implantat-Bohrung oder eine Pilot-Bohrung  
30 ausgebildet ist.

- 41 -

13. Bohrschablone (11) nach einem der Ansprüche 7 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet, dass die gesamte Länge der  
Durchgangsöffnung (9) der Bohrhilfe (8) und/oder die  
Länge der Durchgangsöffnung (9) der Bohrhilfe (8) von  
5 einer Auflagefläche (20) der Bohrhilfe (8) zur Auflage  
auf der Oberseite (3') des Abdrucks (3) bis zu einem  
dem Anschlusssteil (10) der Bohrhilfe (8) abgewandten  
Ende der Bohrhilfe (8) bekannt ist.
14. Bohrschablone (11) nach einem der Ansprüche 7 bis 13,  
10 dadurch gekennzeichnet, dass an einem dem Anschlusssteil  
(10) abgewandten Ende der Bohrhilfe (8) ein Anschlag  
für ein Bohrwerkzeug bereitgestellt ist, wobei durch  
die Länge der Durchgangsöffnung (9) der Bohrhilfe (8)  
von dem Anschlag bis zum anschlusssteilseitigen Ende der  
15 Bohrhilfe oder bis zu einer Auflagefläche (20) der  
Bohrhilfe zur Auflage auf der Oberseite (3') des Ab-  
drucks die Bohrtiefe vorgegebenen ist.
15. Bohrschablone (11) nach einem der Ansprüche 7 bis 14,  
dadurch gekennzeichnet, dass eine Längsachse (B) der  
20 Durchgangsöffnung (9) der Bohrhilfe (8) mit der Längs-  
achse (A) des Anschlusssteils der Bohrhilfe (8) einen  
Winkel  $\alpha$  einschließt, der vorzugsweise größer als  $0^\circ$   
und kleiner als oder gleich  $60^\circ$  ist.
16. Verfahren zur Korrelation einer Implantationsstelle (2)  
25 eines Kiefers (1) und eines 3D-Messdatensatzes (21) der  
Implantationsstelle (2) mit nachfolgenden Verfahrenss-  
schritten:
- Bereitstellen eines an der Unterseite (3'') einer  
Negativform zumindest eines Teilbereichs eines Kie-  
30 fers (1) und zumindest einer in diesem Teilbereich  
des Kiefers (1) liegenden Implantationsstelle (2)

- 42 -

- aufweisenden Abdrucks (3) aus einem röntgenstrahlendurchlässigen Material und/oder aus einem Material, das in einer MRT-Aufnahme möglichst wenig sichtbar ist, wobei ein Hilfselement (4) vorhanden ist, das zumindest teilweise aus einem Material besteht, das in einer Röntgenaufnahme und/oder in MRT-Aufnahme erkennbar ist, wobei das Hilfselement (4) ein Anschlussstück (5) aufweist, das im Bereich der Negativform der Implantationsstelle (2) auf einer der Unterseite (3'') gegenüberliegenden Oberseite (3') des Abdrucks (3) am Abdruck (3) angebracht ist;
- 5
- 10
- Herstellen mindestens einer Röntgenaufnahme und/oder einer MRT-Aufnahme zumindest des Teilbereichs des Kiefers (1) und der zumindest einen in diesem Teilbereich liegenden Implantationsstelle (2), des an der Implantationsstelle (2) eingesetzten Abdrucks (3) und des mindestens einen an dem Abdruck (3) angebrachten Hilfselements (4) und Erzeugen eines 3D-Messdatensatzes (21) aus der mindestens einen Röntgenaufnahme und/oder der mindestens einen MRT-Aufnahme;

15

20

  - Feststellen der Position des Anschlussstücks (5) des mindestens einen Hilfselements (4) relativ zur Lage der Implantationsstelle (2) in dem 3D-Messdatensatz (21);

25

  - Bereitstellung eines dem Negativ des Anschlussstücks (5) des mindestens einen Hilfselements (4) entsprechenden Anschlussstücks (7) an einer mit der im 3D-Messdatensatz (21) festgestellten Position des Anschlussstücks (5) des Hilfselements (4) übereinstimmenden Position in dem an der Implantationsstelle

30

- 43 -

(2) eingesetzten Abdruck (3) durch Entfernen des Hilfselements (4).

17. Verfahren zur Korrelation einer Implantationsstelle (2) eines Kiefers (1) und eines 3D-Messdatensatzes (21) der Implantationsstelle (2) mit nachfolgenden Verfahrensschritten:

- Bereitstellen eines an der Unterseite (3'') eine Negativform zumindest eines Teilbereichs eines Kiefers (1) und zumindest einer in diesem Teilbereich des Kiefers (1) liegenden Implantationsstelle (2) aufweisenden Abdrucks (3) aus einem teilweise röntgenstrahlendurchlässigen Material und/oder einem Isolatormaterial mit mindestens einem röntgenopakem Bereich und/oder einem in MRT-Aufnahmen zu erkennenden Bereich, wobei der Abdruck (3) im Bereich der Negativform der Implantationsstelle (2) auf einer der Unterseite (3'') gegenüberliegenden Oberseite (3') des Abdrucks (3) ein Anschlussstück (7) aufweist und die Lagebeziehung zwischen dem röntgenopakem Bereich und/oder dem Bereich hoher Dichte des Abdrucks (3) und dem Anschlussstück (7) des Abdrucks (3) bekannt ist;
- Herstellen mindestens einer Röntgenaufnahme und/oder einer MRT-Aufnahme zumindest des Teilbereichs des Kiefers (1) und der zumindest einen in diesem Teilbereich liegenden Implantationsstelle (2) und des an der Implantationsstelle (2) eingesetzten Abdrucks (3) und Erzeugen eines 3D-Messdatensatzes (21) aus der mindestens einen Röntgenaufnahme und/oder der mindestens einen MRT-Aufnahme;

- 44 -

- Feststellen der Position des röntgenopaken Bereichs des Abdrucks (3) relativ zur Implantationsstelle (2) in dem 3D-Messdatensatz (21) und bestimmen der relativen Position des Anschlussteils (7) des Abdrucks (3) zur Implantationsstelle (2) aufgrund der relativen Position des röntgenopaken Bereichs und/oder einem in MRT-Aufnahmen zu erkennenden Bereichs.  
5
18. Verfahren zur Korrelation einer Implantationsstelle (2) eines Kiefers (1) und eines 3D-Messdatensatzes (21) der Implantationsstelle (2) mit nachfolgenden Verfahrensschritten:
- Bereitstellen eines an der Unterseite (3'') einer Negativform zumindest eines Teilbereichs eines Kiefers (1) und zumindest einer in diesem Teilbereich des Kiefers (1) liegenden Implantationsstelle (2) aufweisenden Abdrucks (3) mit mindestens einem optischen Hilfselement (22), welches ein Anschluss-  
15 teil (23) aufweist, das im Bereich der Negativform der Implantationsstelle (2) von einer der Unterseite (3'') gegenüberliegenden Oberseite (3') des Abdrucks (3) den Abdruck (3) durchdringt und über die Unterseite (3'') des Abdrucks (3) hinausreicht und an dem über die Unterseite (3'') hinausragenden Ende einen fest oder abnehmbar angeordneten Findekörper (24) aufweist;  
20
  - Herstellen mindestens einer Röntgenaufnahme und/oder MRT-Aufnahme zumindest des Teilbereichs des Kiefers (1) und der zumindest einen in diesem Teilbereich liegenden Implantationsstelle (2) und Erzeugen eines 3D-Messdatensatzes (21) aus der min-  
30

- 45 -

- destens einen Röntgenaufnahme und/oder der mindestens einen MRT-Aufnahme;
- Herstellen mindestens einer optischen Aufnahme der Unterseite des Abdrucks (3) mit eingesetztem und  
5 über die Unterseite des Abdrucks (3) hinausragendem optischen Hilfselement (22) mit Findekörper (24) und Erzeugen eines weiteren 3D-Messdatensatzes (25) aus der mindestens einen optischen Aufnahme;
  - Erzeugen eines Korrelationsdatensatzes (26) durch  
10 korrelieren des 3D-Messdatensatzes (21) aus der mindestens einen Röntgenaufnahme und/oder der mindestens einen MRT-Aufnahme und des weiteren 3D-Messdatensatzes (25) aus der mindestens einen optischen Aufnahme;
  - Feststellen der Position des Anschlusssteils (23)  
15 des mindestens einen optischen Hilfselements (22) relativ zur Implantationsstelle (2) in dem Korrelationsdatensatz (26);
  - Bereitstellung eines dem Negativ des Anschlusssteils  
20 (23) des mindestens einen optischen Hilfselements (22) entsprechenden Anschlusssteils (7) an einer mit der im Korrelationsdatensatz (26) festgestellten Position des Anschlusssteils (23) des optischen Hilfselements (22) übereinstimmenden Position in  
25 dem an der Implantationsstelle (2) eingesetzten Abdruck (3) durch Entfernen des optischen Hilfselements (4).
19. Verfahren zur Erstellung einer Bohrschablone (11) für  
eine an einer Implantationsstelle (2) durchzuführende  
30 Bohrung mit nachfolgenden Verfahrensschritten:

- 46 -

- Bereitstellen eines an der Unterseite (3'') eine Negativform zumindest eines Teilbereichs eines Kiefers (1) und zumindest einer in diesem Teilbereich des Kiefers (1) liegenden Implantationsstelle (2) aufweisenden Abdrucks (3) mit mindestens einem Anschlussstück (7) mit bekannter Anschlussgeometrie, das im Bereich der Negativform der Implantationsstelle (2) auf einer der Unterseite (3'') gegenüberliegenden Oberseite (3') des Abdrucks (3) angeordnet ist und dessen Lagebeziehung zum Kiefer (1) für den am Kiefer (1) im Bereich der Implantationsstelle (2) positionierten Abdruck (3) bekannt ist;  
5
- Festlegen einer Bohrrichtung für mindestens ein Implantat relativ zu dem Anschlussstück (7) des Abdrucks (3) anhand eines die Implantationsstelle (2) enthaltenden 3D-Datensatzes (21, 25, 26) des Kiefers (1);  
10
- Herstellen mindestens einer Bohrhilfe (8) mit einem Anschlussstück (10) aus einem Block (16) mit einer Öffnung (18), die entlang einer Längsachse (D) des Blocks (16) durch den gesamten Block (16) verläuft, wobei das Anschlussstück (10) der Bohrhilfe (8) zumindest teilweise dem Negativ des Anschlussstücks (7) des Abdrucks (3) entspricht und wobei das Anschlussstück (10) der Bohrhilfe (8) in einem Winkel zu der Öffnung (18) angeordnet wird, der einem Winkel der Bohrrichtung zu dem Anschlussstück (7) des Abdrucks (3) entspricht;  
15  
20  
25
- Anbringen der mindestens einen Bohrhilfe (8) an dem Abdruck (3), wobei eine korrekte Orientierung der  
30

- 47 -

Bohrhilfe (8) am Abdruck (3) mittels der jeweiligen Anschlusssteile (7, 10) sichergestellt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass ein Bohrdurchmesser für mindestens ein Implantat relativ zu dem Anschlusssteil (7) des Abdrucks (3) festgelegt wird und ein Block (16) mit einer zylindrischen Öffnung (18) mit einem Durchmesser gemäß dem festgelegten Bohrdurchmesser verwendet wird.
- 5
21. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass ein Bohrdurchmesser für mindestens ein Implantat relativ zu dem Anschlusssteil (7) des Abdrucks (3) festgelegt wird und ein Block (16) mit einer Öffnung (18) mit einem Durchmesser, der größer als der festgelegte Bohrdurchmesser ist, zur Herstellung der Bohrhilfe (8) verwendet wird und dass die Bohrhilfe mit einem Adapter (12) verwendet wird, der einen Bereich mit einer dem Negativ der Öffnung (18) des Blocks (16) entsprechenden Außengeometrie, einem sich diesem Bereich anschließenden Abschlussbereich (14) und einer Durchgangsöffnung (15) mit einem Innendurchmesser gemäß dem festgelegten Bohrdurchmesser aufweist und der auf der dem Anschlusssteil (10) der aus dem Block (16) hergestellten Bohrhilfe (8) abgewandten Seite in die Durchgangsöffnung (9) der Bohrhilfe (8) zumindest teilweise eingesetzt wird.
- 10
- 15
- 20
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest das Anschlusssteil (10) der Bohrhilfe (8) aus dem Block (16) gefräst oder geschliffen wird.
- 25
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Block (16) zumindest während der Herstellung des Anschlusssteils (10) auf einem Halter (17) gehalten wird und vor dem Einfügen entlang ei-
- 30

- 48 -

ner senkrecht oder schräg zur Längsachse des Blocks (16) verlaufenden Abtrennfläche von dem Halter abgetrennt wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 22, dadurch  
5 gekennzeichnet, dass eine Bohrtiefe für mindestens ein Implantat relativ zu dem Anschlussstück (7) des Abdrucks (3) festgelegt wird.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 23, dadurch  
10 gekennzeichnet, dass die Länge der Öffnung (18) der aus dem Block (16) hergestellten Bohrhilfe (8) relativ zur Anschlussgeometrie bekannt ist.

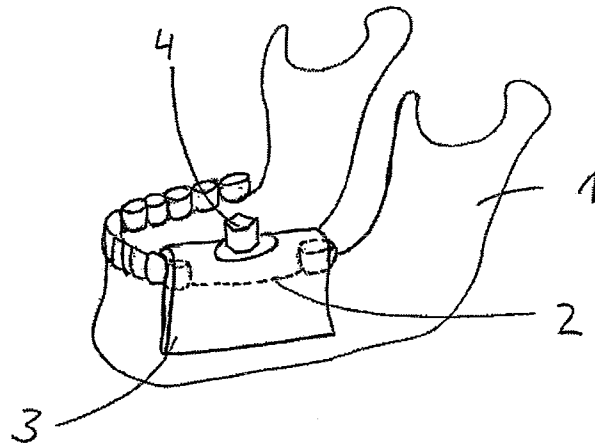


Fig. 1

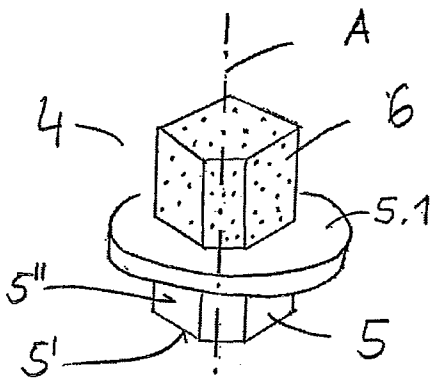


Fig. 2

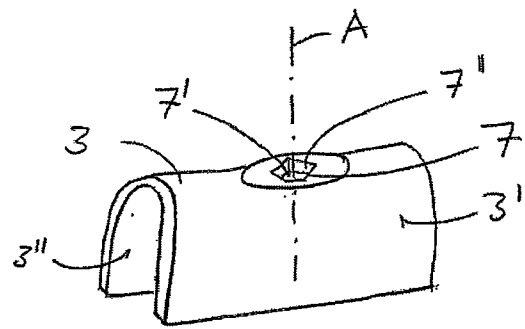


Fig. 3

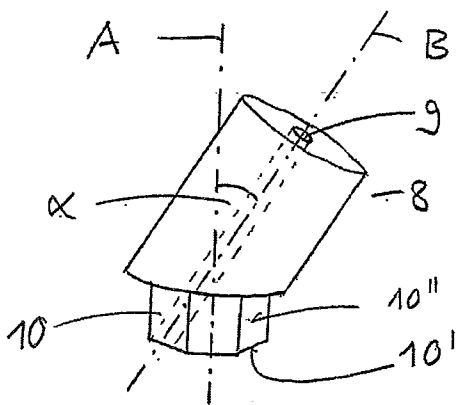


Fig. 4

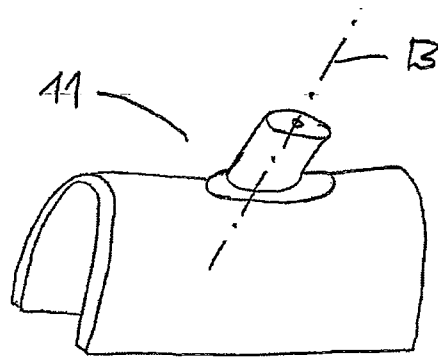


Fig. 5

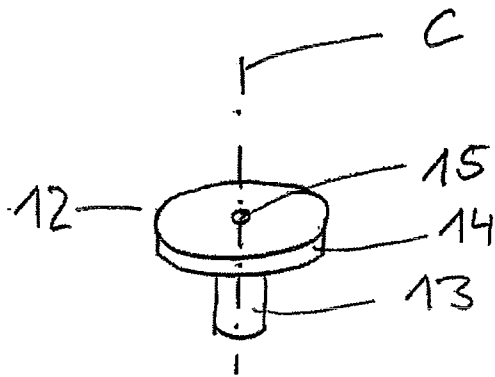


Fig. 6

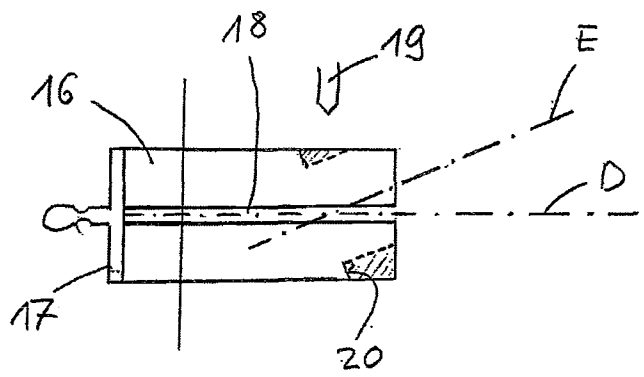


Fig. 7

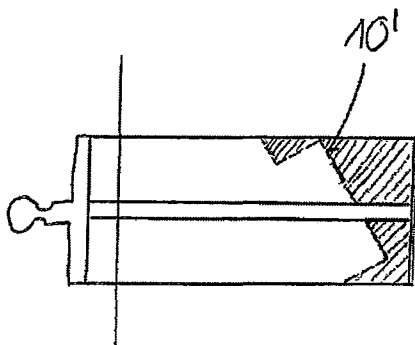


Fig. 8

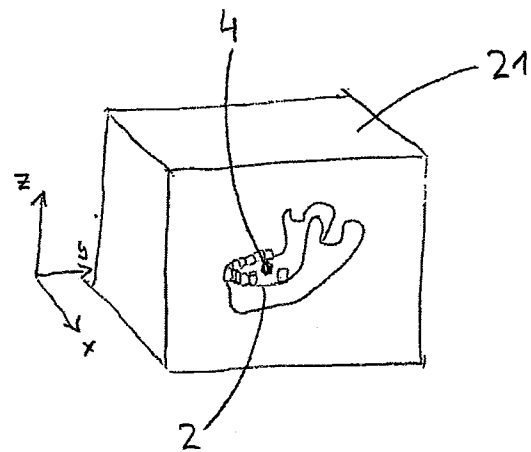


Fig. 9

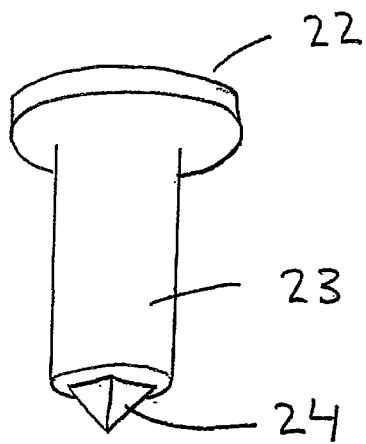


Fig. 10

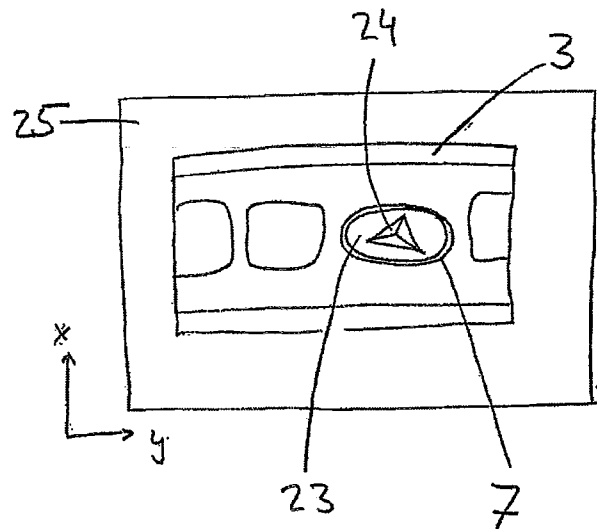


Fig. 11