



(10) **DE 10 2014 117 222 A1** 2016.05.25

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 117 222.1**
(22) Anmeldetag: **25.11.2014**
(43) Offenlegungstag: **25.05.2016**

(51) Int Cl.: **A61C 13/10 (2006.01)**
A61C 13/34 (2006.01)
A61C 13/225 (2006.01)

(71) Anmelder:
Heraeus Kulzer GmbH, 63450 Hanau, DE

(74) Vertreter:
**Schultheiss & Sterzel Patentanwälte PartG mbB,
60437 Frankfurt, DE**

(72) Erfinder:
**Ruppert, Klaus, Dr., 63477 Maintal, DE; Brill,
Stefan, 63751 Gelnhausen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	103 04 757	B4
DE	10 2006 017 651	A1
DE	10 2009 056 752	A1
DE	10 2012 007 706	A1
DE	10 2012 011 371	A1
EP	2 571 451	B1
EP	2 666 438	A2
WO	91/ 07 141	A1
WO	2013/ 124 452	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Herstellung einer Dentalprothese durch Aufdrucken der Prothesenbasis auf die Prothesenzähne**

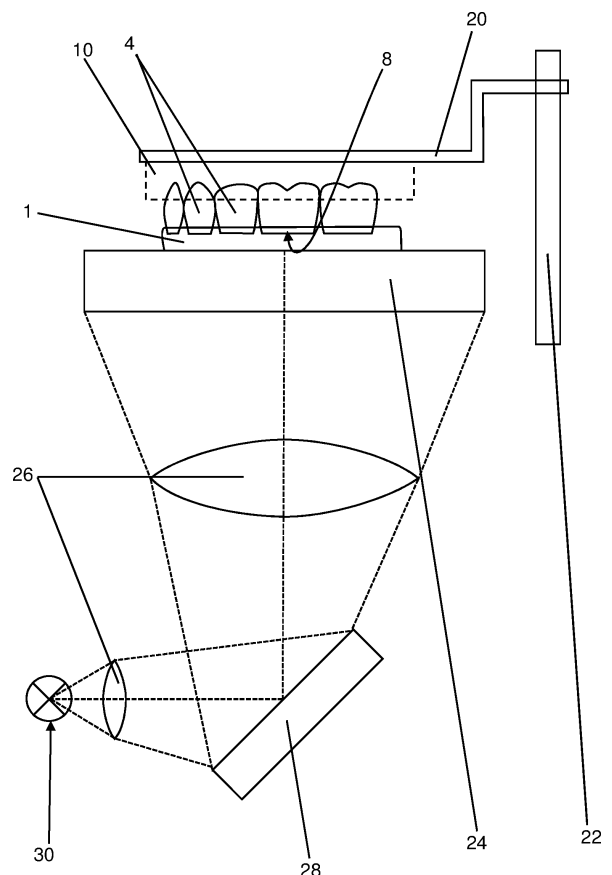
(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Dentalprothese, wobei die Dentalprothese eine Prothesenbasis (1) und mehrere Prothesenzähne (4) aufweist, wobei das Verfahren unter Anwendung eines virtuellen dreidimensionalen Dentalprothesen-Modells der zu erzeugenden Dentalprothese erfolgt und wobei das virtuelle dreidimensionale Dentalprothesen-Modell virtuelle Prothesenzähne und eine virtuelle Prothesenbasis aufweist, gekennzeichnet durch die folgenden chronologischen Schritte:

A) Herstellen einer physischen Okklusionsplatte (10), wobei ein Bereich der Oberfläche der Okklusionsplatte (10) durch ein Negativ der koronalen Seiten der virtuellen Prothesenzähne des virtuellen Dentalprothesen-Modells gebildet wird, wobei die Lage und die Orientierung der virtuellen Prothesenzähne relativ zueinander entsprechend dem virtuellen Dentalprothesen-Modell in der Form der Oberfläche der Okklusionsplatte (10) erhalten bleibt;

B) Anlegen und Befestigen von vorkonfektionierten Prothesenzähnen (4) an der Okklusionsplatte (10), wobei die koronalen Seiten der vorkonfektionierten Prothesenzähne an die durch das Negativ geformte Oberfläche der Okklusionsplatte (10) angelegt werden;

C) Befestigen der Okklusionsplatte (10) mit den darin befestigten Prothesenzähnen (14) in einem 3D-Drucker; und
D) Aufdrucken der Prothesenbasis (1) auf die basalen Enden (8) der Prothesenzähne (4) mit dem 3D-Drucker auf der Basis der Form der virtuellen Prothesenbasis.

Die Erfindung betrifft auch eine Dentalprothese hergestellt mit einem solchen Verfahren und eine Vorrichtung zum Durchführen eines solchen Verfahrens.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Dentalprothese, wobei die Dentalprothese eine Prothesenbasis und mehrere Prothesenzähne aufweist und wobei das Verfahren unter Anwendung eines virtuellen dreidimensionalen Dentalprothesen-Modells der zu erzeugenden Dentalprothese erfolgt. Die Erfindung betrifft auch eine Dentalprothese hergestellt mit einem solchen Verfahren, eine Vorrichtung oder Kombination von Vorrichtungen zum Durchführen eines solchen Verfahrens und eine Okklusionsplatte hergestellt mit einem CAD/CAM-Verfahren zur Umsetzung eines solchen Verfahrens.

[0002] Der gängige Weg ist die analoge Erstellung von Dentalprothesen. Zur Herstellung der Prothesenbasis wird dazu derzeit meist ein analoges Verfahren verwendet, bei dem zunächst ein Abdruck des zahnlosen Kiefers des Patienten genommen wird. Aus diesem Abdruck wird ein Gipsmodell der Patientensituation gefertigt. Anschließend wird ein Funktionsmodell der Prothese aus Wachs auf dem Gipsmodell aufgebaut und mit Prothesenzähnen bestückt. Dann wird eine Hohlform oder Gießform aus diesen beiden Teilen aufgebaut, in der die Prothesenzähne bereits integriert sind. Dadurch sind die Prothesenzähne bereits in die Hohlform eingesetzt. Die Form wird mit einem zahnfleischfarbenen Kunststoff ausgegossen und während des Gießprozesses werden die Prothesenzähne mit der Prothesenbasis verbunden. Nach Aushärtung des Kunststoffs wird dieser nachbearbeitet, um die gewünschte Form zu erhalten.

[0003] Zur Herstellung der Dentalprothese werden Prothesenzähne manuell und einzeln auf einer Wachsbasis auf einem Gipsmodell des unbezahnten Kiefers aufgestellt. Diese Wachsprothese wird im nächsten Schritt in einer Küvette mit Gips, Silikon oder Gel (je nach späterer Verarbeitungstechnik) eingebettet, um dann nach Aushärten des Einbettmaterials die Wachsbasis mit heißem Wasser herauszuwaschen und einen Hohlraum für den Prothesenkunststoff zu schaffen. Die Prothesenzähne verbleiben dabei im Einbettmaterial. Ein entsprechender Kunststoff wird in den Hohlraum injiziert oder gegossen, dadurch erhält man nach Aushärtung des Kunststoffs die Dentalprothese. Bei der Aufstellung der konfektionierten Zähne werden diese der jeweiligen Mundsituation des Patienten vom Zahntechniker und gegebenenfalls auch vom Zahnarzt angepasst und beschliffen.

[0004] Neben handwerklichen Techniken gewinnen digitale Fertigungsmethoden im Dentalbereich immer mehr an Bedeutung. Zahnersatz, wie zum Beispiel Kronen und Brücken, wird seit einigen Jahren mittels CAD/CAM-Technologien subtraktiv in Fräsverfahren hergestellt (CAM – Computer-Aided Manufacturing, Deutsch: rechner-unterstützte Fertigung, CAD – Computer-Aided Design, Deutsch: rechnerunterstützte Konstruktion).

[0005] Ein CAD/CAM-Verfahren zur Herstellung einer Dentalprothese ist aus der WO 91/07141 A1 bekannt, wobei bei diesem Verfahren eine Prothesenbasis auf der Basis eines Abdrucks aus einem Kunststoffblock gefräst wird.

[0006] Ferner gewinnen generative CAM-Verfahren wie SLM (Selective Laser Melting) zur Herstellung von Kronen, Brücken und Modellen sowie Stereolithographie und DLP (Digital light processing) für Dentalprodukte auf Polymerbasis wie zum Beispiel Provisorien, Prothesen, KFO-Apparaturen (Kiefer-Orthopädie-Apparaturen), Aufbisschienen, Bohrschablonen oder Dentalmodellen immer mehr an Bedeutung. Dabei ist die Herstellung von Zahnersatz auf Acrylatbasis mittels RP-Verfahren (Rapid-Prototyping-Verfahren) bisher immer noch starken Einschränkungen unterworfen. Mehrfarbiger Zahnersatz oder Zahnersatz aus verschiedenen Polymer-Materialien (zum Beispiel für Schmelz- und Dentinmassen) zur Herstellung von hochwertigem und ästhetischem Zahnersatz ist bisher nur mittels aufwendiger RP-Maschinen mit mehreren Materialkammern oder mittels aufwendiger Klebe- und Fügetechniken herstellbar.

[0007] Ebenso ist die Herstellung von Materialkombinationen (zum Beispiel CoCr und Polymer) mittels RP-Verfahren bisher sehr aufwendig und nicht in Serienreife umgesetzt. Die generative Herstellung von ästhetisch anspruchsvollen Konfektionszähnen für Teil- oder Totalprothesen ist derzeit nicht möglich, da mittels Stereolithographie nur ein Material beziehungsweise eine Farbe gedruckt werden kann. Das Drucken von mehrfarbigen Konfektionszähnen ist derzeit nicht möglich. Aus diesem Grund wird die Prothesenbasis mittels CAM-Verfahren (Fräsen oder Drucken) hergestellt und vorkonfektionierte Prothesenzähne werden mit der Prothesenbasis verklebt.

[0008] Es gibt bereits erste Verfahren, wie beispielsweise die aus der DE 10 2009 056 752 A1 oder der WO 2013 124 452 A1 bekannten Verfahren, bei denen eine dentale Teil- beziehungsweise Totalprothese digital aufgestellt und über CAD/CAM-Verfahren produziert wird. Aus der DE 103 04 757 B4 ist ein Verfahren zur

Herstellung von Zahnersatz bekannt, bei dem eine virtuelle Aufstellung der Zähne in ein virtuelles Modell erfolgt und die Herstellung einer Prothesenbasis auf der Basis des virtuellen Modells erfolgt.

[0009] Solche Verfahren haben den Nachteil, dass die Prothesenzähne okklusal bearbeitet oder entnommen werden müssen, wobei anschließend die Prothesenbasis beschliffen wird, oder die Prothesenzähne basal beschliffen werden, um deren Position und Lage anzupassen. In den meisten Fällen müssen die vorkonfektionierten Prothesenzähne, die die besten ästhetischen Ergebnisse liefern, vor dem Verkleben basal eingekürzt werden, um die Bisshöhe (die Okklusion) der Dentalprothese einzustellen, so dass sich die Notwendigkeit ergibt, hierzu ein rationelles und kostengünstiges Verfahren anzugeben.

[0010] Aus der EP 2 571 451 B1 und der EP 2 666 438 A2 sind Verfahren bekannt, bei denen Prothesenzähne in einer Halterung in ein Wachs eingebettet werden und anschließend basal abgefräst werden. Die abgefrästen Zähne werden von dem Wachs befreit und anschließend in eine Prothesenbasis eingesetzt und dort verklebt, um eine Dentalprothese herzustellen.

[0011] Diese Verfahren haben den Nachteil, dass die Prothesenzähne einzeln oder in Gruppen bearbeitet und einzeln in die Prothesenbasis eingesetzt und verklebt werden müssen. Der richtige Ort zum Einsetzen der Prothesenzähne in die Prothesenbasis muss dabei gegebenenfalls durch Ausprobieren gefunden werden. Durch das Verkleben der Prothesenzähne in der Prothesenbasis entsteht ein erheblicher Arbeitsaufwand. Zudem werden die Verfahren meist derart durchgeführt, dass der Klebstoff beziehungsweise das Verbindungsmittel aus den Aufnahmeflächen zwischen den Prothesenzähnen und der Prothesenbasis austritt und anschließend wieder entfernt werden muss, um eine ästhetische Beeinträchtigung der Dentalprothese zu verhindern und um eine glatte Oberfläche zur Vermeidung von unerwünschten Anlagerungen zu erzielen. Bei einer Verklebung besteht zudem immer die Möglichkeit, dass das Klebemittel nicht gleichmäßig beziehungsweise nicht reproduzierbar aufträgt und dadurch die Höhe der Prothesenzähne beziehungsweise die Okklusion der Dentalprothese nachteilig beeinflusst wird. Im Extremfall muss dann eine koronale Nachbearbeitung der Prothesenzähne erfolgen.

[0012] Bei einem manuellen Einkürzen der vorkonfektionierten Prothesenzähne ergibt sich außerdem das Problem, dass die basale Seite (der Cervikal-Bereich) der zu erzeugenden Prothesenzähne eine individuelle Geometrie aufweist und vor dem Fräsen oder Drucken der Prothesenbasis diese Geometrie entsprechend eingescannt und das passende Gegenstück für die Basisplatte konstruiert werden müsste. Auch hierdurch entsteht ein Mehraufwand.

[0013] Die Aufgabe der Erfindung besteht also darin, die Nachteile des Stands der Technik zu überwinden. Insbesondere soll ein Verfahren bereitgestellt werden, bei dem eine einfache und schnell durchzuführende Herstellung der Dentalprothese reproduzierbar und in hoher Qualität durchführbar ist. Es soll wenn möglich eine Verklebung der Prothesenzähne in der Prothesenbasis vermieden werden. Ferner sollen moderne computergesteuerte Verfahren einsetzbar und vorhandene Daten und Techniken möglichst weitreichend nutzbar sein. Zudem soll eine möglichst einfache, vollständige und kostengünstige Bearbeitung der vorkonfektionierten Prothesenzähne und damit der Dentalprothese möglich sein.

[0014] Die Aufgaben der Erfindung werden gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung einer Dentalprothese, wobei die Dentalprothese eine Prothesenbasis und mehrere Prothesenzähne aufweist, wobei das Verfahren unter Anwendung eines virtuellen dreidimensionalen Dentalprothesen-Modells der zu erzeugenden Dentalprothese erfolgt und wobei das virtuelle dreidimensionale Dentalprothesen-Modell virtuelle Prothesenzähne und eine virtuelle Prothesenbasis aufweist, mit den folgenden chronologischen Schritten:

A) Herstellen einer physischen Okklusionsplatte, wobei ein Bereich der Oberfläche der Okklusionsplatte durch ein Negativ der koronalen Seiten der virtuellen Prothesenzähne des virtuellen Dentalprothesen-Modells gebildet wird, wobei die Lage und die Orientierung der virtuellen Prothesenzähne relativ zueinander entsprechend dem virtuellen Dentalprothesen-Modell in der Form der Oberfläche der Okklusionsplatte erhalten bleibt;

B) Anlegen und Befestigen von vorkonfektionierten Prothesenzähnen an der Okklusionsplatte, wobei die koronalen Seiten der vorkonfektionierten Prothesenzähne an die durch das Negativ geformte Oberfläche der Okklusionsplatte angelegt werden;

C) Befestigen der Okklusionsplatte mit den darin befestigten Prothesenzähnen in eine Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau von dreidimensionalen Kunststoffstrukturen; und

D) Aufdrucken der Prothesenbasis auf die basalen Enden der Prothesenzähne mit der Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau von dreidimensionalen Kunststoffstrukturen auf der Basis der Form der virtuellen Prothesenbasis.

[0015] Die Bezeichnung „koronal“ (lat. corona ‚Krone‘) bedeutet an der Zahnkrone und zur Zahnkrone hin als Lage- und Richtungsbezeichnung an den Zähnen, umfassend die okklusale Oberfläche und die die okklusale Oberfläche umgebenden Umfangsbereiche der Zähne. Die Bezeichnung „basal“ bedeutet an der Zahnwurzel und zur Zahnwurzel hin als Lage- und Richtungsbezeichnung an den Zähnen. Diese Bezeichnungen werden auch für Prothesenzähne angewendet.

[0016] Das Befestigen kann besonders bevorzugt über eine mechanische Spannung auf die Prothesenzähne erfolgen. Hierzu können die Aufnahme­flächen in der Okklusionsplatte etwas kleiner, bevorzugt um bis zu 10% kleiner bezogen auf die Gesamtfläche sein, als die koronale Form der Prothesenzähne, um durch die elastische Verformung der Aufnahme­flächen in der Okklusionsplatte eine elastische Kraft auf die Prothesenzähne zu bewirken, die die Prothesenzähne in Position hält. Alternativ wäre auch ein Einkleben oder ein Anhaften mit Wachs möglich.

[0017] Als Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau von dreidimensionalen Kunststoffstrukturen kann bevorzugt ein 3D-Drucker verwendet werden. Andere generative Verfahren wie beispielsweise selektives Laserschmelzen können ebenfalls eingesetzt werden.

[0018] Bei erfindungsgemäßen Verfahren kann vorgesehen sein, dass nach Schritt B) und vor Schritt D) ein basales Abtragen der an der Okklusionsplatte befestigten vorkonfektionierten Prothesenzähne erfolgt, wobei die Prothesenzähne durch das basale Abtragen an die Form der virtuellen Prothesenzähne und/oder der virtuellen Prothesenbasis angepasst werden.

[0019] Das basale Abtragen der vorkonfektionierten Prothesenzähne erfolgt erfindungsgemäß bevorzugt durch Abfräsen der vorkonfektionierten Prothesenzähne. Dabei wird besonders bevorzugt eine computergesteuerte CAM-Fräse, wie beispielsweise eine computergesteuerte 4-Achs- oder 5-Achs-Fräse, verwendet.

[0020] Auf die basale Seite der Prothesenzähne, die der koronalen Seite der Prothesenzähne gegenüberliegt und die aufgrund des basalen Abtragens der Prothesenzähne an die geplante äußere Form von Aufnahme­flächen der virtuellen Prothesenbasis angepasst ist, kann anschließend problemlos die Prothesenbasis mit der Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau von dreidimensionalen Kunststoffstrukturen aufgebaut werden, beispielsweise mittels eines 3D-Druckers aufgedruckt werden.

[0021] Mit einer Weiterentwicklung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass die vorkonfektionierten Prothesenzähne basal so eingekürzt werden, dass die Basalflächen aller Prothesenzähne in einer Ebene oder im Wesentlichen in einer Ebene liegen.

[0022] Hierdurch wird ein nachfolgendes Aufdrucken der Prothesenbasis auf die basalen Enden der Prothesenzähne erleichtert, da die gemeinsame Ebene besonders leicht in einem Harzbad ausgehärtet werden kann, beziehungsweise der Aufbau mit der Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau von dreidimensionalen Kunststoffstrukturen, beziehungsweise der 3D-Druck auf einer großen gemeinsamen Fläche einfacher durchzuführen ist und die erhaltene Dental-Prothese stabiler wird. Hierzu ist es wichtig, dass die virtuellen Modelle der Prothesenzähne und/oder der Prothesenbasis an diese äußere Form angepasst werden. Bei dem virtuellen Modell der Prothesenzähne und der Prothesenbasis wird dann eine Verbindungsfläche der basalen Endflächen der Prothesenzähne in einer Ebene vorgesehen. Wenn die virtuellen Modelle der Prothesenzähne und der Prothesenbasis durch File-Splitting des Dentalprothesen-Modells gewonnen werden, wird die zur Trennung vorgesehene Fläche der Prothesenzähne entsprechend dieser Ebene gewählt. Seitlich können um den Zahnhals der Prothesenzähne weitere Verbindungsflächen mit der Prothesenbasis vorgesehen sein, so dass die Prothesenzähne in der Prothesenbasis eingebettet werden und nicht nur über die Basalflächen mit der Prothesenbasis verbunden werden. Bevorzugt liegen die Basalflächen aller Prothesenzähne in einer Ebene parallel zur Okklusionsplatte oder zur Okklusionsebene oder zur Transversalebene bezogen auf den Patienten.

[0023] Bevorzugt wird die Prothesenbasis derart auf die Prothesenzähne schichtweise aufgetragen, dass die Prothesenzähne nicht nur auf der basalen Unterseite sondern auch axial rundherum eingeschlossen sind, so können beispielsweise interdentale Zwischenräume bereichsweise gefüllt werden. Hierdurch wird die Stabilität der Dentalprothese verbessert.

[0024] Ferner kann vorgesehen sein, dass die basal eingekürzten Prothesenzähne aus der Okklusionsplatte entfernt und von Rückständen befreit werden, bevorzugt von einem Haltemittel zur Halterung der Prothesenzähne in der Okklusionsplatte gereinigt werden, besonders bevorzugt von einem Wachs oder von einem

Fräs wachs gereinigt werden, wobei die Prothesenzähne vor Schritt C) wieder in der Okklusionsplatte befestigt werden.

[0025] Das Wachs, Fräs wachs oder das Haltemittel zur Verbindung der Prothesenzähne mit der Okklusionsplatte wird dabei bevorzugt ausgeschmolzen und die Prothesenzähne werden anschließend durch Dampf oder heißes Wasser von Rückständen gereinigt.

[0026] Hierdurch kann sichergestellt werden, dass eventuell vorhandene Rückstände des Haltemittels, Wachses oder Fräs wachses den Aufdruck der Prothesenbasis auf den Prothesenzähnen nicht beeinträchtigt. Ansonsten könnten Rückstände des Haltemittels zwischen der Prothesenbasis und den Prothesenzähnen verbleiben und dadurch die Dentalprothese an dieser Verbindung mechanisch schwächen.

[0027] Mit einer Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird auch vorgeschlagen, dass zur Herstellung der physischen Okklusionsplatte aus der Lage und Orientierung der koronalen Seiten der virtuellen Prothesenzähne des virtuellen dreidimensionalen Dentalprothesen-Modells ein virtuelles Modell der Okklusionsplatte berechnet wird, so dass ein Bereich der virtuellen Oberfläche der virtuellen Okklusionsplatte durch ein Negativ der koronalen Seiten der virtuellen Prothesenzähne gebildet wird, wobei die Lage und die Orientierung der koronalen Seiten der virtuellen Prothesenzähne relativ zueinander entsprechend dem Dentalprothesenmodell in dem Negativ erhalten bleibt und die physische Okklusionsplatte mit einem CAM-Verfahren anhand der Daten des virtuellen Modells der Okklusionsplatte hergestellt wird.

[0028] Hierdurch kann eine Automatisierung der Herstellung der Okklusionsplatte und damit eine weitere Automatisierung des gesamten Herstellungsverfahrens erreicht werden.

[0029] Bevorzugt kann zudem vorgesehen sein, dass die Prothesenzähne vor Schritt C) zumindest bereichsweise basal angeraut und/oder zumindest bereichsweise mit einem Lösungsmittel angequollen werden, insbesondere nach einer Reinigung der Prothesenzähne und nach einer erneuten Befestigung der Prothesenzähne in der Okklusionsplatte.

[0030] Hierdurch wird erreicht, dass die Verbindung zwischen den Prothesenzähnen und der Prothesenbasis stabiler wird. Durch die zusätzliche Aufrauung oder Anrauung der Oberflächen kann das Lösungsmittel die Oberflächen schneller anlösen. Das Aufrauen oder Anrauen der Oberfläche kann durch das Lösungsmittel geschehen. Zudem wird die effektive Oberfläche zum Verbinden über den Zement oder den Kleber vergrößert und damit der Halt der Prothesenzähne in der Prothesenbasis verbessert und dadurch die Haltbarkeit der Dentalprothese verbessert. Ferner kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass die Prothesenzähne mit heißem Wasser oder Wasserdampf gereinigt werden, bevor die Prothesenbasis aufgedruckt wird. Durch das Anquellen mit einem Lösungsmittel, werden die basalen Enden der Prothesenzähne aufgeweicht und können sich anschließend leichter mit dem Harz durchmischen und chemisch verbinden.

[0031] Bei bevorzugten Verfahren kann auch vorgesehen sein, dass beim Befestigen der Okklusionsplatte in der Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau von dreidimensionalen Kunststoffstrukturen in Schritt C) die Okklusionsplatte in eine Halterung auf einer Bauplattform der Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau von dreidimensionalen Kunststoffstrukturen in einer eindeutig definierten Position befestigt wird, bevorzugt in einer eindeutig definierten Position eingerastet wird.

[0032] Damit wird eine einfache und unkomplizierte Bedienung und Durchführbarkeit des Verfahrens erreicht. Zudem sind so auch herkömmliche Vorrichtungen zum schichtweisen Aufbau von dreidimensionalen Kunststoffstrukturen oder 3D-Drucker oder Vorrichtungen zum schichtweisen Aufbau von dreidimensionalen Kunststoffstrukturen und 3D-Drucker, die zu weiteren beziehungsweise anderen Zwecken geeignet sind, gut zur Umsetzung des Verfahrens geeignet.

[0033] Gemäß einer bevorzugten Ausführung wird vorgeschlagen, dass das Aufdrucken der Prothesenbasis auf die Prothesenzähne schichtweise erfolgt.

[0034] Dieser schichtweise Aufbau ist besonders gut zum Aufdrucken der Prothesenbasis auf den Prothesenzähnen geeignet.

[0035] Dabei kann vorgesehen sein, dass die aufgedruckten Schichten der Prothesenbasis in einer Ebene parallel zur Okklusionsebene oder zur Transversalebene des zu erzeugenden Gebisses erfolgt.

[0036] Beginnend von der basalen Seite der ausgerichteten und gegebenenfalls gekürzten, aufgerauten und/oder mit einem Lösungsmittel angequollenen Prothesenzähne kann dann die Dentalprothese ohne großen Aufwand in einer Richtung senkrecht zur Okklusionsebene der Dentalprothese oder senkrecht zur Transversalebene des Patienten beziehungsweise der Dentalprothese gefertigt werden.

[0037] Ferner kann vorgesehen sein, dass das Aufdrucken durch Aushärten eines flüssigen aushärtbaren Harzes an einer Harzoberfläche eines Harzbad durchgeführt wird, wobei die basalen Enden der Prothesenzähne an die Harzoberfläche aufgelegt oder angelegt werden und/oder die basalen Enden der Prothesenzähne in das Harzbad eingetaucht werden.

[0038] Dabei können die basalen Enden der Prothesenzähne sowohl von außerhalb als auch von innerhalb des Harzbad an die Harzoberfläche angelegt werden oder die Harzoberfläche durchstoßen. Die Prothesenbasis kann bei dem schichtweisen Aufbau mit ihrer Längsachse nur parallel zur Harzoberfläche ausgerichtet sein, wenn eine einfache Durchführung des Verfahrens gewährleistet sein soll.

[0039] Bei der Verwendung eines Harzbad kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass zum schichtweisen Aufbau die Prothesenzähne in dem Harzbad abgesenkt werden, wobei eine Belichtung des flüssigen Harzes zu dessen Aushärtung von oberhalb der Harzoberfläche erfolgt, oder die Prothesenzähne aus dem Harzbad angehoben werden, wobei eine Belichtung des flüssigen Harzes zu dessen Aushärtung von unterhalb der Harzoberfläche erfolgt.

[0040] Dabei wird das Anheben aus dem Harzbad favorisiert, da hierdurch gegebenenfalls ohne das Anbringen von zusätzlichen Stützstrukturen gearbeitet werden kann. Solche Stützstrukturen müssten nach der Herstellung der Dentalprothese ansonsten aufwendig entfernt werden.

[0041] Ferner können bei einem Aufbau durch Anheben aus dem Harzbad – der Aufbau der Prothesenbasis erfolgt dabei nach unten – an den Basalseiten der Prothesenzähne makromechanische Retentionen (Oberflächliche Rauigkeiten und Strukturen) angebracht werden, da bei dieser Anordnung die Auftragung der neuen Harzschicht nicht durch einen Wischer geglättet wird.

[0042] Des Weiteren kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass nach Schritt D) die Dentalprothese aufweisend die ausgedruckte Prothesenbasis und die darin befestigten Prothesenzähne aus der Okklusionsplatte entnommen wird und anschließend eine Reinigung der Dentalprothese, eine Nachhärtung der Dentalprothese und/oder eine Politur der Prothesenbasis erfolgt.

[0043] Hierdurch werden eine hohe ästhetische Qualität und eine hohe Qualität des Produkts bezüglich der Anwendung als Dentalprothese erreicht. Durch eine besonders glatte Oberfläche kann die Dentalprothese vor Plaque-Anlagerungen geschützt werden und erhält ein besonders natürliches Aussehen.

[0044] Bei erfindungsgemäßen Verfahren kann vorgesehen sein, dass das virtuelle dreidimensionale Dentalprothesen-Modell rechnerisch mittels File-Splitting in ein dreidimensionales Modell der virtuellen Prothesenzähne und ein virtuelles dreidimensionales Modell der Prothesenbasis geteilt wird.

[0045] Dabei kann bevorzugt vorgesehen sein, dass bei der Teilung des virtuellen Dentalprothesen-Modells Aufnahmeflächen in das virtuelle Modell der Prothesenbasis gerechnet werden, insbesondere in einer Ebene parallel zur Okklusionsplatte oder Okklusionsebene oder zur Transversalebene angeordnete Aufnahmeflächen in das virtuelle Modell der Prothesenbasis gerechnet werden, die zu den basalen Seiten des virtuellen Modells der Prothesenzähne passen, so dass die Form des virtuellen Modells der Prothesenbasis flächenbündig mit der Form der basalen Seiten des virtuellen Modells der Prothesenzähne verbunden beziehungsweise aneinander gelegt werden kann.

[0046] Durch diese Maßnahmen wird erreicht, dass die mit Hilfe des virtuellen Modells auf die Prothesenzähne aufgedruckte Prothesenbasis zu den basalen Enden der Prothesenzähne passt und passend und flächenbündig und dadurch stabil auf die Prothesenzähne aufgedruckt werden kann und die Prothesenzähne und die Prothesenbasis dadurch stabiler ineinander befestigt werden können.

[0047] Ferner kann vorgesehen sein, dass das virtuelle dreidimensionale Dentalprothesen-Modell auf der Grundlage eines Intraoral-Scans zur Formgebung der virtuellen Prothesenbasis und durch eine virtuelle Aufstellung von virtuellen Modellen der vorkonfektionierten Prothesenzähne in der virtuellen Prothesenbasis erzeugt wird, wobei bevorzugt die Form, die Lage und/oder die Orientierung der Prothesenzähne durch eine

Simulation der Lage der Dentalprothese im Mundraum des Patienten ausgewählt wird und wobei besonders bevorzugt die Okklusionsebene und/oder die Kaubewegungen des Mundraums simuliert werden.

[0048] Hierdurch wird eine weitere Automatisierung des Verfahrens erreicht. Da das virtuelle Modell des Dentalprothesen-Modells ohnehin genutzt wird, kann ein virtuelles Modell der Okklusionsplatte ohne sehr viel Zusatzaufwand ebenfalls berechnet werden. Daher ist eine derartige Erzeugung der Daten hierfür besonders vorteilhaft.

[0049] Bevorzugte Verfahren können sich auch dadurch auszeichnen, dass die vorkonfektionierten Prothesenzähne anhand des virtuellen Modells der Prothesenzähne mit einem CAM-Verfahren basal abgetragen werden, insbesondere abgefräst werden, so dass die basale Form der vorkonfektionierten Prothesenzähne derart an die virtuelle Prothesenbasis angepasst wird, dass die äußere Form der Prothesenbasis mit den eingesetzten Prothesenzähnen der äußeren Form des virtuellen Dentalprothesen-Modells entspricht.

[0050] Hierdurch kann auch die basale Kürzung der vorkonfektionierten Prothesenzähne mit Hilfe des virtuellen Modells erfolgen, so dass eine vollständigere Automatisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens erreicht wird.

[0051] Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass zur Berechnung des virtuellen Dentalprothesen-Modells Daten zur äußeren Form von bekannten vorkonfektionierten Prothesenzähnen verwendet werden.

[0052] Mit dieser Maßnahme kann ein Einscannen beziehungsweise Ausmessen der vorkonfektionierten Prothesenzähne vermieden werden und so eine weitere Vereinfachung des Verfahrens erreicht werden.

[0053] Schließlich kann auch vorgesehen sein, dass die an der Okklusionsplatte eingesetzten vorkonfektionierten Prothesenzähne mit der Okklusionsplatte mit Hilfe eines zu verfestigenden fluiden Fixierungsmittels, insbesondere eines Wachses oder eines Harzes, in einer Halterung fixiert werden und anschließend die Halterung in der Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau von dreidimensionalen Kunststoffstrukturen fixiert wird, um die Prothesenbasis aufzudrücken, oder in einer computergesteuerten Fräse fixiert wird, um die Prothesenzähne anschließend basal abzutragen und/oder anzurauen, wobei bevorzugt die basalen Seiten der vorkonfektionierten Prothesenzähne aus dem Fixierungsmittel herausragen.

[0054] Die Halterung kann eine einfache Form, wie ein Ring sein, in dem das Fixierungsmittel sich verfestigt oder verfestigt wird, um die vorkonfektionierten Prothesenzähne und die Okklusionsplatte zu fixieren. Der Ring benötigt eine Markierung, um eine eindeutige Richtung für die Lage der Prothesenzähne und/oder eine eindeutige Fixierung in der Fräsmaschine und/oder der Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau von dreidimensionalen Kunststoffstrukturen zu gewährleisten. Die Markierung kann beispielsweise eine Nut oder ein Zapfen sein. Hierbei erfolgt auch eine Fixierung der vorkonfektionierten Prothesenzähne mit der Okklusionsplatte. Das Abtragen erfolgt durch Abfräsen der basalen Seiten der Prothesenzähne. Durch das Fixierungsmittel kann die Okklusionsplatte mit den vorkonfektionierten Prothesenzähnen in vorhandenen üblichen Formen beziehungsweise Halterungen beziehungsweise Fräshalterungen eingesetzt werden. Unabhängig von der Form der Okklusionsplatte und der Prothesenzähne können diese mit der Halterung verbunden werden, so dass ein Befestigen in einer Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau von dreidimensionalen Kunststoffstrukturen möglich ist, beziehungsweise eine gemeinsame Bearbeitung der basalen Seiten der Prothesenzähne möglich ist.

[0055] Bei diesen Ausführungen kann vorgesehen sein, dass das Fixierungsmittel entfernt wird, nachdem die Prothesenzähne basal abgetragen wurden, wobei theoretisch die Prothesenzähne an der Okklusionsplatte befestigt bleiben können, wobei bevorzugt die Prothesenzähne von der Okklusionsplatte gelöst werden und wobei bevorzugt das Fixierungsmittel, das Wachs oder das Harz zur Entfernung des Fixierungsmittels, insbesondere des Wachses oder des Harzes geschmolzen und/oder ausgewaschen wird.

[0056] Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegenden Aufgaben werden auch gelöst durch eine Dentalprothese hergestellt mit einem solchen Verfahren.

[0057] Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegenden Aufgaben werden ferner gelöst durch eine Vorrichtung oder Kombination von Vorrichtungen zum Durchführen eines solchen Verfahrens, aufweisend eine Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau von dreidimensionalen Kunststoffstrukturen und einen Computer zur Berechnung der virtuellen Modelle und zur Steuerung der CAM-Vorrichtung, bevorzugt zusätzlich aufweisend eine computergesteuerte Fräse.

[0058] Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegenden Aufgaben werden schließlich auch gelöst durch eine Okklusionsplatte hergestellt mit einem CAD/CAM-Verfahren zur Umsetzung eines solchen Verfahrens.

[0059] Die Prothesenzähne und/oder die Prothesenbasis bestehen bevorzugt aus einem Kunststoff, besonders bevorzugt bestehen die Prothesenzähne aus Polymethylmethacrylat (PMMA).

[0060] Die vorkonfektionierten Prothesenzähne können einzeln und/oder in mehreren Gruppen zusammenhängend oder als komplette Zahnreihen zusammenhängend vorliegen. Zusammenhängende Prothesenzähne sind fest miteinander verbunden.

[0061] Vorliegend wird im Rahmen der Erfindung der allgemein bekannte Begriff Rapid-Prototyping-Verfahren (RP-Verfahren) für ein Herstellungsverfahren verwendet, bei dem die Okklusionsplatte mit einem für Rapid-Prototyping üblichen Herstellungsverfahren hergestellt wird. Da es sich bei der Okklusionsplatte nicht um einen Prototypen, sondern um fertige oder halbfertige Bauteile handelt, könnte anstatt des Begriffs „Rapid-Prototyping-Verfahren“ auch die in solchen Zusammenhängen gelegentlich gebrauchten Begriffe „Rapid Manufacturing“, „generatives Fertigungsverfahren“, „Rapid-Product-Development“, „Advanced Digital Manufacturing“ oder „E-Manufacturing“ verwendet werden. Die Prothesenbasis wird bevorzugt aus einem rosafarbenen oder pinken Kunstharz gefertigt und die Prothesenzähne aus mehreren zahnfarbenen Kunststoffen.

[0062] Der Erfindung liegt die überraschende Erkenntnis zugrunde, dass die entsprechend eines dreidimensionalen Modells der Dentalprothese zueinander ausgerichteten Prothesenzähne direkt als Grundlage zum Aufdrucken der Prothesenbasis verwendet werden können. Dadurch kann auf die Verwendung eines Klebstoffs zur Verbindung der Prothesenbasis mit den Prothesenzähnen und auf den Vorgang des Einklebens vollständig verzichtet werden. Hierdurch entfallen der Aufwand der dafür notwendigen Verfahrensschritte und das Risiko möglicher Fehler beim Klebevorgang, die zu einer Beeinträchtigung der Qualität der Dentalprothese führen können. Da bei modernen Verfahren die Dentalprothese ohnehin generativ gefertigt wird, entsteht nur ein geringer Zusatzaufwand bei der ohnehin notwendigen Fertigung der Prothesenbasis. Dadurch wird mit der vorliegenden Erfindung ein Verfahren angegeben, dass bei Reduktion des Aufwands und der Kosten ein stabileres Ergebnis bezüglich der Dentalprothese liefert. Um eine mechanisch besonders stabile Dentalprothese zu erhalten, ist es sinnvoll, die Prothesenzähne zur stabileren Anbindung an das Material der Prothesenbasis, das auf die Prothesenzähne basal aufgedruckt wird, durch Anquellen mit einem Lösungsmittel und/oder durch Aufrauen und/oder Reinigung vorzubereiten.

[0063] Mit der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren angegeben, mit dem vorkonfektionierte Prothesenzähne in einem Arbeitsschritt unter Verwendung der Daten eines Intraoral-Scans oder Scans des Gipsmodells eines unbezahnten oder teilbezahnten Kiefers und einer virtuellen Aufstellung und/oder Artikulation mit der Prothesenbasis verbunden werden können.

[0064] Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von sieben schematisch dargestellten Figuren erläutert, ohne jedoch dabei die Erfindung zu beschränken. Dabei zeigt:

[0065] Fig. 1: eine perspektivische Ansicht eines CAD-Modells einer Prothesenbasis für einen Oberkiefer;

[0066] Fig. 2: eine perspektivische Ansicht eines virtuellen CAD-Modells von Prothesenzähnen;

[0067] Fig. 3: eine Aufsicht auf eine Okklusionsplatte zum Durchführen eines erfindungsgemäßen Verfahrens;

[0068] Fig. 4: eine perspektivische Teilansicht der Okklusionsplatte nach Fig. 3 mit angelegten / eingesetzten vorkonfektionierten Prothesenzähnen;

[0069] Fig. 5: eine perspektivische Ansicht der mit Prothesenzähnen bestückten Okklusionsplatte nach Fig. 4, die in eine Fräshalterung eingesetzt wurde;

[0070] Fig. 6: eine perspektivische Ansicht der in Wachs beziehungsweise Fräswachs gegossenen, mit der Fräshalterung verbundenen und mit Prothesenzähnen bestückten Okklusionsplatte, wobei die Prothesenzähne basal gefräst werden; und

[0071] Fig. 7: das schichtweise Aufdrucken der Prothesenbasis auf die abgefrästen Prothesenzähne mit einem 3D-Drucker unter Verwendung eines mit Licht aushärtbaren flüssigen Harzes.

[0072] Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht eines virtuellen CAD-Modells einer Prothesenbasis **1** zum Durchführen eines erfindungsgemäßen Verfahrens. In der Oberseite des virtuellen Modells der Prothesenbasis **1** sind eine Vielzahl von Flächen **2** (Aufnahmeflächen **2**) zur Fixierung von Prothesenzähnen (in Fig. 1 nicht gezeigt) vorgesehen. Eine physische Prothesenbasis **1** wird anhand des virtuellen CAD-Modells erzeugt, das mittels File-Splitting aus einem virtuellen Dentalprothesen-Modell, enthaltend die Daten zur Oberfläche der Prothesenbasis **1** und von virtuellen Prothesenzähnen, gewonnen wurde, wobei die physische Prothesenbasis **1** durch Aufdrucken der Prothesenbasis **1** auf die basalen Enden von aufgrund des Dentalprothesen-Modells ausgerichteten Prothesenzähnen erzeugt wird. Zur Herstellung der realen Prothesenbasis **1** wird das virtuelle CAD-Modell der Prothesenbasis **1** mit einem 3D-Drucker als Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau von dreidimensionalen Kunststoffstrukturen auf die physischen Prothesenzähne ausgedruckt. Die so erzeugte physische Prothesenbasis **1** besteht dann aus einem rosafarben eingefärbten Kunststoff beziehungsweise aus einem rosafarben eingefärbten lichtgehärteten Kunstharz. Die Färbung und Transparenz wird passend zu einer Zahnfleischoptik gewählt. Der Einfachheit halber wird vorliegend bezüglich der Bezugszeichen nicht zwischen den physischen Teilen und den virtuellen Modellen unterschieden.

[0073] Das virtuelle Dentalprothesen-Modell wird erzeugt, indem zunächst ein Intraoral-Scan beim Patienten durchgeführt oder ein Scan eines Gipsmodells der Mundraumsituation des Patienten aufgenommen wird. Basierend auf diesen Daten erfolgt eine virtuelle Aufstellung der Prothesenzähne, wobei dabei bevorzugt auch die Artikulation des Kiefers des Patienten berücksichtigt wird. Dazu können virtuelle CAD-Modelle der zu verwendenden vorkonfektionierten Prothesenzähne verwendet werden, die in einer virtuellen Prothesenbasisgrundform aufgestellt werden.

[0074] Fig. 2 zeigt eine perspektivische Ansicht eines virtuellen CAD-Modells der zu erzeugenden beziehungsweise der gegeneinander auszurichtenden Prothesenzähne **4**. Die in Fig. 2 gezeigte Form entspricht der durch das File-Splitting verbleibenden Anteile des virtuellen Dentalprothesen-Modells, so dass das virtuelle Modell der Prothesenzähne **4** nach Fig. 2 und das virtuelle Modell der Prothesenbasis **1** nach Fig. 1 zusammengesetzt das virtuelle Dentalprothesen-Modell ergeben.

[0075] Es sei darauf hingewiesen, dass die realen Prothesenzähne **4** bevorzugt vereinzelt vorliegen und nicht miteinander verbunden sind, obwohl dies so in Fig. 2 dargestellt ist. Das erfindungsgemäße Verfahren ist aber auch mit Zahnreihen von miteinander verbundenen Prothesenzähnen **4** durchführbar, die alle oder gruppenweise miteinander verbunden sind.

[0076] Die realen Prothesenzähne **4** bestehen aus einem harten weißen Kunststoff mit einer für Zähne oder zu den Zähnen des Patienten passenden Färbung und Transparenz. Jeder Prothesenzahn **4** weist eine koronale Oberfläche **6** (Kaufläche) und eine basale Oberfläche **8** auf. Auf die basale Oberfläche **8** wird später die Prothesenbasis **1** aufgedruckt, so dass die Flächen **2** zur Fixierung der Prothesenzähne **4** in der Prothesenbasis **1** auf den basalen Oberflächen **8** der Prothesenzähne **4** aufliegen. Die Flächen **2** passen dann zu den basalen Gegenstücken auf der basalen Seite **8** der Prothesenzähne **4**, da die Prothesenbasis **1** direkt auf die basalen Oberflächen **8** der Prothesenzähne **4** aufgedruckt wird. Die basalen Seiten **8** der Prothesenzähne **4** werden erfindungsgemäß durch basales Abtragen, insbesondere durch Abschleifen oder Abfräsen, von vorkonfektionierten Prothesenzähnen erzeugt beziehungsweise bearbeitet.

[0077] Für die Prothesenzahnreihe wird nun eine dünne Platte mit einem Okklusionsrelief, eine sogenannte Okklusionsplatte, mittels CAM-Verfahren (gefräst oder gedruckt) hergestellt, um die Prothesenzähne **4** exakt in dieser zuvor festgelegten räumlichen Anordnung leicht zu fixieren. Fig. 3 zeigt eine perspektivische Aufsicht auf eine solche Okklusionsplatte **10** zum Durchführen eines erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Okklusionsplatte **10** wird hergestellt, in dem die Form der Oberfläche aller koronalen Seiten **6** der Prothesenzähne **4** in der aus dem virtuellen Dentalprothesen-Modell oder dem virtuellen CAD-Modell der Prothesenzähne **4** nach Fig. 2 vorliegenden Orientierung und Anordnung zueinander als CAD-Modell für eine Oberfläche der Okklusionsplatte **10** verwendet wird. Die anderen Oberflächen des CAD-Modells der Okklusionsplatte **10** können als Zahnbogenform mit ebener Unterseite und an die Höhe einer später zu verwendenden Fräshalterung angepassten Dicke oder nach Art einer Aufbisschiene leicht automatisch ergänzt werden. Optional kann die Okklusionsplatte **10** auch in mehrere Segmente unterteilt sein, welche über Verbindungselemente in einer vordefinierten Geometrie zusammen gefügt werden.

[0078] Das CAD-Modell der Okklusionsplatte **10** wird verwendet, um die reale, in Fig. 3 gezeigte Okklusionsplatte **10** mit einem CAM-Verfahren, beispielsweise durch ein RP-Verfahren, aus Kunststoff herzustellen. Beispielsweise kann die Okklusionsplatte **10** mit dem gleichen 3D-Drucker hergestellt werden, mit dem auch die Prothesenbasis **1** auf die Prothesenzähne **4** aufgedruckt wird. Die in Fig. 3 gezeigte Oberfläche der Okklusi-

onsplatte **10** weist Aufnahme­flächen **12** in Form von Vertiefungen auf, die der koronalen Form der zu bearbeitenden vorkonfektionierten Prothesenzähne **4** entsprechen.

[0079] Fig. 4 zeigt eine perspektivische Teilansicht der Okklusionsplatte **10** nach Fig. 3 mit an den Aufnahme­flächen **12** angelegten beziehungsweise in den Aufnahme­flächen **12** eingesetzten Prothesenzähnen **14**. Die vorkonfektionierten Prothesenzähne **14** werden mit der koronalen Seite an beziehungsweise in die jeweils passenden Aufnahme­flächen **12** der Okklusionsplatte **10** gesetzt. Die basalen Seiten **8** der vorkonfektionierten Prothesenzähne **14** sind dann frei zugänglich. Idealerweise und erfindungsgemäß besonders bevorzugt wird die Form der Aufnahme­flächen **12** der Okklusionsplatte **10** so erzeugt, dass die eingesetzten vorkonfektionierten Prothesenzähne **14** mit ihren koronalen Seiten in Presspassung in der Okklusionsplatte **10** stecken. Die vorkonfektionierten Prothesenzähne **14** können dann nicht mehr ohne weiteres aus der Okklusionsplatte **10** herausfallen. Alternativ oder zusätzlich ist es jedoch auch möglich, einen Haftvermittler zwischen die vorkonfektionierten Prothesenzähne **14** und die Aufnahme­flächen **12** einzubringen beziehungsweise auf den vorkonfektionierten Prothesenzähnen **14** und/oder den Aufnahme­flächen **12** aufzutragen. Die vorkonfektionierten Prothesenzähne **14** müssen in diesem Arbeitsschritt aber auch beim Einsetzen noch nicht fixiert werden.

[0080] Fig. 5 zeigt eine perspektivische Ansicht der mit vorkonfektionierten Prothesenzähnen **14** bestückten Okklusionsplatte **10** nach Fig. 4, die in eine Fräshalterung **15** eingesetzt wurde. Die Anordnung aus Okklusionsplatte **10** und vorkonfektionierten Prothesenzähnen **14** wird also in die Fräshalterung **15** für eine Fräsmaschine gestellt. Dabei können kleine Aussparungen der Fräshalterung **15** mit den entsprechenden Gegenstücken in der Okklusionsplatte **10** helfen, die Okklusionsplatte **10** exakt in der Fräshalterung **15** zu positionieren. Solche Aussparungen sind aber nicht notwendig, das heißt, die innere Struktur der Fräshalterung **15**, wie in Fig. 5 gezeigt, ist zur Umsetzung erfindungsgemäßer Verfahren nicht notwendig.

[0081] Diese Fräshalterung **15** wird durch einen Kunststoffring mit bekannten Außenabmessungen gebildet. Im Inneren des Rings ist vorliegend ein Profil vorgesehen, das der besseren Fixierung und Orientierung der Okklusionsplatte **10** in der Fräshalterung **15** dient.

[0082] Der noch vorhandene Freiraum zwischen Okklusionsplatte **10**, Fräshalterung **15** und vorkonfektionierten Prothesenzähnen **14** wird anschließend mit einem Wachs **16** beziehungsweise mit einem Fräs­wachs **16** bis zum Halsbereich der Prothesenzähne **14** ausgegossen. Das Wachs **16** härtet aus und fixiert die Okklusionsplatte **10** und die vorkonfektionierten Prothesenzähne **14** in der Fräshalterung **15**. Die Fräshalterung **15** wird anschließend in eine computergesteuerte 4-Achs- oder 5-Achsfräse eingespannt und die vorkonfektionierten Prothesenzähne **14** werden nach Maßgabe des in Fig. 2 gezeigten virtuellen Modells der zu kürzenden Prothesenzähne **4** basal vollautomatisch abgefräst. Bevorzugt werden dabei die basalen Seiten **8** der Prothesenzähne **4** alle derart gekürzt, dass alle Basalflächen in einer Ebene liegen (anders als in den Fig. 5 und Fig. 6 dargestellt), besonders bevorzugt dass alle Basalflächen mit einer Genauigkeit von mindestens 1 mm in einer Ebene liegen, ganz besonders bevorzugt mit einer Genauigkeit von mindestens 0,1 mm in einer Ebene liegen. Zum Abfräsen weist die Fräshalterung **15** eine Markierung zur Orientierung der Okklusionsplatte **10** und zum Einsetzen in die Fräs-Maschine auf, da ansonsten eine Zuordnung der Prothesenzähne **14** in der Fräs-Maschine nicht ohne weiteres möglich ist. Es kann dementsprechend auch vorgesehen sein, dass eine Nut oder ein Sackloch als Markierung an der Außenfläche eingesetzt wird, um eine Bestimmung der Lage und der Orientierung der Prothesenzähne **4** in der Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau von dreidimensionalen Kunststoffstrukturen beziehungsweise dem 3D-Drucker zu ermöglichen.

[0083] Diese Situation ist in Fig. 6 gezeigt, in der eine perspektivische Ansicht der in Wachs **16** gegossenen, mit der Fräshalterung **15** verbundenen und mit Prothesenzähnen **4**, **14** bestückten Okklusionsplatte **10** dargestellt ist, wobei die vorkonfektionierten Prothesenzähne **14** basal gefräst werden oder die Prothesenzähne **4** schon basal abgefräst sind. Nachdem die Prothesenzähne **4** mit der gewünschten Form aus den vorkonfektionierten Prothesenzähnen **14** hergestellt wurden, kann die Prothesenbasis **1** auf die Prothesenzähne **4** zur Bildung einer Dentalprothese aufgedruckt werden. Bevorzugt werden jedoch zunächst die abgeschliffenen Prothesenzähne **4** von dem Wachs **16** befreit, von der Halterung **15** und von der Okklusionsplatte **10** gelöst sowie anschließend gereinigt, um Rückstände von der Oberfläche der Prothesenzähne **4** zu befreien. Die Entfernung der Wachsrückstände kann beispielsweise durch Abwaschen mit heißem Wasser oder mit Wasserdampf geschehen. Alternativ können die Prothesenzähne **4** dabei in der Okklusionsplatte **10** verbleiben. Die gereinigten Prothesenzähne **4** werden danach wieder in die Okklusionsplatte **10** eingesetzt und in einer Halterung eines 3D-Druckers befestigt.

[0084] Diese Situation ist in Fig. 7 gezeigt, in der dargestellt ist, dass die Prothesenzähne **4** in der Okklusionsplatte **10** an einer Bauplattform **20** eines 3D-Druckers befestigt sind. Dazu kann die Okklusionsplatte **10**

in eine Rastung (nicht gezeigt) an der Bauplattform **20** greifen und mit dieser rasten. Die Bauplattform **20** ist mit Hilfe eines von dem 3D-Drucker gesteuerten Antriebsmotors **22** in Richtung einer Z-Achse senkrecht zur Okklusionsplatte **10** (in **Fig. 7** von oben nach unten) beweglich. Unterhalb der Bauplattform **20** und der Okklusionsplatte **10** mit den Prothesenzähnen **4**, deren basale Seiten **8** sich alle in einer Ebene befinden, ist ein nach oben offenes Becken mit einem flüssigen Harz **24** angeordnet. Das flüssige Harz **24** kann mit Hilfe von Licht ausgehärtet werden. Der Boden des Harzbeckens ist transparent, so dass das flüssige Harz **24** von unten beleuchtet werden kann. Die Okklusionsplatte **10** ist in **Fig. 7** durch ein lang gestricheltes Rechteck transparent dargestellt, um die Position der Prothesenzähne **4** in der Okklusionsplatte **10** zu verdeutlichen. Zu Beginn des Aufdrucks werden die Prothesenzähne **4** mit der basalen Seite einige Millimeter, bis hin zu etwa 20 Millimeter – je nach Länge der Prothesenzähne **4** –, in das Harzbad **24** beziehungsweise das flüssige Harz **24** eingetaucht.

[0085] Zur besseren Verbindung der Prothesenzähne **4** mit dem aushärtenden flüssigen Harz **24**, kann zuvor die Oberfläche, insbesondere die basale Oberfläche **8** der Prothesenzähne **4** durch Aufrauen und/oder Anquellen mit einem Lösungsmittel vorbereitet werden. Die Prothesenzähne **4** werden dazu an der basalen Seite **8** aufgeraut (beispielsweise mechanisch durch Sandstrahlen oder chemisch mit einem geeigneten Lösungsmittel) und/oder mit einer Flüssigkeit, die Methylmethacrylat (MMA) enthält, angequollen. Als MMA-haltige Flüssigkeit kann beispielsweise Palabond® der Firma Heraeus Kulzer GmbH verwendet werden.

[0086] Die Okklusionsplatte **10** mit den Prothesenzähnen **4** ist in eine dafür vorgesehene Halterung auf der Bauplattform **20** des 3D-Druckers in einer eindeutig definierten Position eingerastet. Anschließend kann anhand des CAD-Modells der Prothesenbasis **1** die physische Prothesenbasis **1** schichtweise aufgebaut werden.

[0087] Für den schichtweisen Aufbau auf den basal eingeebneten Prothesenzähnen **4** wird die Prothesenbasis **1** – im Gegensatz zu Verfahren mit separater Herstellung der Prothesenbasis **1** – bevorzugt mit ihrer Längsachse nur parallel zur Harzoberfläche ausgerichtet, wie in **Fig. 7** dargestellt.

[0088] Von den beiden daraus folgenden Orientierungsmöglichkeiten:

1. Absenken der angeordneten Prothesenzähne **4** beziehungsweise der Bauplattform **20** im Harzbad **24** und belichten der Harzschicht von oben oder
2. Anheben der angeordneten Prothesenzähne **4** beziehungsweise der Bauplattform **20** aus dem Harzbad **24** und belichten von unten durch den Wannenboden,

wird das Anheben aus dem Harzbad **24** favorisiert (wie in **Fig. 7** dargestellt), da hierdurch gegebenenfalls ohne das Anbringen von zusätzlichen Stützstrukturen gearbeitet werden kann.

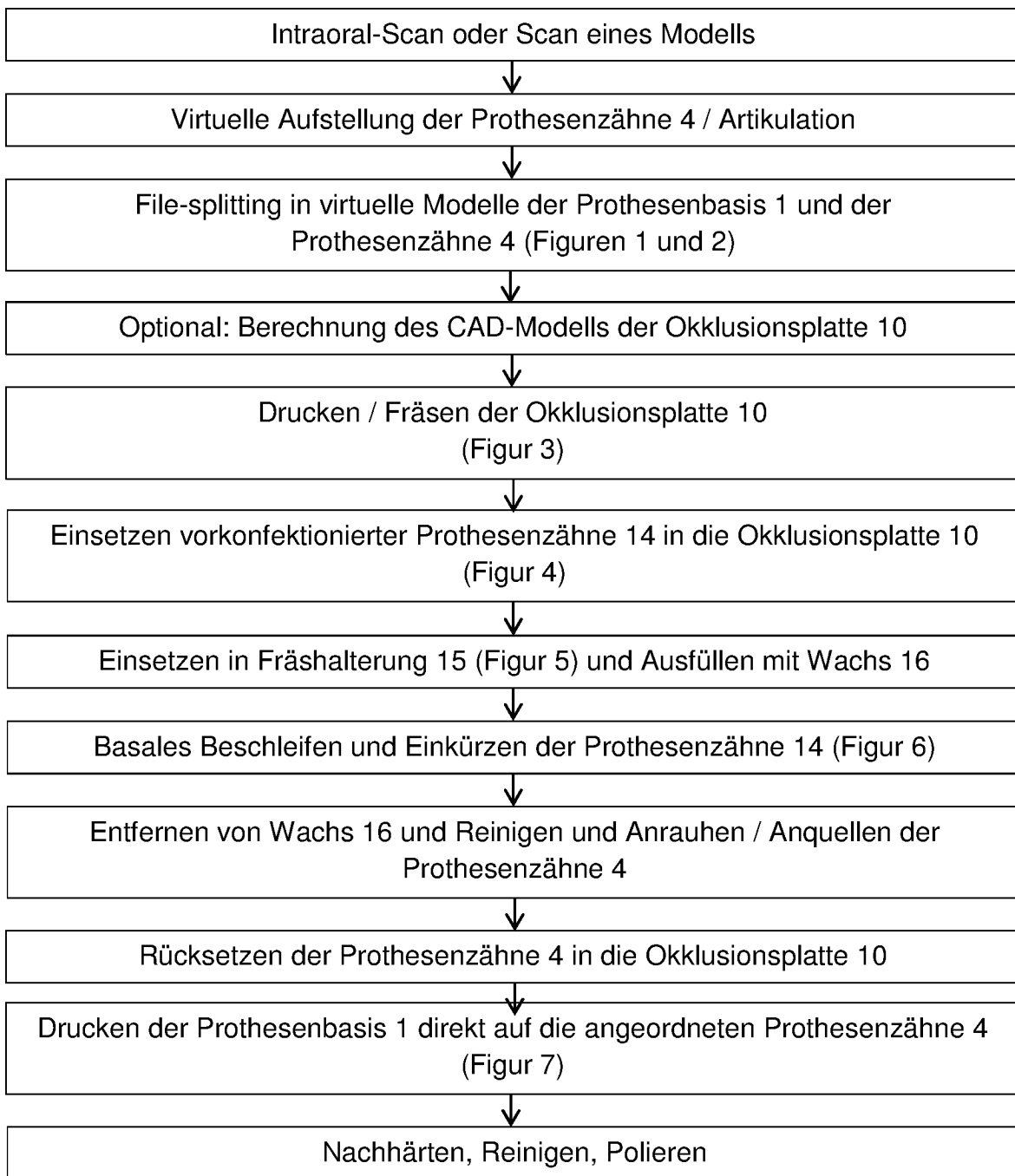
[0089] Ferner können bei einem Aufbau nach unten an den Basalseiten **8** der Prothesenzähne **4** makromechanische Retentionen angebracht werden, da bei dieser Anordnung die Auftragung der neuen Harzschicht nicht durch einen Wischer geglättet wird.

[0090] Die Beleuchtung erfolgt über ein System aus Linsen **26** und einem Mikrospiegel-Array **28** und einer Lichtquelle **30**. Als Mikrospiegel-Array **28** beziehungsweise „Digital Micromirror Device“ (DMD) kann beispielsweise eine Vorrichtung zum „Digital Light Processing“ (DLP) der Firma Texas Instruments verwendet werden. Mit der Beleuchtung wird das Harz **24** an den basalen Seiten **8** der Prothesenzähne **4** ausgehärtet und haftet dort an. Schichtweise wird die Prothesenbasis **1** darauf aufgebaut und wie bei bekannten 3D-Druckprozessen üblich die Prothesenbasis **1** aufgedruckt.

[0091] Nach dem Ende des Druckprozesses kann die Dentalprothese aus der Okklusionsplatte **10** entnommen und nachgehärtet („postcuring“) werden. Reste der Harzmischung auf der Prothesenoberfläche werden durch Reinigen in Ethanol oder Isopropanol im Ultraschallbecken entfernt. Eine Politur der Prothesenbasis **1** glättet die Oberfläche, schützt diese vor Plaque-Anlagerungen und verleiht der Dentalprothese ein ästhetisches Aussehen.

[0092] Das erfindungsgemäße Verfahren kann mit manuell oder mittels Rapid-Prototyping-Verfahren hergestellten Okklusionsplatten **10** durchgeführt werden. Ebenso kann das Verfahren alternativ auch auf gedruckte Prothesenzähne **4** oder Prothesenzahnreihen **4** angewandt werden.

[0093] Im Folgenden wird ein beispielhaftes Ablaufdiagramm für ein erfindungsgemäßes Verfahren gezeigt:



[0094] Die in der voranstehenden Beschreibung, sowie den Ansprüchen, Figuren, dem Ablaufdiagramm und Ausführungsbeispielen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln, als auch in jeder beliebigen Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

Bezugszeichenliste

- | | |
|-----------|---|
| 1 | Prothesenbasis |
| 2 | Fläche zur Fixierung von Prothesenzähnen |
| 4 | Prothesenzahn / Zahnreihe |
| 6 | Koronale Fläche / Koronale Seite des Prothesenzahns |
| 8 | Basale Fläche / Basale Seite des Prothesenzahns |
| 10 | Okklusionsplatte |
| 12 | Aufnahmeflächen für die koronalen Seiten der Prothesenzähne |
| 14 | Vorkonfektionierter Prothesenzahn |
| 15 | Fräshalterung |
| 16 | Wachs |

18	Fräse
20	Bauplatzform
22	Antriebsmotor
24	Flüssiges Harz / Harzbad
26	Linse
28	Mikrospiegel-Array
30	Lichtquelle

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- WO 91/07141 A1 [0005]
- DE 102009056752 A1 [0008]
- WO 2013124452 A1 [0008]
- DE 10304757 B4 [0008]
- EP 2571451 B1 [0010]
- EP 2666438 A2 [0010]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Dentalprothese, wobei die Dentalprothese eine Prothesenbasis (1) und mehrere Prothesenzähne (4, 14) aufweist, wobei das Verfahren unter Anwendung eines virtuellen dreidimensionalen Dentalprothesen-Modells der zu erzeugenden Dentalprothese erfolgt und wobei das virtuelle dreidimensionale Dentalprothesen-Modell virtuelle Prothesenzähne und eine virtuelle Prothesenbasis aufweist, gekennzeichnet durch die folgenden chronologischen Schritte:

A) Herstellen einer physischen Okklusionsplatte (10), wobei ein Bereich der Oberfläche der Okklusionsplatte (10) durch ein Negativ der koronalen Seiten der virtuellen Prothesenzähne des virtuellen Dentalprothesen-Modells gebildet wird, wobei die Lage und die Orientierung der virtuellen Prothesenzähne relativ zueinander entsprechend dem virtuellen Dentalprothesen-Modell in der Form der Oberfläche der Okklusionsplatte (10) erhalten bleibt;

B) Anlegen und Befestigen von vorkonfektionierten Prothesenzähnen (4, 14) an der Okklusionsplatte (10), wobei die koronalen Seiten der vorkonfektionierten Prothesenzähne (4, 14) an die durch das Negativ geformte Oberfläche der Okklusionsplatte (10) angelegt werden;

C) Befestigen der Okklusionsplatte (10) mit den darin befestigten Prothesenzähnen (4, 14) in einer Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau von dreidimensionalen Kunststoffstrukturen; und

D) Aufdrucken der Prothesenbasis (1) auf die basalen Enden (8) der Prothesenzähne (4, 14) mit der Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau von dreidimensionalen Kunststoffstrukturen auf der Basis der Form der virtuellen Prothesenbasis.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach Schritt B) und vor Schritt D) ein basales Abtragen der an der Okklusionsplatte (10) befestigten vorkonfektionierten Prothesenzähne (4, 14) erfolgt, wobei die Prothesenzähne (4, 14) durch das basale Abtragen an die Form der virtuellen Prothesenzähne und/oder der virtuellen Prothesenbasis angepasst werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die vorkonfektionierten Prothesenzähne (4, 14) basal so eingekürzt werden, dass die Basalflächen (8) aller Prothesenzähne (4, 14) in einer Ebene oder im Wesentlichen in einer Ebene liegen.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die basal eingekürzten Prothesenzähne (4, 14) aus der Okklusionsplatte (10) entfernt werden und von Rückständen befreit werden, bevorzugt von einem Haltemittel (16) zur Halterung der Prothesenzähne (4, 14) in der Okklusionsplatte (10) gereinigt werden, besonders bevorzugt von einem Wachs (16) oder von einem Fräs wachs (16) gereinigt werden, wobei die Prothesenzähne (4, 14) vor Schritt C) wieder in der Okklusionsplatte (10) befestigt werden.

5. Verfahren nach einer der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Herstellung der physischen Okklusionsplatte (10) aus der Lage und Orientierung der koronalen Seiten (6) der virtuellen Prothesenzähne des virtuellen dreidimensionalen Dentalprothesen-Modells ein virtuelles Modell der Okklusionsplatte (10) berechnet wird, so dass ein Bereich der virtuellen Oberfläche der virtuellen Okklusionsplatte (10) durch ein Negativ der koronalen Seiten (6) der virtuellen Prothesenzähne gebildet wird, wobei die Lage und die Orientierung der koronalen Seiten (6) der virtuellen Prothesenzähne relativ zueinander entsprechend dem Dentalprothesenmodell in dem Negativ erhalten bleibt und die physische Okklusionsplatte (10) mit einem CAM-Verfahren anhand der Daten des virtuellen Modells der Okklusionsplatte (10) hergestellt wird.

6. Verfahren nach einer der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Prothesenzähne (4, 14) vor Schritt C) zumindest bereichsweise basal angeraut und/oder zumindest bereichsweise mit einem Lösungsmittel angequollen werden, insbesondere nach einer Reinigung der Prothesenzähne (4, 14) und nach einer erneuten Befestigung der Prothesenzähne (4, 14) in der Okklusionsplatte (10).

7. Verfahren nach einer der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Befestigen der Okklusionsplatte (10) in der Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau von dreidimensionalen Kunststoffstrukturen in Schritt C) die Okklusionsplatte (10) in eine Halterung auf einer Bauplattform (20) der Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau von dreidimensionalen Kunststoffstrukturen in einer eindeutig definierten Position befestigt wird, bevorzugt in einer eindeutig definierten Position eingerastet wird.

8. Verfahren nach einer der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Aufdrucken der Prothesenbasis (1) auf die Prothesenzähne (4, 14) schichtweise erfolgt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die aufgedruckten Schichten der Prothesenbasis (1) in einer Ebene parallel zur Okklusionsebene oder zur Transversalebene des zu erzeugenden Gebisses erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Aufdrucken durch Aushärten eines flüssigen aushärtbaren Harzes (24) an einer Harzoberfläche eines Harzbad (24) durchgeführt wird, wobei die basalen Enden (8) der Prothesenzähne (4, 14) an die Harzoberfläche aufgelegt oder angelegt werden und/oder die basalen Enden (8) der Prothesenzähne (4, 14) eingetaucht werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum schichtweisen Aufbau die Prothesenzähne (4, 14) in dem Harzbad (24) abgesenkt werden, wobei eine Belichtung des flüssigen Harzes (24) zu dessen Aushärtung von oberhalb der Harzoberfläche erfolgt, oder die Prothesenzähne (4, 14) aus dem Harzbad (24) angehoben werden, wobei eine Belichtung des flüssigen Harzes (24) zu dessen Aushärtung von unterhalb der Harzoberfläche erfolgt.

12. Verfahren nach einer der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach Schritt D) die Dentalprothese aufweisend die ausgedruckte Prothesenbasis (1) und die darin befestigten Prothesenzähne (4, 14) aus der Okklusionsplatte (10) entnommen wird und anschließend eine Reinigung der Dentalprothese, eine Nachhärtung der Dentalprothese und/oder eine Politur der Prothesenbasis (1) erfolgt.

13. Verfahren nach einer der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das virtuelle dreidimensionale Dentalprothesen-Modell rechnerisch mittels File-Splitting in ein dreidimensionales Modell der virtuellen Prothesenzähne und ein virtuelles dreidimensionales Modell der Prothesenbasis geteilt wird.

14. Verfahren nach einer der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das virtuelle dreidimensionale Dentalprothesen-Modell auf der Grundlage eines Intraoral-Scans zur Formgebung der virtuellen Prothesenbasis und durch eine virtuelle Aufstellung von virtuellen Modellen der vorkonfektionierten Prothesenzähne (4, 14) in der virtuellen Prothesenbasis erzeugt wird, wobei bevorzugt die Form, die Lage und/oder die Orientierung der Prothesenzähne (4, 14) durch eine Simulation der Lage der Dentalprothese im Mundraum des Patienten ausgewählt wird und wobei besonders bevorzugt die Okklusionsebene und/oder die Kaubewegungen des Mundraums simuliert werden.

15. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die vorkonfektionierten Prothesenzähne (4, 14) anhand des virtuellen Modells der Prothesenzähne (4, 14) mit einem CAM-Verfahren basal abgetragen werden, insbesondere abgefräst werden, so dass die basale Form der vorkonfektionierten Prothesenzähne (4, 14) derart an die virtuelle Prothesenbasis (1) angepasst wird, dass die äußere Form der Prothesenbasis (1) mit den eingesetzten Prothesenzähnen (4, 14) der äußeren Form des virtuellen Dentalprothesen-Modells entspricht.

16. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Berechnung des virtuellen Dentalprothesen-Modells Daten zur äußeren Form von bekannten vorkonfektionierten Prothesenzähnen (4, 14) verwendet werden.

17. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die an der Okklusionsplatte (10) eingesetzten vorkonfektionierten Prothesenzähne (4, 14) mit der Okklusionsplatte (10) mit Hilfe eines zu verfestigenden fluiden Fixierungsmittels (16), insbesondere eines Wachses (16) oder eines Harzes, in einer Halterung (15) fixiert werden und anschließend die Halterung (15) in der Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau von dreidimensionalen Kunststoffstrukturen fixiert wird, um die Prothesenbasis (1) aufzudrucken, oder in einer computergesteuerten Fräse fixiert wird, um die Prothesenzähne (4, 14) anschließend basal abzutragen und/oder anzurauen, wobei bevorzugt die basalen Seiten (8) der vorkonfektionierten Prothesenzähne (4, 14) aus dem Fixierungsmittel (16) herausragen.

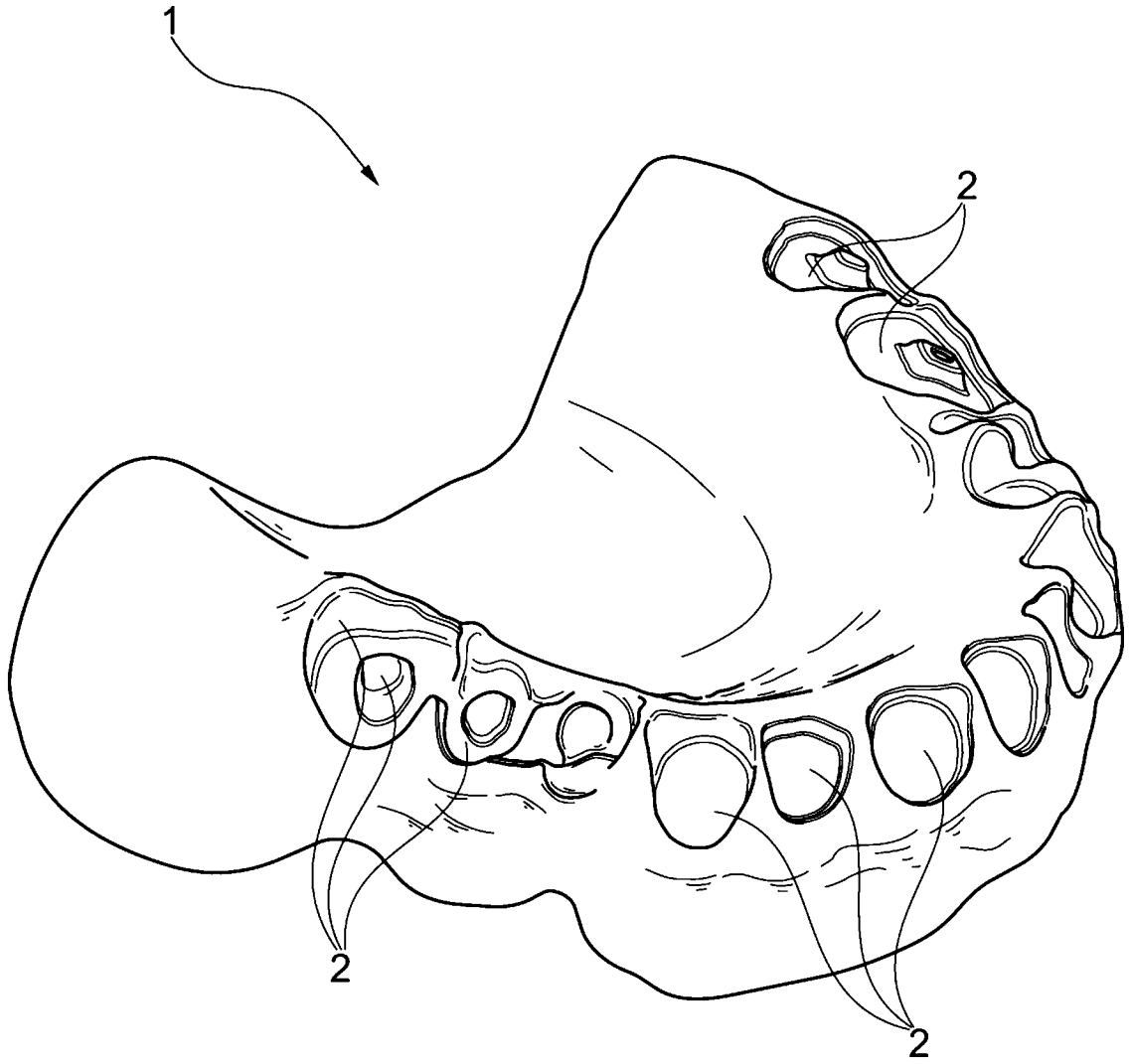
18. Dentalprothese hergestellt mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17.

19. Vorrichtung oder Kombination von Vorrichtungen zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 17, aufweisend eine Vorrichtung zum schichtweisen Aufbau von dreidimensionalen Kunststoffstrukturen und einen Computer zur Berechnung der virtuellen Modelle und zur Steuerung der CAM-Vorrichtung, bevorzugt zusätzlich aufweisend eine computergesteuerte Fräse.

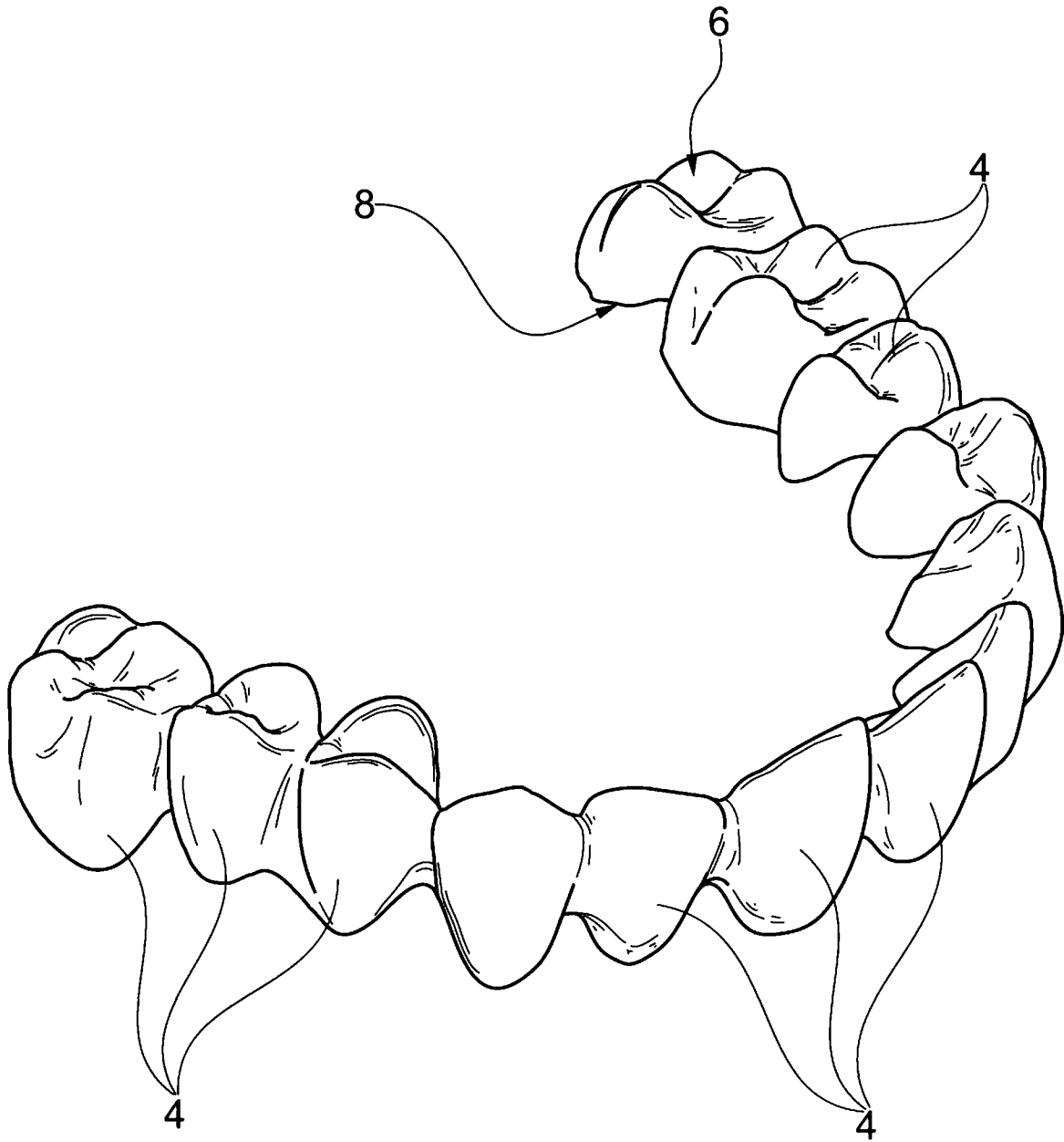
20. Okklusionsplatte (**10**) hergestellt mit einem CAD/CAM-Verfahren zur Umsetzung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 17.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

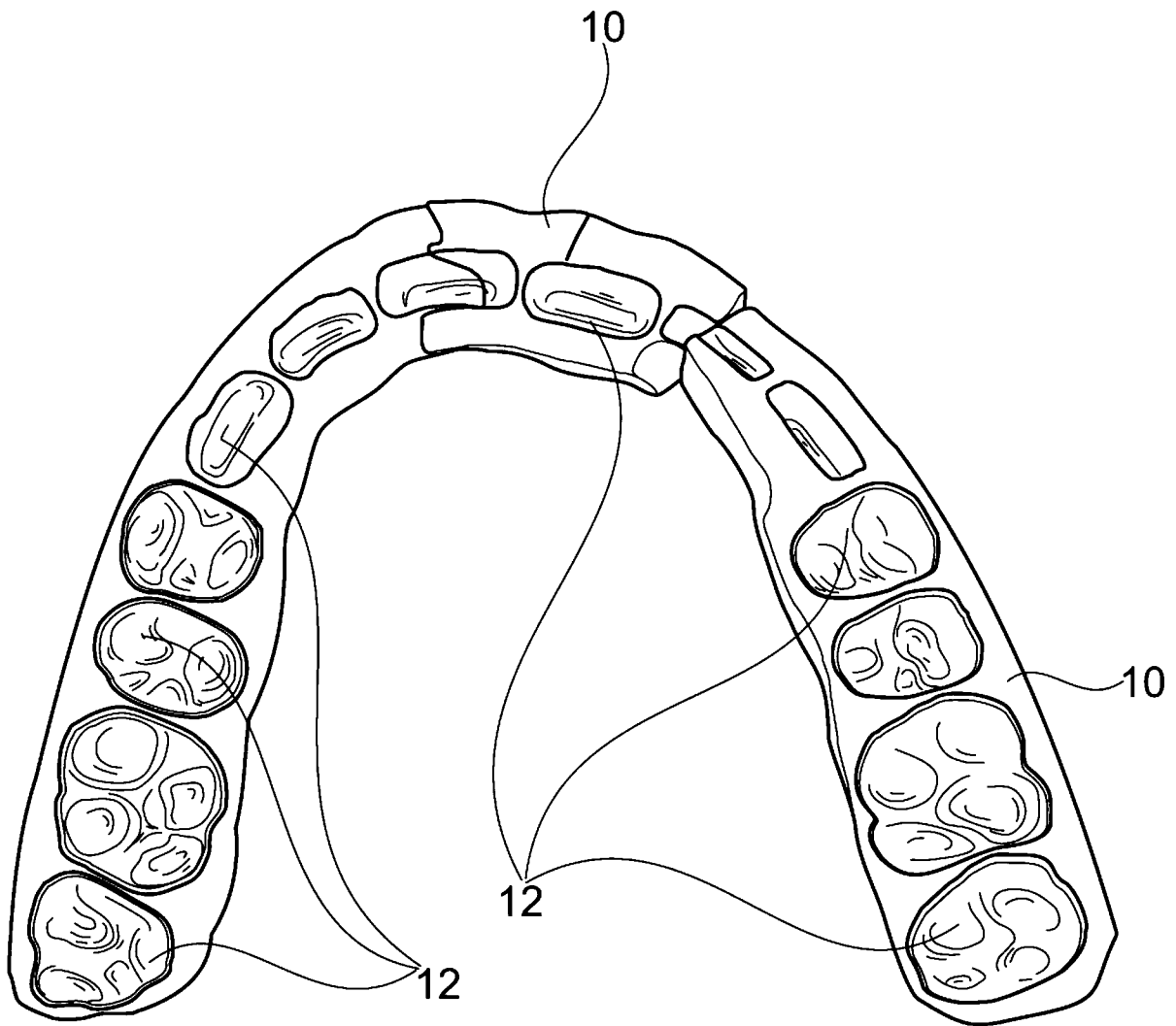
Anhängende Zeichnungen



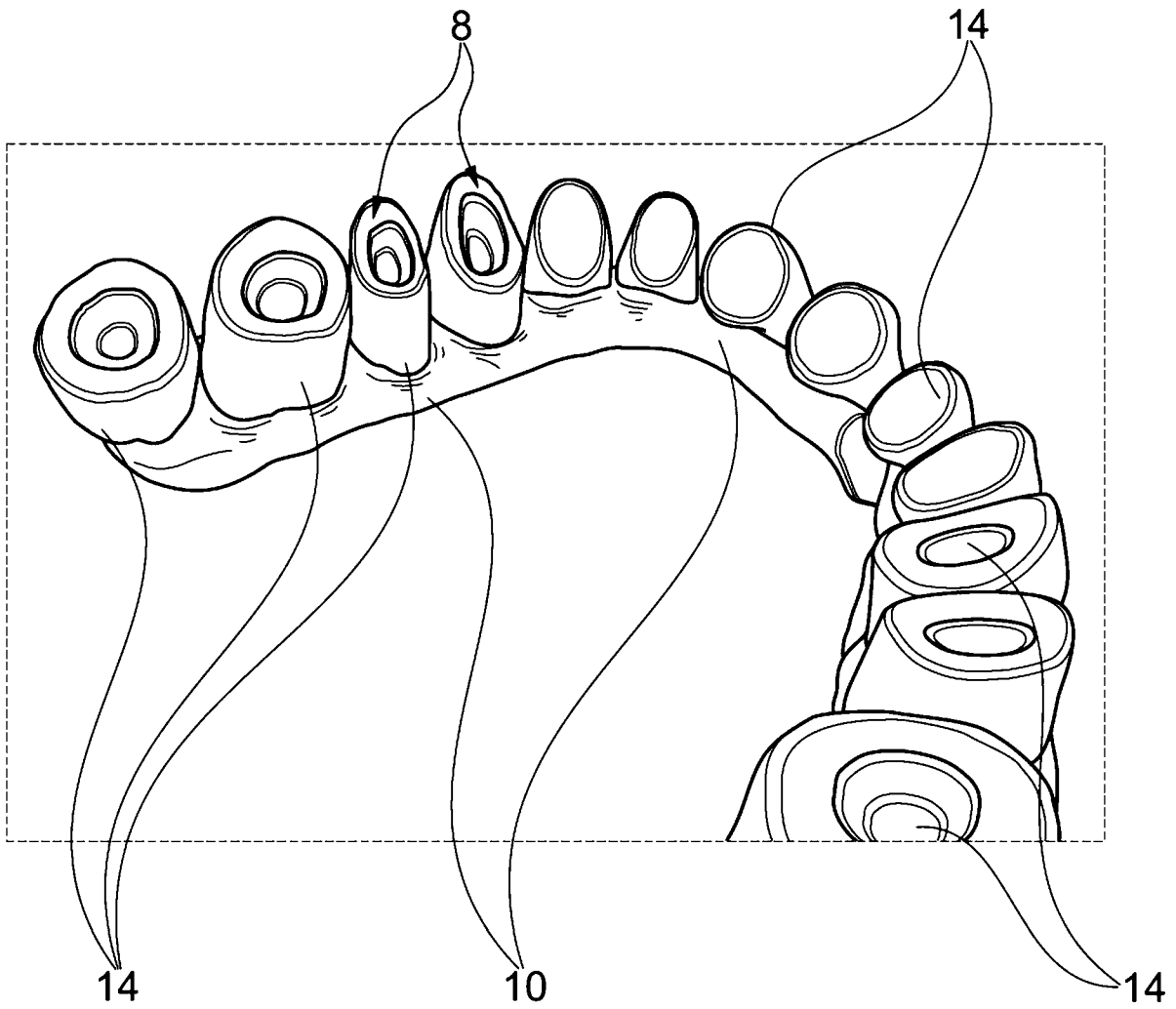
Figur 1



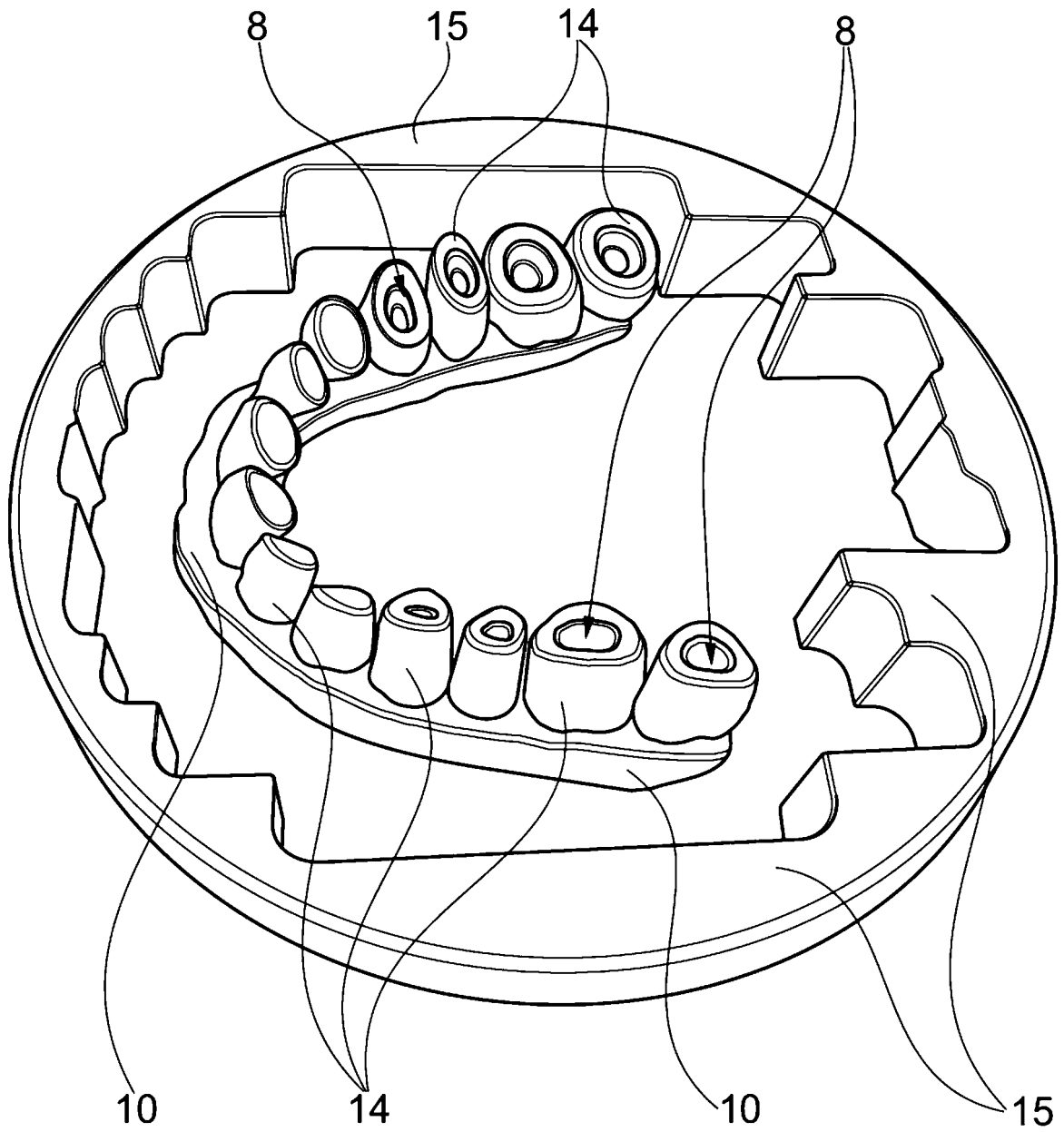
Figur 2



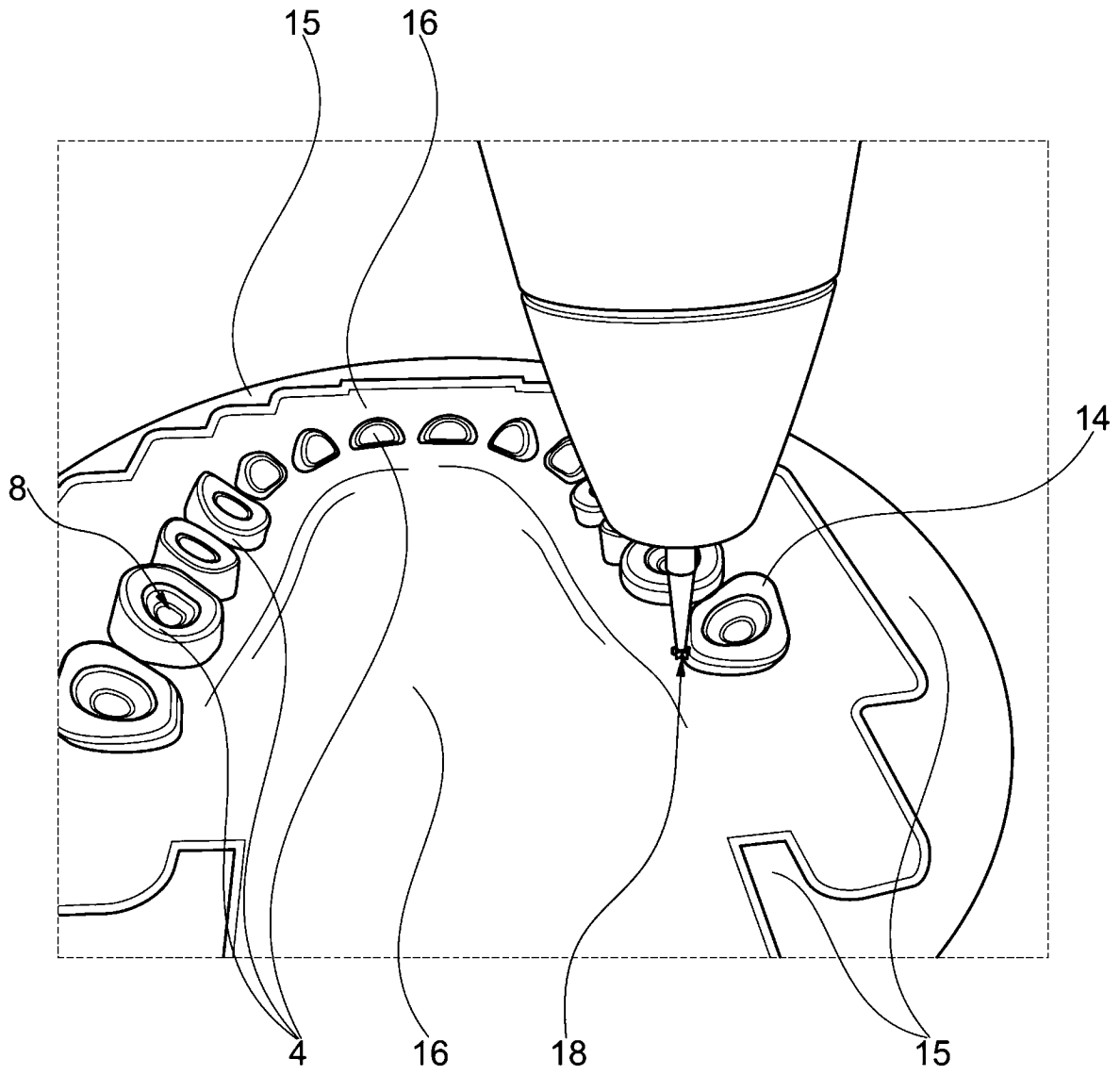
Figur 3



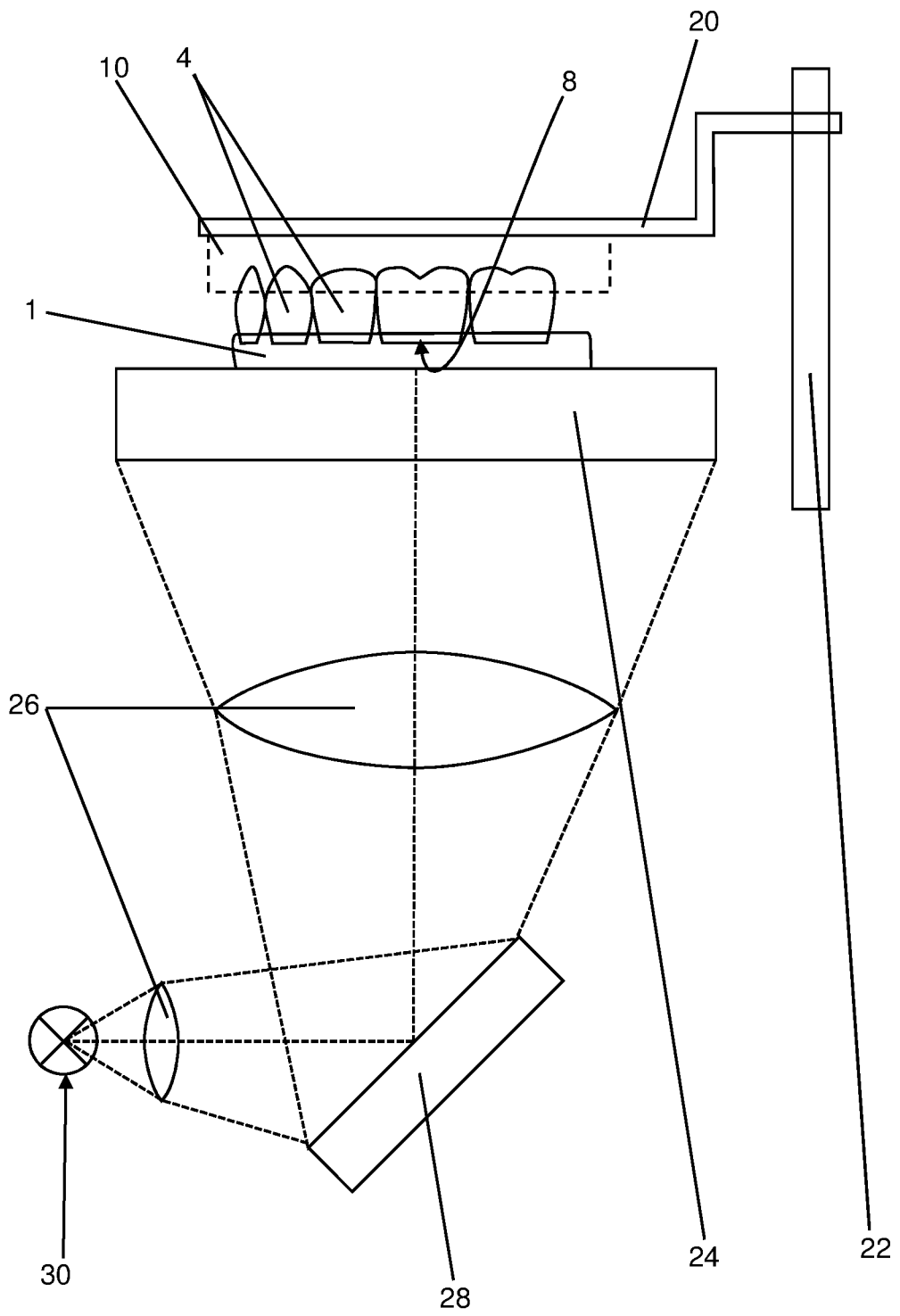
Figur 4



Figur 5



Figur 6



Figur 7