

Farb-/oder helligkeitscodierte Markierungen für Aufsatzteile zur Implantatplanung

Diese Veröffentlichung befasst sich mit einem Verfahren zur
Implantatplanung, wobei in einem ersten Schritt unter
5 Verwendung eines ersten Vermessungsverfahrens eine grobe
Übersichtsaufnahme eines ersten Bereichs der Zahnsituation
erfasst wird, wobei der erste Bereich mindestens zwei
Implantate mit darauf angebrachten Aufsatzteilen umfasst.

Das Cerec-System der Sirona Dental Systems GmbH für die
10 intraorale Vermessung ist hinreichend bekannt. Bekannt sind
Prozesse, die zur dreidimensionalen topographischen
Vermessung der Präparationssituation eine Kamera
einsetzen.

Aus dem Stand der Technik sind mehrere Verfahren zur
15 Vermessung von Zahnsituationen bekannt, bei denen die
relative Position von Implantaten oder Präparationen
zueinander bestimmt wird.

Typischerweise erfolgt die Vermessung von
Implantatpositionen und von Implantatorientierungen mittels
20 eines konventionellen Abdrucks, wobei ein Gipsmodell
erstellt wird. Das Gipsmodell wird anschließend vermessen
und die Position und Orientierung der Implantate werden
unter Verwendung der erzeugten Messdaten bestimmt. Bei
diesem Verfahren wird meist die relative Lage und
25 Orientierung der Implantate zueinander und relativ zum
Restzahnbestand bestimmt.

Bei einem alternativen Verfahren aus dem Stand der Technik
kann die Zahnsituation mittels eines optischen
dreidimensionalen Vermessungsverfahrens vermessen werden,
30 um anschließend anhand der erzeugten im dreidimensionalen

Aufnahme die Lage und Orientierung der Implantate relativ zueinander und relativ zum Restzahnbestand zu bestimmen.

Die DE 10 2004 035 091 A1 offenbart ein Verfahren zur Bestimmung der Lage und Orientierung eines dentalen
5 Implantats sowie ein Aufsatzteil hierfür. Dabei wird auf das Implantat eine Messgeometrie aufgesetzt, die einen Rückschluss auf die Lage und Orientierung des Implantats zulässt.

Anschließend erfolgt eine dreidimensionale Vermessung der
10 Zahnsituation, wobei Messdaten erzeugt werden.

In den Messdaten wird der Messkörper identifiziert und die Lage und Orientierung des Messkörpers bestimmt. Anhand der Lage und der Orientierung der Messgeometrie werden dann anschließend die Lage und die Orientierung des darunter
15 liegenden Implantats bestimmt. Es sind verschiedene Ausführungsformen des Aufsatzteils offenbart, das beispielsweise in Form eines Sechskants ausgestaltet sein kann.

Die DE 10 2007 056 820 A1 offenbart einen Messkörper für
20 ein Implantat und ein Verfahren zur Erstellung einer 3D-Messaufnahme. Der Messkörper weist eine Messgeometrie auf, die mittels einer Messkamera erfasst wird. An der Messgeometrie können dann die Ausrichtung und die Orientierung des Implantats bestimmt werden.

25 Die US 2008/0233537 A1 offenbart ein Abutment bzw. ein Aufsatzteil zur Befestigung an einem dentalen Implantat, wobei das Abutment Markierungen aufweist. Diese Markierungen können beispielsweise einen binären Code darstellen, der Informationen über das verwendete Implantat
30 enthält. Diese Informationen können beispielsweise

Informationen über den Hersteller, Typ und Größe des verwendeten Implantats enthalten.

Die US 7,319,529 B2 offenbart eine Vorrichtung zur farblichen dreidimensionalen Vermessung einer Struktur, wie
5 eines Zahnsegments, wobei zunächst dreidimensionale Daten der Struktur ermittelt werden und anschließend mit Farbdaten kombiniert werden. Dabei wird ein farbliches dreidimensionales virtuelles Modell der Struktur erzeugt.

Ein Nachteil der genannten Verfahren besteht darin, dass
10 die Qualität der dreidimensionalen optischen Aufnahmen zur Bestimmung der Lage und Orientierung der Implantate relativ zueinander oft nicht ausreichend ist. Zugleich ist eine Aufnahme mit einer höheren Auflösung wegen einer damit verbundenen längeren Aufnahmezeit oft nicht möglich.

15 Der Fokus der vorliegenden Veröffentlichung besteht also darin, ein Verfahren zur Vermessung einer Zahnsituation bereitzustellen, das eine genaue Bestimmung der Lage und Orientierung von Implantaten relativ zueinander ermöglicht.

Die Veröffentlichung betrifft vor allem ein Verfahren zur
20 Vermessung einer Zahnsituation umfassend mehrere Implantate zum Einsetzen von Zahnrestorationen. Dabei wird im ersten Schritt unter Verwendung eines ersten Vermessungsverfahrens zunächst ein erster Bereich der Zahnsituation erfasst.

Dabei werden erste Messdaten erzeugt. Der erste Bereich
25 umfasst mindestens zwei Implantate mit darauf angebrachten Aufsatzteilen, wobei die Aufsatzteile Markierungen aufweisen. Diese Markierungen sind unter Verwendung von Farb- und/oder Helligkeitsunterschieden hervorgehobene Strukturen.

30 Vorteilhafterweise können die Markierungen die Informationen über den Typ, Durchmesser oder Hersteller des

verwendeten Implantats oder den verwendeten Scanbody-Typen
enthalten. Ein Scanbody ist ein Messkörper, der auf ein
Implantat aufgesetzt wird, um die Position zu vermessen.
Der Scanbody wird auf das obere Ende des Implantats
5 gesteckt und weist somit eine Innenform auf, die als
Gegenstück zu einem Anschlussstück des Implantats
ausgebildet ist. Die Informationen über die Geometrie des
Anschlussstücks des Implantats können dann für die Planung
einer Restauration verwendet werden.

10 Die farblichen Markierungen können zusätzlich Informationen
über die Außenform des verwendeten Implantats enthalten.
Die Außenform kann auch des Anschlussstücks kann dabei
verschiedene Formen, wie eine konisch Außenform, eine
zylindrische Außenform, aufweisen. Das Anschlussstück kann
15 auch eine osseointegrierenden Oberfläche aufweisen.
Unterschiedliche Implantat-Typen können dabei dasselbe
Anschlussstück aufweisen.

Zur Verbesserung der Vermessung können die Markierungen
bestimmte Messgeometrien aufweisen, die farblich
20 hervorgehoben sind, um eine Bestimmung der Lage und
Orientierung der Implantate anhand der dreidimensionalen
Messdaten zu verbessern. Dabei kann die Messgeometrie eine
bestimmte geometrische Form, wie ein Viereck, oder
beispielsweise drei in einem Dreieck angeordnete Punkte
25 aufweisen.

Vorteilhafterweise kann die Vermessung nach einem
zweistufigen Verfahren erfolgen, wobei in einem ersten
Schritt eine Übersichtsaufnahme mittels des ersten
Vermessungsverfahrens erzeugt und anschließend im zweiten
30 Schritt eine präzisere Aufnahme erzeugt wird, die zweiten
Bereiche um die Implantate umfasst. Dies ermöglicht eine
genauere Vermessung der mit den Implantaten verbundenen

Aufsatzteile zur Bestimmung der Lage und Orientierung der Implantate relativ zueinander und relativ zur Zahnsituation.

Der Vorteil des vorliegenden Verfahrens liegt darin, dass
5 die Markierungen anhand von Farb- und Helligkeitsunterschieden codiert sind und dadurch eine genauere Erfassung der Markierungen ermöglicht wird.

Das verwendete Vermessungsverfahren bzw. Scanverfahren ist ein farbliches dreidimensionales optisches
10 Vermessungsverfahren und ist damit zur Erfassung der farblichen Markierungen geeignet.

Alternativ kann es sich bei den Markierungen, um ein strukturelles Muster mit Elementen unterschiedlicher Helligkeit handeln, wobei dieses Muster mit einem
15 monochromen Scanverfahren erfasst werden kann.

Das verwendete Vermessungsverfahren bzw. Scanverfahren kann beispielsweise auf einer Kombination aus einem Streifenprojektionsverfahren zur dreidimensionalen Vermessung und einer Videoaufnahme beruhen, wobei die
20 dreidimensionalen Oberflächendaten des Objekts aus der Streifenprojektionsaufnahme mit den farblichen Daten aus der Videoaufnahme des Objekts überlagert werden. Das Ergebnis ist damit eine farbliche dreidimensionale Oberflächenaufnahme des Objekts.

25 Ein Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass zunächst eine Übersichtsaufnahme mittels des ersten Vermessungsverfahrens und anschließend eine präzisere Aufnahme mittels des zweiten Vermessungsverfahrens erzeugt werden. Dies ermöglicht eine genauere Vermessung der
30 Implantate zur Bestimmung der Lage und Orientierung der

Implantate relativ zueinander und relativ zur Zahnsituation, wobei die Vermessungsdauer verkürzt wird.

Vorteilhafterweise können die ersten Messdaten und die zweiten Messdaten zu einer überlagerten Aufnahme der Zahnsituation zusammengefügt werden.

Das Zusammenfügen der ersten Messdaten und der zweiten Messdaten zu der überlagerten Aufnahme kann mittels eines Mustererkennungsalgorithmus erfolgen, der übereinstimmende Bereiche erkennt. Die überlagerte Aufnahme ermöglicht dem Benutzer einen schnellen Überblick über die gesamte Zahnsituation mit den integrierten präziseren zweiten Messdaten der Objektbereiche um die Implantate.

Vorteilhafterweise können die Objektbereiche um die farblichen Markierungen manuell durch einen Benutzer festgelegt werden.

Bei der manuellen Festlegung der Objektbereiche kann der Benutzer mittels eines Computers die Objektbereiche um die farblichen Markierungen der Aufsatzteile mit einem Mauszeiger umranden. Der Benutzer kann auch ein virtuelles Werkzeug benutzen, wobei zunächst ein Mittelpunkt eines kreisförmigen Objektbereichs an eine Symmetrieachse eines Implantats festgelegt wird und anschließend ein Kreis um diesen Punkt mit einem passenden Abstand gezogen wird.

Vorteilhafterweise können die Objektbereiche automatisch mittels eines Suchalgorithmus festgelegt werden.

Bei der automatischen Festlegung der Objektbereiche können die farblichen Markierungen der Aufsatzteile in der farblichen dreidimensionalen Aufnahme mittels des Suchalgorithmus computergestützt erkannt werden.

Anschließend kann automatisch ein kreisförmiger Objektbereich um jeden der erkannten Implantate mit einem

bestimmten Abstand zur Symmetrieachse des Implantats festgelegt werden. Der Abstand zum Mittelpunkt kann beispielsweise 2 mm bis 10 mm betragen.

Vorteilhafterweise kann das erste Vermessungsverfahren auf
5 einem Streifenprojektionsverfahren, auf einem konfokalen Mikroskopieverfahren, auf einem Weißlichtinterferometrieverfahren, auf einem Triangulationsverfahren mit farblichen Mustern oder auf einem dreidimensionalen Röntgenaufnahmeverfahren beruhen.

10 Bei dem bekannten Streifenprojektionsverfahren wird das Messobjekt mit einem Streifenmuster aus parallelen hellen und dunklen Streifen unterschiedlicher Breite beleuchtet. In einem weiteren Schritt wird das projizierte Streifenmuster unter einem bekannten Blickwinkel zur
15 Projektion mittels einer Kamera aufgenommen. Unter Verwendung eines sogenannten Phasenschiebeprozesses kann eine Projektionskoordinate bestimmt werden, die die Nummer des Streifens wiedergibt. Die Nummer des Streifens im Projektor entspricht einer Bildkoordinate in der Kamera.

20 Bei einer bekannten Kameraposition und einer bekannten Projektorposition relativ zum Objekt kann ein Schnittpunkt zwischen einer Ebene, die durch den jeweiligen Streifen definiert ist und einer Geraden, die durch die Koordinate in der Kamera definiert ist, berechnet werden. Für jeden
25 der Messpunkte wird auf diese Weise die dreidimensionale Koordinate der Oberfläche bestimmt.

Bei der Weißlichtinterferometrie wird ein Licht geringer Kohärenzlänge verwendet, sodass farbige Indifferenzen entstehen, wenn die Weglängen im Referenz- und Objektstrahl
30 nahezu gleich sind. Beim Verändern der Weglänge wird das Interferenzmuster verändert, sodass anhand des

Interferenzmusters der Abstand zur Oberfläche des Messobjekts bestimmt werden kann.

Bei dem dreidimensionalen konfokalen Mikroskopieverfahren wird die Oberfläche des dentalen Objekts schrittweise abgetastet, wobei eine Fokalebene schrittweise verschoben wird. Das Licht außerhalb der Fokalebene wird mittels einer Lochblende möglichst ausgeblendet. Aus den gemessenen Bilddaten der einzelnen Schritte unterschiedlicher Fokalebene kann anschließend ein dreidimensionales Modell des vermessenen Objekts berechnet werden.

Bei dem Triangulationsverfahren mit farblichen Mustern können mehrere Lichtquellen unterschiedlicher Farbe oder eine Lichtquelle mit mehreren Filtern unterschiedlicher Farbe und ein Projektionsgitter zur Erzeugung der projizierten farblichen Muster verwendet werden. Dadurch können klar von einander abgegrenzte farbliche Muster, wie parallele Linien unterschiedlicher Farbe, erzeugt werden, die auf das dentale Objekt projiziert werden. Dieses Verfahren kann als das erste Vermessungsverfahren zur Erzeugung der ersten Messdaten und/oder als das zweite Vermessungsverfahren zur Erzeugung der zweiten Messdaten verwendet werden.