



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 129 793.1**

(22) Anmeldetag: **16.11.2021**

(43) Offenlegungstag: **17.05.2023**

(51) Int Cl.: **A61C 7/12 (2006.01)**

**A61C 7/20 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**METIS Innovations GmbH, 30625 Hannover, DE;  
orthoLIZE GmbH, 29336 Nienhagen, DE**

(72) Erfinder:

**Senger, Richard, 30625 Hannover, DE**

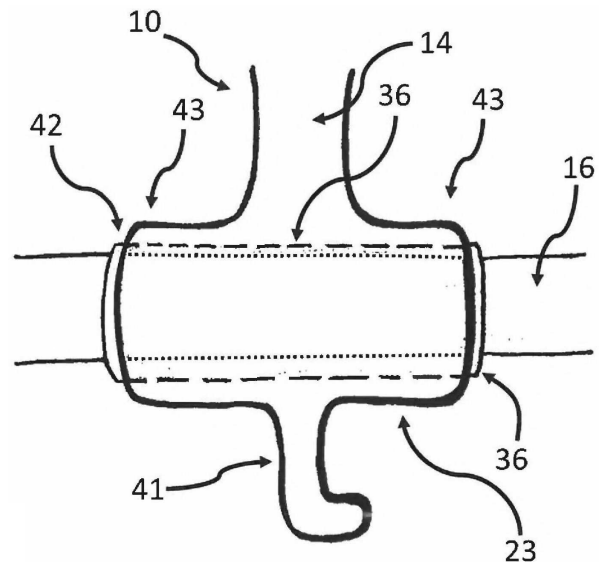
(74) Vertreter:

**Patentanwälte Bauer Vorberg Kayser  
Partnerschaft mbB, 50968 Köln, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Kieferorthopädische Apparatur mit Bewegungseinheit und Hülse**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Bewegungseinheit (10) für eine kieferorthopädische Apparatur (8) zum Korrigieren einer Fehlposition eines zu korrigierenden Zahns (7) eines menschlichen Unter- oder Oberkiefers (1), umfassend eine Zahnumfassungseinheit (13) zum Fixieren der Bewegungseinheit (10) an dem zu korrigierenden Zahn (7), sowie ein Kopplungselement (14; 15) zum verschiebbaren Verbinden der Bewegungseinheit (10) mit einem Führungsbogen (16) der kieferorthopädischen Apparatur (8). Dabei weist das Kopplungselement (14; 15) einen Gleitabschnitt (23; 24) zum Führen der Bewegungseinheit (10) entlang des Führungsbogens (16) auf. Der Gleitabschnitt (23; 24) ist zum Umgreifen des Führungsbogens (16) ringförmig ausgebildet. Ferner betrifft die Erfindung eine kieferorthopädische Apparatur zum Korrigieren einer Fehlposition eines zu korrigierenden Zahns (7) des menschlichen Ober- oder Unterkiefers (1), umfassend einen Führungsbogen (16) zum Vorgeben eines Bewegungspfades für den zu korrigierenden Zahn (7), sowie eine Bewegungseinheit (10). Dabei umfasst die Bewegungseinheit zumindest Folgendes: eine Zahnumfassungseinheit (13) zum Fixieren der Bewegungseinheit (10) an dem zu korrigierenden Zahn (7), sowie ein Kopplungselement (14; 15) zum verschiebbaren Verbinden der Bewegungseinheit (10) mit dem Führungsbogen (16), wobei das Kopplungselement (14; 15) einen Gleitabschnitt (23; 24) zum Führen der Bewegungseinheit (10) entlang des Führungsbogens (16) aufweist, wobei der Gleitabschnitt (23; 24) zum Umgreifen des Führungsbogens (16) ringförmig ausgebildet ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bewegungseinheit für eine kieferorthopädische Apparatur mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1. Ferner betrifft die Erfindung eine kieferorthopädische Apparatur zum Korrigieren einer Fehlposition eines zu korrigierenden Zahns des menschlichen Ober- oder Unterkiefers, wie im Oberbegriff von Anspruch 6 bzw. Anspruch 7 beschrieben. Zudem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Bewegungseinheit für eine kieferorthopädische Apparatur bzw. einer solchen kieferorthopädischen Apparatur selbst. Schließlich betrifft die Erfindung die Verwendung einer Hülse in einer kieferorthopädischen Apparatur, wie in Anspruch 13 beschrieben.

**[0002]** Den Stand der Technik, von dem die vorliegende Erfindung ausgeht, bildet die DE 10 2020 106 185 A1. Eine entsprechende kieferorthopädische Apparatur 8 ist in **Fig. 1**, schematisch in einem in einen menschlichen Oberkiefer 1 eingebrachten Zustand, sowie in einem vergrößerten Auszug entsprechend der Blickrichtung gemäß Pfeil III aus **Fig. 1** auch in **Fig. 2** dargestellt.

**[0003]** Im dem in **Fig. 1** dargestellten menschlichen Oberkiefer 1 sind die zwölf Zähne 2, 2', 3, 4, 5, 6, 7 in einer Draufsicht dargestellt. Die kieferorthopädische Apparatur 8 ist zum Korrigieren einer Fehlposition des zu korrigierenden Zahns 7 in den menschlichen Oberkiefer 1 eingebracht. Konkret dient die kieferorthopädische Apparatur 8 dazu, die Position des zu korrigierenden Zahns 7 weiter nach hinten, also nach distal, sprich in der Darstellung gemäß **Fig. 1** nach rechts unten, zu verschieben, um den zu korrigierenden Zahn 7 bestimmungsgemäß zu distalisieren. Aufgrund der zu vollziehenden Distalisierung bzw. Distalbewegung des zu korrigierenden Zahns 7 kann die dargestellte kieferorthopädische Apparatur 8 auch als kieferorthopädische Distalisierungsapparatur oder als Distalslider bezeichnet werden.

**[0004]** Im Unterschied zu abweichenden kieferorthopädischen Apparaturen, etwa Distalisierungs- oder auch Mesialisierungsapparaturen, die mit einer Vielzahl von an Zähnen angebrachten Brackets arbeiten, stellen die kieferorthopädischen Apparaturen 8, von denen die vorliegende Erfindung ausgeht, einen weniger starken Eingriff ins menschliche Gebiss dar. So ist die dargestellte kieferorthopädische Apparatur 8 lediglich mit den fünf Zähnen 3, 4, 5, 6 und 7, nicht jedoch mit den sieben weiteren Zähnen 2 und 2', in Interaktion.

**[0005]** Zur bestimmungsgemäßen Verschiebung des zu korrigierenden Zahns 7 weist die kieferorthopädische Apparatur 8 eine Verankerungseinheit 9 auf sowie eine Bewegungseinheit 10. Die Veranke-

rungseinheit 9 umgreift die nicht zu korrigierenden Zähne 5 und 6 und verankert letztlich die gesamte kieferorthopädische Apparatur 8 über die Fixierungseinheit 12 im Knochen des menschlichen Oberkiefers 1. Es sind grundsätzlich dabei jedoch auch abweichende Verankerungen denkbar. Von jener Verankerungseinheit 9 oder auch einer abweichenden wird jedenfalls eine Bewegungskraft  $F$  ausgeübt, und zwar in Richtung der Bewegungseinheit 10. Konkret verläuft die Bewegungskraft  $F$  zwischen einer Anschlusseinheit 17, die Teil der Verankerungseinheit 9 ist, und einem ersten Kopplungselement 14, das wiederum Teil der Bewegungseinheit 10 ist.

**[0006]** Bedingt durch die Bewegungskraft  $F$ , die beispielsweise über Federkräfte oder auch magnetische Kräfte zwischen Anschlusseinheit 17 und erstem Kopplungselement 14 herrschen, wird die gesamte Bewegungseinheit 10 und somit auch der von einer bandähnlichen Zahnumfassungseinheit 13 der Bewegungseinheit 10 umschlossene, zu korrigierende Zahn 7 weg von der Anschlusseinheit 17 und somit weg von der Verankerungseinheit 9 gedrängt. Dadurch wird erreicht, dass der zu korrigierende Zahn 7 entlang des durch einen Führungsbogen 16 vorgegebenen Bewegungspfads verschoben wird.

**[0007]** Es sind auch andere Methoden denkbar, wie die Bewegungskraft auf die Bewegungseinheit und somit auf den zu korrigierenden Zahn ausgeübt wird. So muss nicht benachbart zum (ersten) Kopplungselement der Bewegungseinheit eine Anschlusseinheit auf dem Führungsbogen vorgesehen sein, von welcher Anschlusseinheit abgestützt irgendwie eine Bewegungskraft Richtung Kopplungselement und folglich Bewegungseinheit ausgeübt wird. Vielmehr kann die Bewegungseinheit, zum Beispiel das Kopplungselement der Bewegungseinheit, einen Hakenabschnitt aufweisen, an welches etwa ein Gummi eingehängt wird und welches Gummi an anderer Stelle fixiert wird. Sodann übt das Gummi die gewünschte Bewegungskraft als Zugkraft auf den Hakenabschnitt und somit auf die gesamte Bewegungseinheit und folglich den zu korrigierenden Zahn aus.

**[0008]** Die Kopplung des zu korrigierenden Zahns 7 an den bestimmungsgemäßen Bewegungspfad, also konkret an den Führungsbogen 16, wird dadurch erreicht, dass das erste Kopplungselement 14, bzw. in dem in **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellten Fall zusätzlich auch noch ein zweites Kopplungselement 15, welches/welche mit dem zu korrigierenden Zahn 7 in Verbindung steht/stehen, Gleitabschnitte 23 bzw. 24 aufweist/aufweisen.

**[0009]** Jene Gleitabschnitte 23 bzw. 24 (wobei auch nur ein Kopplungselement 14 oder 15 und dementsprechend auch nur ein Gleitabschnitt 23 oder 24 vorgesehen sein kann) sind ringförmig ausgebildet.

Der Gleitabschnitt 23 bzw. 24 gleitet mit seiner Innenfläche seiner ringförmigen Ausgestaltung direkt auf der Außenfläche des Führungsbogens 16.

**[0010]** Eine alternative kieferorthopädische Apparatur zum Korrigieren einer Fehlposition eines zu korrigierenden Zahns kann auch auf das Vorsehen einer Verankerungseinheit, die wie zuvor beschrieben einen (nicht zu korrigierenden, „ortsfesten“) Zahn umgreift, verzichtet werden. Dann ist der Führungsbogen bzw. die kieferorthopädische Apparatur nicht über die Verankerungseinheit etwa mit einer Minischraube am menschlichen Kiefer festgelegt, sondern vielmehr kann auch eine abweichende Verankerungseinheit unmittelbar an den Führungsbogen anschließend ausgebildet sein, welche Verankerungseinheit dann selbst über Minischrauben, im Falle des Oberkiefers beispielsweise über Gaumenschrauben, am menschlichen Kiefer festgelegt wird.

**[0011]** Der beschriebene Stand der Technik ist dabei dahingehend zu optimieren, dass Verklammereffekte zwischen der Bewegungseinheit 10 und dem Führungsbogen 16 vermieden werden. So ist teilweise als Problem beobachtet worden, dass ein zu korrigierender Zahn 7 seine bestimmungsgemäße Distalisierung zwar noch nicht vollständig abgeschlossen hat, jedoch keine weitere Verschiebung entlang des Führungsbogens 16 mehr stattfindet.

**[0012]** Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, die beschriebene kieferorthopädische Apparatur dahingehend zu verbessern, dass eine verbesserte Distalisierung oder Mesialisierung von zu korrigierenden Zähnen möglich ist. Weiterhin ist es eine Aufgabe, eine Bewegungseinheit für eine solche kieferorthopädische Apparatur zu diesem Zweck bereitzustellen.

**[0013]** Schließlich ist es ebenso eine Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung einer für eine verbesserte Distalisierung oder Mesialisierung geeigneten kieferorthopädischen Apparatur bzw. Bewegungseinheit bereitzustellen.

**[0014]** Diese Aufgabe wird bezogen auf eine Bewegungseinheit durch eine Bewegungseinheit mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Bewegungseinheit sind etwa in den Unteransprüchen 2 bis 5 angegeben.

**[0015]** Weiterhin wird die Aufgabe bezogen auf eine kieferorthopädische Apparatur durch eine kieferorthopädische Apparatur mit den Merkmalen des Anspruchs 6, sowie durch eine kieferorthopädische Apparatur mit den Merkmalen des Anspruchs 7 gelöst.

**[0016]** Weiterhin wird die Aufgabe bezogen auf ein Herstellungsverfahren durch ein Verfahren zur Her-

stellung mit den Merkmalen des Anspruchs 8 bzw. des Anspruchs 11 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen des Herstellungsverfahrens sind etwa in den Unteransprüchen 9 und 10 bzw. 12 angegeben.

**[0017]** Schließlich wird die Aufgabe durch eine Verwendung einer Hülse mit den Merkmalen des Anspruchs 13 gelöst.

**[0018]** Im Einzelnen ist eine Bewegungseinheit für eine kieferorthopädische Apparatur zum Korrigieren einer Fehlposition eines zu korrigierenden Zahns eines menschlichen Unter- oder Oberkiefers vorgeschlagen, wobei die Bewegungseinheit zumindest folgende Komponenten umfasst:

- eine Zahnumfassungseinheit zum Fixieren der Bewegungseinheit an dem zu korrigierenden Zahn, sowie
- ein Kopplungselement zum verschiebbaren Verbinden der Bewegungseinheit mit einem Führungsbogen der kieferorthopädischen Apparatur.

**[0019]** Das Kopplungselement weist dabei einen Gleitabschnitt zum Führen der Bewegungseinheit entlang des Führungsbogens auf, wobei der Gleitabschnitt zum Umgreifen des Führungsbogens ringförmig ausgebildet ist. Die vorschlagsgemäße Bewegungseinheit ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Kontaktfläche des Gleitabschnitts zum Bereitstellen der gleitenden Führung der Bewegungseinheit entlang des Führungsbogens derart ausgebildet ist, dass die Kontaktfläche einen Funktionsabschnitt zur Verringerung des Gleitwiderstands der Bewegungseinheit auf dem Führungsbogen umfasst.

**[0020]** Eine vorschlagsgemäße kieferorthopädische Apparatur zum Korrigieren einer Fehlposition eines zu korrigierenden Zahns des menschlichen Ober- oder Unterkiefers umfasst einen Führungsbogen zum Vorgeben eines Bewegungspfades für den zu korrigierenden Zahn und ist dadurch gekennzeichnet, dass eine vorschlagsgemäße Bewegungseinheit vorgesehen ist.

**[0021]** Ebenso ist eine kieferorthopädische Apparatur zum Korrigieren einer Fehlposition eines zu korrigierenden Zahns des menschlichen Ober- oder Unterkiefers vorgeschlagen, wobei die kieferorthopädische Apparatur zumindest folgende Komponenten umfasst:

- einen Führungsbogen zum Vorgeben eines Bewegungspfades für den zu korrigierenden Zahn, sowie
- eine Bewegungseinheit.

**[0022]** Die Bewegungseinheit umfasst dabei zumindest Folgendes:

- eine Zahnumfassungseinheit zum Fixieren der Bewegungseinheit an dem zu korrigierenden Zahn, sowie

- ein Kopplungselement zum verschiebbaren Verbinden der Bewegungseinheit mit dem Führungsbogen.

**[0023]** Dabei weist das Kopplungselement einen Gleitabschnitt zum Führen der Bewegungseinheit entlang des Führungsbogens auf, wobei der Gleitabschnitt zum Umgreifen des Führungsbogens ringförmig ausgebildet ist. Die kieferorthopädische Apparatur ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Kontaktfläche des Gleitabschnitts zum Bereitstellen der gleitenden Führung der Bewegungseinheit entlang des Führungsbogens aus einem reibungsmindernden Material und eine Außenfläche des Führungsbogens aus einem abweichenden Führungsbogenmaterial ausgebildet ist, wobei ein Reibungskoeffizient einer Materialpaarung des reibungsmindernden Materials der Kontaktfläche auf dem Führungsbogenmaterial kleiner ist als ein Vergleichsreibungskoeffizient einer Materialpaarung des Führungsbogenmaterials auf dem Führungsbogenmaterial.

**[0024]** Nach einem unabhängigen Aspekt der Erfindung ist zur Lösung der Aufgabe auch eine Verwendung einer Hülse in einer kieferorthopädischen Apparatur zum Bereitstellen einer gleitenden Führung einer Bewegungseinheit entlang eines Führungsbogens vorgeschlagen. Vorzugsweise entspricht die Bewegungseinheit einer vorschlagsgemäßen Bewegungseinheit, wie zuvor bzw. nachfolgend beschrieben. Weiter vorzugsweise entspricht die kieferorthopädische Apparatur einer vorschlagsgemäßen kieferorthopädischen Apparatur, wie zuvor bzw. nachfolgend beschrieben.

**[0025]** Wesentlich an der vorliegenden Erfindung ist die Idee, dass für kieferorthopädische Apparaturen, die einen Führungsbogen umfassen (sogenannte Slider), das Abgleiten der Bewegungseinheiten bzw. Gleitabschnitte dieser auf den Führungsbögen verbessert wird. Hierzu werden gezielt Maßnahmen vorgeschlagen, die Verklebmeffekten in der Kontaktfläche zwischen Innenfläche des Gleitabschnitts und Außenfläche des Führungsbogens entgegenwirken.

**[0026]** Über die Bewegungseinheit wird der zu korrigierende Zahn gepackt, beispielsweise durch die bandähnliche Ausgestaltung der Zahnumfassungseinheit umgriffen, und sodann bestimmungsgemäß im Kiefer verschoben.

**[0027]** Das Kopplungselement dient der Vermittlung zwischen Bewegungseinheit und somit zu korrigierendem Zahn zum Führungsbogen. Das Kopplungselement ist vorzugsweise einteilig mit der Zahnumfassungseinheit ausgebildet. Vorzugsweise kann

das Kopplungselement gemeinsam mit der Zahnumfassungseinheit additiv hergestellt, bevorzugt 3D-gedruckt, sein.

**[0028]** Zur Anbindung an den Führungsbogen weist das Kopplungselement einen Gleitabschnitt auf. Der Gleitabschnitt ist ringförmig ausgebildet. Demnach weist der Gleitabschnitt eine Durchgangsöffnung auf, mittels welcher der Gleitabschnitt auf den Führungsbogen gesteckt und entlang des Führungsbogens gleiten kann. Mit ringförmig ist nicht einschränkend gemeint, dass der Querschnitt kreisrund ausgebildet sein müsste. Neben kreisrunden Querschnitten können auch abweichende, etwa ovale oder auch viereckige (abgerundete Ecken aufweisende) Querschnitte vorgesehen sein, wenn der Führungsbogen etwa auch oval oder mehreckig bezüglich des Querschnitts ausgebildet ist. Der Gleitabschnitt dient also dem Umgreifen des Führungsbogens.

**[0029]** Über die Innenflächen des Gleitabschnitts werden grundsätzlich die Kontaktflächen zwischen Gleitabschnitt und Führungsbogen ausgebildet und somit das Gleiten der gesamten Bewegungseinheit entlang des Führungsbogens gewährleistet. Vorschlagsgemäß ist dabei ein eigener Funktionsabschnitt in jener Kontaktfläche vorgesehen, welcher den Gleitwiderstand der Bewegungseinheit auf dem Führungsbogen verringert. Hiermit kann zwar ein erhöhter herstellungstechnischer Aufwand oder zumindest ein erhöhter Aufwand hinsichtlich des Zusammenbaus der kieferorthopädischen Apparatur bzw. des Aufwands für den behandelnden Arzt beim Vorsehen im Kiefer des Patienten einhergehen. Jedoch lohnt sich dieser erhöhte Aufwand dahingehend, dass Bewegungseinheiten nicht mehr so leicht verkanten oder verklemmen können und die kieferorthopädische Behandlung beeinträchtigt wäre, da die Bewegungseinheit nicht mehr so gut weiter entlang des Führungsbogens zur Korrektur des Zahns abgleiten kann.

**[0030]** Unter Gleitwiderstand ist vorliegend zu verstehen, dass über die vorgeschlagenen Maßnahmen beispielsweise der Reibungskoeffizient der aufeinander abgleitenden Materialpaarung reduziert ist. Dabei ist als Vergleichszustand die Materialpaarung heranzuziehen, welche vorläge, wenn der Gleitabschnitt der Bewegungseinheit und insbesondere deren Kontaktfläche aus demselben Material gebildet wäre wie der Führungsbogen bzw. dessen Außenfläche. Denn der Stand der Technik, von dem die vorliegende Erfindung ausgeht, schlägt vor, gerade den Führungsbogen sowie die Bewegungseinheit bzw. den Gleitabschnitt aus demselben Material via 3D-Druck herzustellen.

**[0031]** Vorschlagsgemäß kann bei der kieferorthopädischen Apparatur hierzu die Kontaktfläche aus

reibungsminderndem Material gebildet sein, während der Führungsbogen aus einem abweichenden Material („Führungsbogenmaterial“) gebildet sein. Dann ist der Reibungskoeffizient der Materialpaarung reibungsminderndes Materials der Kontaktfläche auf Führungsbogenmaterial kleiner als ein Vergleichsreibungskoeffizient der Materialpaarung Führungsbogenmaterials auf Führungsbogenmaterial, also auf sich selbst.

**[0032]** Die Reibungskoeffizienten können sich auf die Gleitreibung und/oder auf die Haftreibung beziehen. Die Reibungskoeffizienten sind bei gleichen Bedingungen zu bestimmen.

**[0033]** Ebenso kann unter Reduktion des Gleitwiderstands auch verstanden werden, dass die Gefahr von Verkantungen bzw. einem Verklemmen von Bewegungseinheit gegenüber dem Führungsbogen reduziert sind. Wäre der vorschlagsgemäße Funktionsabschnitt nicht vorgesehen, dass würde in diesem Fall die Gefahr von Verklemmeffekten und somit der Gleitwiderstand nachteilig erhöht sein.

**[0034]** Nach einer bevorzugten Ausführungsform kann der Funktionsabschnitt als abgerundete Kante in einem Randbereich der Kontaktfläche ausgebildet sein. Vorzugsweise ist eine Durchgangsöffnung des Gleitabschnitts, welche Durchgangsöffnung dem Durchführen des Führungsbogens dient, an ihren Kanten abgerundet. Vorteilhaft werden Verklemmeffekte zwischen der Kontaktfläche des Gleitabschnitts und dem Führungsbogen so reduziert. Der Gleitabschnitt kann nicht mehr so leicht verkannten und der Gleitwiderstand ist vorteilhaft reduziert.

**[0035]** Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann der Funktionsabschnitt als reibungsmindernde Beschichtung auf der Kontaktfläche ausgebildet sein. Auf diese Weise kann vorteilhaft ein spezifisches Material für die Kontaktfläche ausgewählt sein, mit welchem der Gleitwiderstand reduziert ist. Im Fall eines aus Metall gebildeten Führungsbogens kann bevorzugt sein, die reibungsmindernde Beschichtung im Gleitabschnitt aus Kunststoff auszubilden.

**[0036]** Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann der Gleitabschnitt eine Hülse aufweisen, wobei die Hülse die Kontaktfläche ausbildet und eine Innenfläche der Hülse den Funktionsabschnitt ausbildet. Insbesondere kann die Hülse aus einem nicht-metallischen Werkstoff gebildet sein, weiter bevorzugt aus Kunststoff. Der Gleitwiderstand kann somit besonders reduziert sein, insbesondere wenn der Führungsbogen aus Metall gebildet ist. Die Hülse kann ebenso aus einem metallischen Werkstoff gebildet sein, jedoch aufgrund der Gleiteigenschaften der Innenfläche der Hülse für ein verbessertes Abgleiten der Hülse auf dem Führungsbogen sorgen.

**[0037]** Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann der Gleitabschnitt eine bzw. die Hülse aufweisen, wobei die Hülse über eine Durchgangsöffnung der Hülse die Kontaktfläche ausbildet und wenigstens eine abgerundete Kante der Durchgangsöffnung der Hülse den Funktionsabschnitt ausbildet. Besonders vorteilhaft kann somit die Hülse nicht nur durch die Ausbildung ihres Materials sondern ebenso durch ihre Formgebung zur Reduktion des Gleitwiderstands beitragen. Über die abgerundete Kante bzw. abgerundeten Kanten wird/werden Verklemmeffekten entgegengewirkt.

**[0038]** Nach einer bevorzugten Ausführungsform des Herstellungsverfahrens von Bewegungseinheiten kann die Bewegungseinheit im Wesentlichen mittels eines additiven Herstellverfahrens hergestellt sein. Auf diese Weise ist eine besonders individuell an den Patienten anpassbare Bewegungseinheit herstellbar.

**[0039]** Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann die Bewegungseinheit im Wesentlichen 3D-gedruckt werden.

**[0040]** Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann die Hülse separat zu den weiteren Komponenten der Bewegungseinheit hergestellt werden. Vorteilhaft kann die Hülse somit in großer Menge einheitlich hergestellt werden, während die weiteren Komponenten, wie Gleitabschnitt und Zahnumfassungseinheit der Bewegungseinheit, auf den Patienten individualisiert hergestellt werden können.

**[0041]** Nach einer bevorzugten Ausführungsform des Herstellungsverfahrens der kieferorthopädischen Apparatur kann die kieferorthopädische Apparatur im Wesentlichen mittels eines additiven Herstellverfahrens hergestellt sein. Weiterhin kann die kieferorthopädische Apparatur bevorzugt im Wesentlichen 3D-gedruckt werden. Auf diese Weise können die kieferorthopädischen Apparaturen besonders vorteilhaft an die Situation des Patienten individualisiert hergestellt werden.

**[0042]** Weitere vorteilhafte und bevorzugte Ausgestaltungen und Merkmale ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung mit Bezug auf die Figuren. In der lediglich Ausführungsbeispiele wiedergebenden Zeichnung zeigt

**Fig. 1** eine schematische Darstellung eines menschlichen Oberkiefers mit einer kieferorthopädischen Apparatur gemäß Stand der Technik in einer Draufsicht auf die Zähne des Oberkiefers,

**Fig. 2** eine seitliche Ansicht der Verankerungseinheit, der Bewegungseinheit sowie des Füh-

rungsbogens aus der schematischen Darstellung der **Fig. 1** gemäß Pfeil III in **Fig. 1**,

**Fig. 3** eine seitliche Ansicht der vorschlagsgemäßen Bewegungseinheit in einer Teilansicht in Verbindung mit einem Führungsbogen einer kieferorthopädischen Apparatur,

**Fig. 4** eine seitliche Ansicht der vorschlagsgemäßen Bewegungseinheit in Verbindung mit einem Führungsbogen einer kieferorthopädischen Apparatur sowie in Verbindung mit einem zu korrigierenden Zahn,

**Fig. 5** eine schematische Ansicht der vorschlagsgemäßen Bewegungseinheit zusammen mit einem Führungsbogen einer kieferorthopädischen Apparatur sowie einer Hülse für den Gleitabschnitt der Bewegungseinheit,

**Fig. 6** eine Hülse für den Gleitabschnitt der vorschlagsgemäßen Bewegungseinheit, in Ansicht a) alleine in einer perspektivischen Ansicht, in Ansicht b) gemäß einer weiteren Ausführungsform in Verbindung mit dem Gleitabschnitt und einem Führungsbogen einer kieferorthopädischen Apparatur, sowie in Ansicht c) entsprechend der weiteren Ausführungsform aus Ansicht b) alleine in einer seitlichen schematischen Darstellung,

**Fig. 7** eine seitliche Schnittansicht eines Abschnitts eines Gleitabschnitts gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorschlagsgemäßen Bewegungseinheit mit einem Führungsbogen einer kieferorthopädischen Apparatur,

**Fig. 8** eine Teilansicht einer alternativen Ausführungsform eines Führungsbogens (Ansicht a)), sowie den Querschnitt des Führungsbogens an den Positionen B (Ansicht b)), C (Ansicht c)) und D (Ansicht d)) gemäß Ansicht a) der **Fig. 8**,

**Fig. 9** zwei weitere Ausführungsformen des Führungsbogens mit einem alternativen Querschnitt, dargestellt ebenfalls jeweils an den Positionen B (Ansichten a) bzw. d)), C (Ansichten b) bzw. e)) und D (Ansichten c) bzw. f)) gemäß Ansicht a) des Führungsbogens der **Fig. 8**, und

**Fig. 10** eine vorschlagsgemäße kieferorthopädische Apparatur in einer schematischen Darstellung im menschlichen Oberkiefer.

**[0043]** In den **Fig. 1** und **Fig. 2** ist grundsätzlich eine kieferorthopädische Apparatur 8 gemäß stand der Technik dargestellt, von welcher die vorliegende Erfindung ausgeht. Die kieferorthopädische Apparatur 8 gemäß **Fig. 1** sowie die Detailansicht in **Fig. 2**, welche eine seitliche Ansicht der Verankerungseinheit 9, der Bewegungseinheit 10 sowie des Führungsbogens 16 der kieferorthopädischen Apparatur

8 aus **Fig. 1** gemäß Pfeil III in **Fig. 1** zeigt, sind eingangs bereits größtenteils beschrieben worden.

**[0044]** Der Vollständigkeit halber sei im Zusammenhang mit den **Fig. 1** und **Fig. 2** erwähnt, dass die kieferorthopädische Apparatur 8 ferner an dem der Bewegungseinheit 10 abgewandten Ende des Führungsbogens 16 eine die beiden Zähne 3 und 4 umfassende bzw. umgreifende, endseitige Zahnumfangseinheit 18 aufweist. Diese endseitige Zahnumfangseinheit 18 ist mit dem Führungsbogen 16 verbunden und dabei einteilig mit dem Führungsbogen 16 ausgebildet, indem das der Bewegungseinheit 10 abgewandte Ende des Führungsbogens 16 über einen Übergangsabschnitt 19 in die endseitige Zahnumfangseinheit 18 übergeht. Dies hat den Vorteil, dass im Vergleich zu einem losen Ende eines Führungsbogens, welches im Mundraum verbleiben könnte, der Führungsbogen 16 vorliegend endseitig fixiert ist, indem er in der endseitigen Zahnumfangseinheit 18 endet. Ein versehentliches Umbiegen des Führungsbogens 16 oder durch ein loses Ende eines Führungsbogens eventuell bedingte Verletzungen können somit in vorteilhafter Weise vermieden werden. Auch ein versehentliches Verschlucken eines losen Endes eines Führungsbogens durch den Patienten kann auf diese Weise vermieden werden.

**[0045]** Der in **Fig. 1** dargestellte Führungsbogen 16 verläuft in Bezug auf den Oberkiefer 1 gaumenseitig. Bei einer nicht dargestellten Ausführungsform für den Unterkiefer würde der Führungsbogen entsprechend zungenseitig verlaufen. Der Führungsbogen 16 ist dementsprechend im Wesentlichen zwischen den Zähnen und dem Gaumen bzw. der Zunge des Patienten angeordnet. Alternativ könnte ein Führungsbogen auch derart ausgestaltet sein, dass er wangenseitig verläuft, sprich dass er im Wesentlichen zwischen den Zähnen und den Wangen des Patienten angeordnet ist. Dies ist individuell und auf den Patienten bzw. den einzelnen Fall planbar und kann in besonders vorteilhafter Weise einfach durch den behandelnden Zahnarzt dadurch umgesetzt werden, dass die einzelnen Komponenten der kieferorthopädischen Apparatur 18 größtenteils einteilig und insbesondere mittels eines additiven Herstellverfahrens hergestellt sind.

**[0046]** Mit Blick auf **Fig. 2** sei ergänzt, dass die Verankerungseinheit 9 über ihre Anschlusseinheit 17 einen den Führungsbogen 16 umgreifenden Verbindungsabschnitt 25 bereitstellt. Jener Verbindungsabschnitt 25 lässt grundsätzlich zwar ebenfalls eine relative Bewegung zum Führungsbogen 16 zu. Vorliegend ist jedoch die Verankerungseinheit 9 und somit auch die Anschlusseinheit 17 in ihrer Position über die zuvor beschriebene Fixierungseinheit 12 und das entsprechende Verbindungsmittel am menschlichen Oberkiefer 1 ortsfest festgelegt.

**[0047]** In einer alternativen Ausgestaltung könnte der Verbindungsabschnitt 25 auch zum Führungsbogen 16 relativ unbeweglich ausgebildet sein. Insbesondere könnte dazu der Führungsbogen 16 in vorteilhafter Weise einstückig mit der Anschlusseinheit 17 und somit mit der gesamten Verankerungseinheit 9 ausgebildet sein. Dadurch kann sodann auch die Position des Führungsbogens 16 in einfacher Weise über die Fixierungseinheit 12 der Verankerungseinheit 9 und das entsprechende Verbindungsmittel am menschlichen Oberkiefer 1 ortsfest festgelegt werden. Es kann durch diese einstückige Ausbildung die Starrheit bzw. Rigidität der Verbindung zwischen Führungsbogen 16 und Anschlusseinheit 17 erhöht werden. Im Ergebnis kann die Verankerung der Verankerungseinheit 9 bzw. der gesamten kieferorthopädischen Apparatur 8 dadurch weiter erhöht sein.

**[0048]** Im vorliegend dargestellten Fall sorgt jedoch das Zusammenspiel aus Verankerungseinheit 9 mit ihrem den Führungsbogen 16 umgreifenden Verbindungsabschnitt 25 sowie die die ortsfesten Zähne 3 und 4 umgreifende, endseitige Zahnumfassungseinheit 18 für die ortsfeste Positionierung und Festlegung des Führungsbogens 16 relativ zu den Zähnen bzw. zum menschlichen Oberkiefer 1. Die Notwendigkeit die Verbindung zwischen dem Verbindungsabschnitt 25 und dem Führungsbogen 16 selbst ortsfest zu machen, entfällt dadurch vorliegend.

**[0049]** Die Ausgestaltung der verschiebbaren Verbindung zwischen den Gleitabschnitten 23 und 24 des ersten Kopplungselementes 14 und des zweiten Kopplungselementes 15 ist derart, dass die Gleitabschnitte 23, 24 ringförmig ausgestaltet sind.

**[0050]** Dadurch soll grundsätzlich einfaches Gleiten entlang des Führungsbogens 16 ermöglicht werden. Ein Vorteil der ringförmigen Ausgestaltung ist beispielsweise, dass das erste Kopplungselement 14 und das zweite Kopplungselement 15 und somit die ganze Bewegungseinheit 10 mit dem umfassten, zu korrigierenden Zahn 7 einem weitaus freieren Verlauf des Führungsbogens 16 folgen können. So muss der Führungsbogen 16 in dem Verlauf, entlang dessen die Bewegungseinheit 10 verschoben werden soll, etwa nicht mehr geradlinig verlaufend ausgebildet sein. Vielmehr kann der Führungsbogen 16 einen gekrümmten Verlauf mit Kurven haben, sodass ein komplexerer Verschiebungsweg für die Bewegungseinheit 10 und somit den zu korrigierenden Zahn 7 geplant und realisiert werden kann.

**[0051]** Die vorliegende Erfindung verbessert jenes Abgleiten der Bewegungseinheit 10 entlang des Führungsbogens 16 weiter. Dabei kann der Gleitabschnitt 23, 24, welcher grundsätzlich ringförmig ausgebildet ist, durchaus eine längere axiale Erstreckung aufweisen. Unter axialer Erstreckung

ist hierbei die Erstreckung in der Richtung parallel zum Führungsbogen 16 im montierten Zustand der kieferorthopädischen Apparatur gemeint. Insofern können die im Zusammenhang mit dem Stand der Technik beschriebenen Merkmale der kieferorthopädischen Apparatur 8 bzw. der Bewegungseinheit 10 auch auf die vorschlagsgemäße Lösung übertragen werden. Im Nachgang wird beschrieben, inwiefern die vorliegende Erfindung eine verbesserte gleitende Bewegungseinheit 10 und somit verbesserte kieferorthopädische Apparatur 8 vorschlägt.

**[0052]** Fig. 3 stellt eine vorschlagsgemäße Bewegungseinheit 10 mit verbesserten Gleiteigenschaften in einem Ausschnitt dar. Ferner ist die vorschlagsgemäße Bewegungseinheit 10 in Fig. 4 in schematischer Darstellung in Interaktion mit einem zu korrigierenden Zahn 7, sowie in Fig. 5 in einer teilweisen Explosionsansicht dargestellt.

**[0053]** Die Bewegungseinheit 10 weist eine Zahnumfassungseinheit 13, vorliegend eine bandähnliche Zahnumfassungseinheit 13, auf. Die Zahnumfassungseinheit 13 dient dem Umgreifen des zu korrigierenden Zahnes 7. Durch das Umgreifen wird die Zahnumfassungseinheit 13 und somit die gesamte Bewegungseinheit 10 an dem zu korrigierenden Zahn 7 festgelegt und mit diesem verbunden. Von der Zahnumfassungseinheit 13 geht ferner ein Gleitabschnitt 23 ab, wobei der Gleitabschnitt 23 einstückig mit der Zahnumfassungseinheit 13 ausgebildet ist. Dazu ist die vorschlagsgemäße Bewegungseinheit 10 im Gesamten in einem additiven Herstellungsverfahren hergestellt, vorliegend im konkreten Fall 3D-gedruckt. Auf diese Weise können besonders vorteilhaft individuelle Anpassungen der Geometrie der Bewegungseinheit 10 und somit der gesamten kieferorthopädischen Apparatur 8 an den Patienten vorgenommen werden. Alternativ zu einer Herstellung im additiven Herstellungsverfahren könnte die Bewegungseinheit auch subtraktiv hergestellt sein, im Ganzen oder wenigstens teilweise. Dies gilt ebenso für die weiteren Komponenten der kieferorthopädischen Apparatur 8, die im Ganzen oder zumindest teilweise entweder additiv oder subtraktiv hergestellt sein können.

**[0054]** In dem Gleitabschnitt 23 der Bewegungseinheit ist ferner eine Hülse 36 vorgesehen. Die Hülse 36 bildet über ihre Innenfläche 37, welche über die Durchgangsöffnung 38 der Hülse 36 bereitgestellt ist (vgl. Fig. 6), eine Kontaktfläche 39 für den Gleitabschnitt 23 aus. Die Kontaktfläche 39 des Gleitabschnitts 23 dient dem Bereitstellen der gleitenden Führung der Bewegungseinheit 10 entlang des Führungsbogens 16. Die Hülse 36 ist in Fig. 3 im Bereich des Gleitabschnitts 23 durch gestrichelte Linien angedeutet. Weiter innen ist über die gepunkteten Linien zudem der Führungsbogen 16 angedeutet.

**[0055]** Über die Hülse 36 wird somit eine angepasste, den Gleitwiderstand reduzierende Kontaktfläche 39 für die Relativbewegung zwischen Bewegungseinheit 10 und Führungsbogen 16 bereitgestellt. Die Innenfläche 37 der Hülse 36 dient dabei als Funktionsabschnitt 40 der Kontaktfläche 39 des Gleitabschnitts 23. Über die Materialauswahl der Hülse 36 und somit des Funktionsabschnitts 40 bzw. der gesamten Kontaktfläche 39 wird der Gleitwiderstand der Bewegungseinheit 10 auf dem Führungsbogen 16 verringert.

**[0056]** Konkret ist die Hülse 36 aus einem nicht-metallischen Material, vorliegend aus Kunststoff, ausgebildet und der Führungsbogen 16 aus einem metallischen Material 3D-gedruckt. Auch die von der Hülse 36 abweichenden Komponenten des Gleitabschnitts 23 und der Bewegungseinheit 10 sind aus Metall gedruckt. Die Hülse 36 aus Kunststoff sorgt für ein besseres Abgleiten der gesamten Bewegungseinheit im Vergleich dazu, wenn die Hülse 36 nicht vorgesehen wäre und vorliegend ein Gleiten der Komponenten Metall auf Metall vorgesehen wäre.

**[0057]** Die Materialpaarung der Hülse 36 (bzw. zumindest des die Kontaktfläche 39 ausbildenden Teils der Hülse 36) und des Führungsbogens 16 (bzw. zumindest des die Außenfläche ausbildenden Bereichs des Führungsbogens 16) ist dabei so gewählt, dass für die Hülse 36 ein von dem Führungsbogenmaterial abweichendes, reibungsminderndes Material ausgewählt wird. So wäre der Reibungskoeffizient höher, wenn die Hülse 36 bzw. allgemein die Kontaktfläche 39 aus demselben Material wie der Führungsbogen 16 gebildet wäre.

**[0058]** Dabei kann es sich bei dem Reibungskoeffizienten sowohl um den Reibwert für Haftreibung als auch den für Gleitreibung handeln. Die Wahl der Reibungskoeffizienten bezieht sich dabei auf die konkret in Betracht gezogene Materialpaarung von Kontaktfläche 39 der Hülse 36 und Führungsbogen 16, wobei der Reibungskoeffizient jener konkreten Materialpaarung zu vergleichen ist mit dem entsprechenden, bei gleichen Bedingungen bestimmten Reibungskoeffizienten der Materialpaarung aus dem Führungsbogenmaterial auf dem Führungsbogenmaterial selbst. Vorschlagsgemäß ist die Kontaktfläche einer Bewegungseinheit eben nicht mehr aus dem gleichen Material wie das Führungsbogenmaterial auszubilden, sondern vielmehr aus einem Material, das in einem verringerten Gleitwiderstand resultiert.

**[0059]** Es ist ebenso eine Materialpaarung aus Hülse 36 bzw. deren Kontaktfläche 39 sowie dem Führungsbogenmaterial (Material des Führungsbogens 16 bzw. zumindest äußerste Schicht des Führungsbogens 16) denkbar, welche Materialpaarung ebenfalls eine Metall-Metall Materialpaarung dar-

stellt. Dabei ist das Material der Kontaktfläche 39 der Hülse 36 erneut so zu wählen, dass die konkrete Materialpaarung einen verringerten Gleitwiderstand aufweist, im Vergleich zu dem Fall, wenn das Führungsbogenmaterial sowohl für den Führungsbogen 16 als auch für die Kontaktfläche 39 der Hülse 36 gewählt wäre.

**[0060]** Alternativ bzw. zusätzlich dazu, dass über die Materialauswahl der Hülse 36 und somit des Funktionsabschnitts 40 bzw. der gesamten Kontaktfläche 39 der Gleitwiderstand der Bewegungseinheit 10 auf dem Führungsbogen 16 verringert werden kann, kann ebenso die geometrische Ausgestaltung der Form der Hülse 36 bzw. im Allgemeinen der Kontaktfläche 39 dazu dienen, dass ein Funktionsabschnitt 40 zur Verringerung des Gleitwiderstands ausgebildet ist. So kann die Hülse 36 am Randbereich ihrer Durchgangsöffnung 38 etwa abgerundete Kanten aufweisen. Durch solche Abrundungen werden Klemmeffekten entgegengewirkt und somit der Gleitwiderstand ebenfalls verringert. Dies ist explizit anhand des in **Fig. 7** dargestellten Ausführungsbeispiels eines Gleitabschnitts 23 einer Bewegungseinheit 10 gezeigt und später auch beschrieben. Die dort dargestellten abgerundeten Kanten 49 sind ebenso bei einer Hülse 36 vorsehbar.

**[0061]** Wie weiterhin der Zusammenschau aus den **Fig. 3**, **Fig. 4** und **Fig. 5** zu entnehmen ist, weist die Bewegungseinheit 10 einen an den Gleitabschnitt 23 anschließenden Hakenabschnitt 41 auf. Der Hakenabschnitt 41 dient der Anbindung weiterer Komponenten der kieferorthopädischen Apparatur, wie etwa einem Spanngummi, welche weiteren Komponenten dafür Sorge tragen, dass die Bewegungskraft  $F$  auf die Bewegungseinheit 10 und somit bestimmungsgemäß auf den zu korrigierenden Zahn 7 ausgeübt wird.

**[0062]** Grundsätzlich verhält es sich so, dass die Bewegungseinheit 10 im im menschlichen Ober- oder Unterkiefer 1 eingebrachten Zustand der kieferorthopädischen Apparatur 8 derart mit anderen Komponenten der kieferorthopädischen Apparatur 8 zusammenwirkend angeordnet ist, dass die Bewegungskraft  $F$  auf die Bewegungseinheit 10 zum bestimmungsgemäßen Verschieben des zu korrigierenden Zahns 7 einwirkt.

**[0063]** Die Hülse 36 gemäß **Fig. 3** weist weiterhin einen überstehenden Außenrand 42 auf, welcher überstehende Außenrand 42 im zusammenmontierten Zustand der Hülse 36 mit der Bewegungseinheit 10 über einen Randbereich 43 des Gleitabschnitts 23 hinausragt. Die Hülse 36 ist demnach in axialer Richtung, also im zusammenmontierten Zustand der kieferorthopädischen Apparatur 8 in der Richtung parallel zum Führungsbogen 16, länger als der Gleitabschnitt 23. Dies kann einen späteren Aus-



tausch einer Hülse 36, falls dieser einmal notwendig werden sollte, erleichtern, da auch im zusammen montierten Zustand ein Angriffspunkt von außen direkt auf die Hülse 36 gegeben ist.

**[0064]** Die Hülse 36 ist in einer Durchgangsöffnung 44 des Gleitabschnitts 23 aufgenommen. Dabei kann es sich vorzugsweise um eine Presspassung handeln, über welche die Hülse 36 mit ihrer Außenfläche 45 in die Innenfläche 46 des Gleitabschnitts 23 eingepresst ist.

**[0065]** Alternativ könnten die Hülse 36 mit dem Gleitabschnitt 23 auch verklebt sein. Eine weitere Alternative einer Verbindung ist ein Formschluss, wie in **Fig. 6** in den Ansichten b) und c) dargestellt. Demnach ist in dem Bereich des überstehenden Außenrandes 42 der Hülse 36 wenigstens eine Aufweitung (wie in **Fig. 6 b**) nur links) vorgesehen. Konkret können auch an beiden Enden der Hülse 36 Aufweitungen vorgesehen sein. In **Fig. 6 c**) ist gezeigt, wie die Hülse an beiden Seiten der überstehenden Außenränder 42 radial außen gesehen Nasenabschnitte 47 aufweist. Diese Nasenabschnitte 47 liegen, nachdem die Hülse 36 in die Durchgangsöffnung 44 des Gleitabschnitts 23 eingebracht worden ist, an den Stirnflächen 48 des Gleitabschnitts 23 an.

**[0066]** Auf diese unterschiedlichen Weisen kann eine feste Verbindung zwischen Hülse 36 und Gleitabschnitt 23 bzw. gesamter Bewegungseinheit 10 gewährleistet werden, um ein ungewünschtes Verschieben der Komponenten zueinander zu verhindern.

**[0067]** Die vorschlagsgemäße Bewegungseinheit mit der Hülse 36 sorgt für eine verbesserte kieferorthopädische Apparatur 8, bei der Verklammereffekte nicht mehr so leicht auftreten können. Anstatt dass die Innenfläche 46 des Gleitabschnitts 23 unmittelbar auf der Außenfläche des Führungsbogens 16 gleitet, gleitet nunmehr die Innenfläche der Hülse 36 über der Außenfläche des Führungsbogens 16 verbessert ab. Der Querschnitt der Hülse 36 bzw. ihre Durchgangsöffnung 38 ist dementsprechend korrespondierend zum Querschnitt des Führungsbogens 16 ausgebildet.

**[0068]** Alternativ können auch abweichende Funktionsabschnitte 40 zur Verringerung des Gleitwiderstands der Bewegungseinheit 10 auf dem Führungsbogen 16 vorgesehen sein. Vorschlagsgemäß kann, wie **Fig. 7** zu entnehmen, vorgesehen sein, dass der Funktionsabschnitt 40 als abgerundete Kanten 49 in einem Randbereich 50 der Kontaktfläche 39 ausgebildet ist. Dabei kann der Randbereich 50, wie in **Fig. 7** dargestellt, unmittelbar der Randbereich 43 des Gleitabschnitts 23 selbst sein. Alternativ kann auch bei einem Ausführungsbeispiel mit einer Hülse 36 der Randbereich der Hülse 36 Abrundungen auf-

weisen, in jenem Fall weist die Hülse 36 selbst sodann abgerundete Kanten im Randbereich ihrer Durchgangsöffnung 38 auf.

**[0069]** Die abgerundeten Kanten 49 an der Durchgangsöffnung 44 des Gleitabschnitts 23 bzw. alternativ an der Durchgangsöffnung 38 der Hülse 36 sorgen dafür, dass die Bewegungseinheit 10 nicht mehr so leicht auf dem Führungsbogen 16 verkanten kann. Auf diese Weise wird vorteilhaft der Gleitwiderstand reduziert.

**[0070]** Eine alternative Ausführungsform einer verbesserten, nicht dargestellten Bewegungseinheit 10 ist derart, dass der Funktionsabschnitt 40 als reibungsmindernde Beschichtung auf der Kontaktfläche 39 ausgebildet ist.

**[0071]** In **Fig. 10** ist einmal beispielhaft eine vorschlagsgemäße kieferorthopädische Apparatur 8 dargestellt, wobei die Verankerung der kieferorthopädischen Apparatur 8 nicht über eine zuvor beschriebene Verankerungseinheit 9, die an einem Zahn festgelegt ist, vorgenommen ist, sondern vielmehr über die Anbindungsstruktur 51, die unmittelbar aus dem Führungsbogen 16 hervorgeht. Die Anbindungsstruktur 51 weist zwei Aufnahmen für das Vorsehen von Gaumenschrauben zum Festlegen der kieferorthopädischen Apparatur am menschlichen Oberkiefer 1 auf.

**[0072]** Die links in **Fig. 10** zu erkennende Bewegungseinheit 10 weist lediglich ein Kopplungselement 14 auf, welches an den Führungsbogen 16 angebunden ist, während die rechts zu erkennende Bewegungseinheit zwei Kopplungselemente 14, 15, nämlich ein erstes Kopplungselement 14 mit dem Gleitabschnitt 23 und ein zweites Kopplungselement 15 mit dem Gleitabschnitt 24, auf.

**[0073]** Grundsätzlich muss es sich bei dem dargestellten Führungsbogen 16 nicht um einen Führungsbogen 16 mit kreisrundem Querschnitt handeln. Vielmehr können über abweichende Querschnitte komplexere Bewegungspfade für die zu korrigierenden Zähne 7 bereitgestellt werden.

**[0074]** Der Führungsbogen 16 dient der Vorgabe eines vorbestimmten Bewegungspfad, entlang dessen sich die Bewegungseinheit 10 fortbewegen soll und durch welchen letztlich der zu korrigierende Zahn 7 bestimmungsgemäß verschoben wird. Dazu gleitet beispielsweise die rechts in **Fig. 10** zu erkennende Bewegungseinheit 10 mittels seines ersten Kopplungselementes 14 sowie seines zweiten Kopplungselementes 15 entlang des Führungsbogens 16.

**[0075]** Dabei kann der Führungsbogen 16 einen von einem konstanten kreisrunden Querschnitt abweichenden, nicht konstanten Querschnitt aufweisen, wie

beispielhaft anhand der **Fig. 8** und **Fig. 9** ersichtlich wird.

**[0076]** In **Fig. 8** ist eine solche Ausführungsform des Führungsbogens 16 in einem Teilabschnitt dargestellt, wobei insbesondere der Teilabschnitt des Führungsbogens 16 gezeigt ist, entlang welchem die Bewegungseinheit 10 mit seinem ersten Kopplungselement 14 und gegebenenfalls zweiten Kopplungselement 15 bzw. mit den jeweiligen Gleitabschnitten 23 bzw. 24 entlang geführt würde, um den zu korrigierenden Zahn 7 bestimmungsgemäß zu bewegen. Dabei weist der Führungsbogen 16 in diesem Teilabschnitt erneut einen gekrümmten Verlauf mit Kurven auf, wie aus der Ansicht a) der **Fig. 8** zu erkennen ist. Demnach wird der zu korrigierende Zahn 7 nicht lediglich geradlinig versetzt, beispielsweise distalisiert, sondern nimmt einen komplexeren Bewegungsablauf zwecks Korrektur der Zahnposition ein.

**[0077]** Neben einer geradlinigen Korrekturbewegung des zu korrigierenden Zahns 7 kann also durch die komplexere Ausgestaltung des Führungsbogens 16 auch eine weitere Positionskorrektur beispielsweise seitlich zum üblicherweise vorgesehenen geradlinigen „Distalisierungsweg“ vorgesehen werden. Darüber hinaus kann zwecks Korrektur der Position des zu korrigierenden Zahns 7 auch eine gleichzeitige, simultane Rotationsbewegung am zu korrigierenden Zahn hervorgerufen werden.

**[0078]** Dazu weist der Führungsbogen 16 gemäß dargestelltem Ausführungsbeispiel einen ovalen Querschnitt 26 auf. Alternativ könnte auch ein anderer, von einem kreisrunden Querschnitt abweichender Querschnitt vorgesehen sein, wie beispielsweise der in **Fig. 9** in den Ansichten a), b) und c) dargestellten im Wesentlichen rechteckige Querschnitt 27 mit den abgerundeten Ecken 28 oder der in **Fig. 5** in den Abschnitte d), e) und f) dargestellten im Wesentlichen quadratische Querschnitt 29 mit den abgerundeten Ecken 30. Es muss sich jedenfalls für diese bevorzugte Ausführungsform um eine von einer ideal rotationssymmetrischen Form wie der Kreisform abweichende Form in Bezug auf den Querschnitt des Führungsbogens 16 handeln, sodass bei einer Verdrehung des Querschnitts um einen gewissen Winkel der Querschnitt nicht automatisch die gleiche Ausrichtung aufweist.

**[0079]** In allen den Querschnitt 26 bzw. 27 bzw. 29 darstellenden Ansichten gemäß der Abschnitte b), c) und d) der **Fig. 8** und auch gemäß der Abschnitte a), b), c), d), e) und f) der **Fig. 9** ist der Querschnitt 26 bzw. 27 bzw. 29 des Führungsbogens 16 aus der Sicht entsprechend dem Pfeil IV in Ansicht a) der **Fig. 8** dargestellt. Dabei ist der Querschnitt 26 in Ansicht b) der **Fig. 8** gemäß Position B der Ansicht a) der **Fig. 8** gezeigt. Der Querschnitt 27 wiederum ist in Ansicht a) der **Fig. 9** und der Querschnitt 29 in

Ansicht d) der **Fig. 9** entsprechend der Position B gezeigt. Darüber hinaus sind die jeweiligen Querschnitte 26 bzw. 27 bzw. 29 in auf die Position B folgenden Positionen, sogenannten Folgepositionen C und D gezeigt, und zwar: der Querschnitt 26 in der Folgeposition C in Ansicht c) der **Fig. 8** und in der Folgeposition D in Ansicht d) der **Fig. 8**, der Querschnitt 28 in der Folgeposition C in Ansicht b) der **Fig. 9** und in der Folgeposition D in Ansicht c) der **Fig. 9**, sowie der Querschnitt 29 in der Folgeposition C in Ansicht e) der **Fig. 9** und in der Folgeposition D in Ansicht f) der **Fig. 9**.

**[0080]** Aus der Zusammenschau der **Fig. 8** und **Fig. 9** wird in Bezug auf die unterschiedlich ausgebildeten Führungsbogen 16 ersichtlich, dass der Querschnitt 26 bzw. 27 bzw. 29 des Führungsbogens 16 entlang der Erstreckung des Führungsbogens 16 derart ausgestaltet ist, dass sich die Orientierung des Querschnitts 26 bzw. 27 bzw. 29 derart ändert, dass der Querschnitt 26 bzw. 27 bzw. 29 an einer Folgeposition C im Vergleich zu einer vorherigen Position B entlang der Erstreckung des Führungsbogens 16 um einen Winkel  $\alpha$  verdreht ist. Weiterhin ändert sich die Orientierung des Querschnitts 26 bzw. 27 bzw. 29 derart, dass der Querschnitt 26 bzw. 27 bzw. 29 an einer Folgeposition D im Vergleich zu einer vorherigen Position B entlang der Erstreckung des Führungsbogens 16 um einen Winkel  $\beta$  verdreht ist.

**[0081]** Dadurch ist es möglich, eine gewünschte Drehung bzw. Rotation des zu korrigierenden Zahns 7 hervorzurufen, da das entsprechende erste Kopplungselement 14 sowie das gegebenenfalls ebenso vorgesehene zweite Kopplungselement 15 auf dem Führungsbogen 16 mit unterschiedlich ausgerichteten Querschnitten 26 bzw. 27 bzw. 29 entlang gleitet und dadurch auch seine Ausrichtung und somit die Ausrichtung der gesamten Bewegungseinheit 10 und schließlich des zu korrigierenden Zahns 7 ändert.

**[0082]** Auf diese Weise wird eine besonders vorteilhafte kieferorthopädische Apparatur 8 erzielt, da im Anschluss an die Distalisierung bzw. gegebenenfalls einer Mesialisierung nicht noch in weiteren Behandlungsmaßnahmen der zu korrigierende Zahn 7 beispielsweise aufgerichtet werden müsste. Vielmehr können nun komplexere Korrekturmaßnahmen in einem mithilfe der vorschlagsgemäßen kieferorthopädischen Apparatur 8 vollzogen werden.

**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**

- DE 102020106185 A1 [0002]

## Patentansprüche

1. Bewegungseinheit (10) für eine kieferorthopädische Apparatur (8) zum Korrigieren einer Fehlposition eines zu korrigierenden Zahns (7) eines menschlichen Unter- oder Oberkiefers (1), umfassend:

- eine Zahnumfassungseinheit (13) zum Fixieren der Bewegungseinheit (10) an dem zu korrigierenden Zahn (7),

- ein Kopplungselement (14; 15) zum verschiebbaren Verbinden der Bewegungseinheit (10) mit einem Führungsbogen (16) der kieferorthopädischen Apparatur (8),

wobei das Kopplungselement (14; 15) einen Gleitabschnitt (23; 24) zum Führen der Bewegungseinheit (10) entlang des Führungsbogens (16) aufweist, wobei der Gleitabschnitt (23; 24) zum Umgreifen des Führungsbogens (16) ringförmig ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass

eine Kontaktfläche (39) des Gleitabschnitts (23; 24) zum Bereitstellen der gleitenden Führung der Bewegungseinheit (10) entlang des Führungsbogens (16) derart ausgebildet ist, dass die Kontaktfläche (39) einen Funktionsabschnitt (40) zur Verringerung des Gleitwiderstands der Bewegungseinheit (10) auf dem Führungsbogen (16) umfasst.

2. Bewegungseinheit (10) nach dem vorangehenden Anspruch, wobei der Funktionsabschnitt (40) als abgerundete Kante (49) in einem Randbereich (50) der Kontaktfläche (39) ausgebildet ist.

3. Bewegungseinheit (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Funktionsabschnitt (40) als reibungsmindernde Beschichtung auf der Kontaktfläche (39) ausgebildet ist.

4. Bewegungseinheit (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Gleitabschnitt (23) eine Hülse (36) aufweist, wobei die Hülse (36) die Kontaktfläche (39) ausbildet und eine Innenfläche (37) der Hülse (36) den Funktionsabschnitt (40) ausbildet.

5. Bewegungseinheit (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Gleitabschnitt (23) eine/die Hülse (36) aufweist, wobei die Hülse (36) über eine Durchgangsöffnung (38) der Hülse (36) die Kontaktfläche (39) ausbildet und wenigstens eine/die abgerundete Kante (49) der Durchgangsöffnung (38) der Hülse (36) den Funktionsabschnitt (40) ausbildet.

6. Kieferorthopädische Apparatur zum Korrigieren einer Fehlposition eines zu korrigierenden Zahns (7) des menschlichen Ober- oder Unterkiefers (1), umfassend:

- einen Führungsbogen (16) zum Vorgeben eines Bewegungspfades für den zu korrigierenden Zahn

(7),

- eine Bewegungseinheit (10), wobei die Bewegungseinheit zumindest Folgendes umfasst:

- eine Zahnumfassungseinheit (13) zum Fixieren der Bewegungseinheit (10) an dem zu korrigierenden Zahn (7),

- ein Kopplungselement (14; 15) zum verschiebbaren Verbinden der Bewegungseinheit (10) mit dem Führungsbogen (16), wobei das Kopplungselement (14; 15) einen Gleitabschnitt (23; 24) zum Führen der Bewegungseinheit (10) entlang des Führungsbogens (16) aufweist,

wobei der Gleitabschnitt (23; 24) zum Umgreifen des Führungsbogens (16) ringförmig ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass

eine Kontaktfläche (39) des Gleitabschnitts (23; 24) zum Bereitstellen der gleitenden Führung der Bewegungseinheit (10) entlang des Führungsbogens (16) aus einem reibungsmindernden Material und eine Außenfläche des Führungsbogens (16) aus einem abweichenden Führungsbogenmaterial ausgebildet ist, wobei ein Reibungskoeffizient einer Materialpaarung des reibungsmindernden Materials der Kontaktfläche (39) auf dem Führungsbogenmaterial kleiner ist als ein Vergleichsreibungskoeffizient einer Materialpaarung des Führungsbogenmaterials auf dem Führungsbogenmaterial.

7. Kieferorthopädische Apparatur zum Korrigieren einer Fehlposition eines zu korrigierenden Zahns (7) des menschlichen Ober- oder Unterkiefers (1), insbesondere nach dem vorangehenden Anspruch, umfassend einen/den Führungsbogen (16) zum Vorgeben eines/des Bewegungspfades für den zu korrigierenden Zahn (7), **dadurch gekennzeichnet**, dass eine/die Bewegungseinheit (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche vorgesehen ist.

8. Verfahren zur Herstellung einer Bewegungseinheit (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Bewegungseinheit (10) im Wesentlichen mittels eines additiven Herstellverfahrens hergestellt ist.

9. Verfahren zur Herstellung nach dem vorangehenden Anspruch, wobei die Bewegungseinheit (10) im Wesentlichen 3D-gedruckt wird.

10. Verfahren zur Herstellung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Hülse (36) separat zu den weiteren Komponenten der Bewegungseinheit (10) hergestellt wird.

11. Verfahren zur Herstellung einer kieferorthopädischen Apparatur (8) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die kieferorthopädische Apparatur (8) im Wesentlichen mittels eines additiven Herstellverfahrens hergestellt ist.

12. Verfahren zur Herstellung nach dem vorangehenden Anspruch, wobei die kieferorthopädische Apparatur (8) im Wesentlichen 3D-gedruckt wird.

13. Verwendung einer Hülse (36) in einer kieferorthopädischen Apparatur (8) zum Bereitstellen einer gleitenden Führung einer Bewegungseinheit (10), vorzugsweise nach einem der vorangehenden Ansprüche, entlang eines Führungsbogens (16).

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

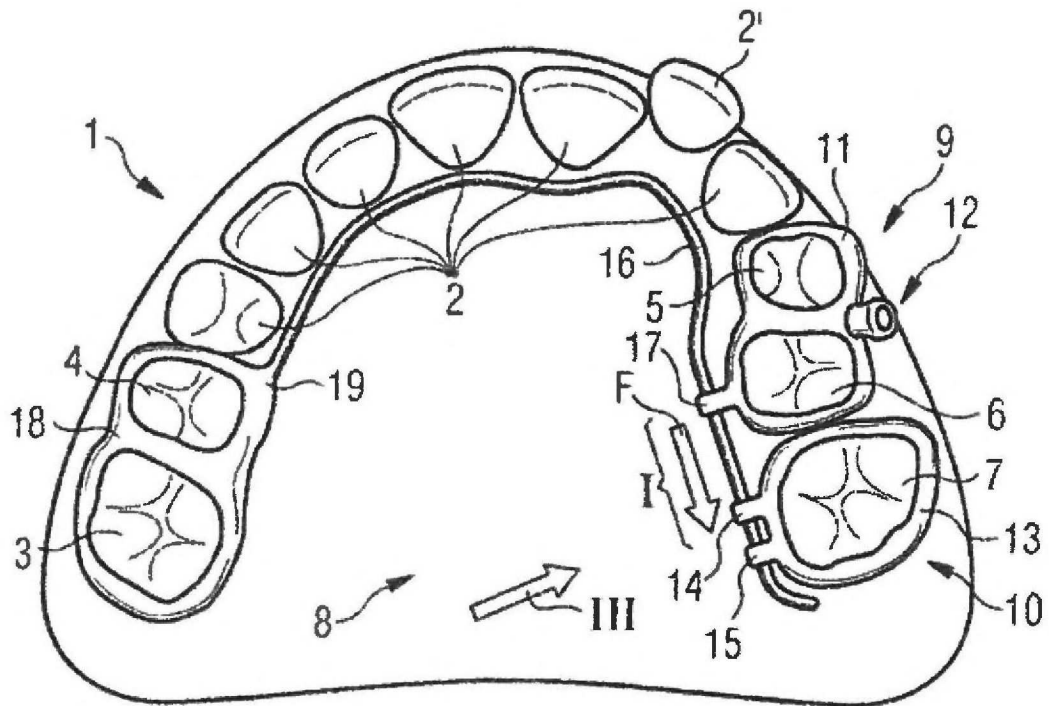


Fig. 1

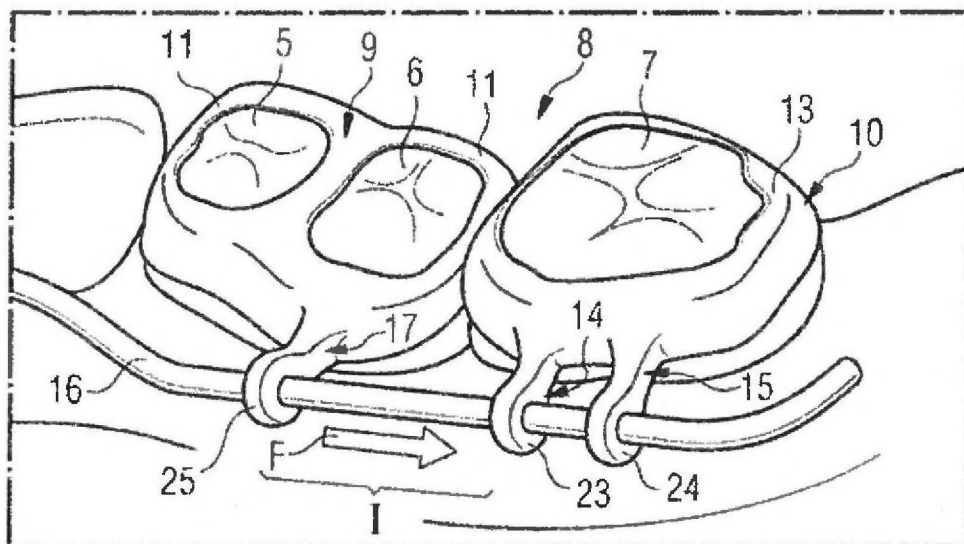


Fig. 2

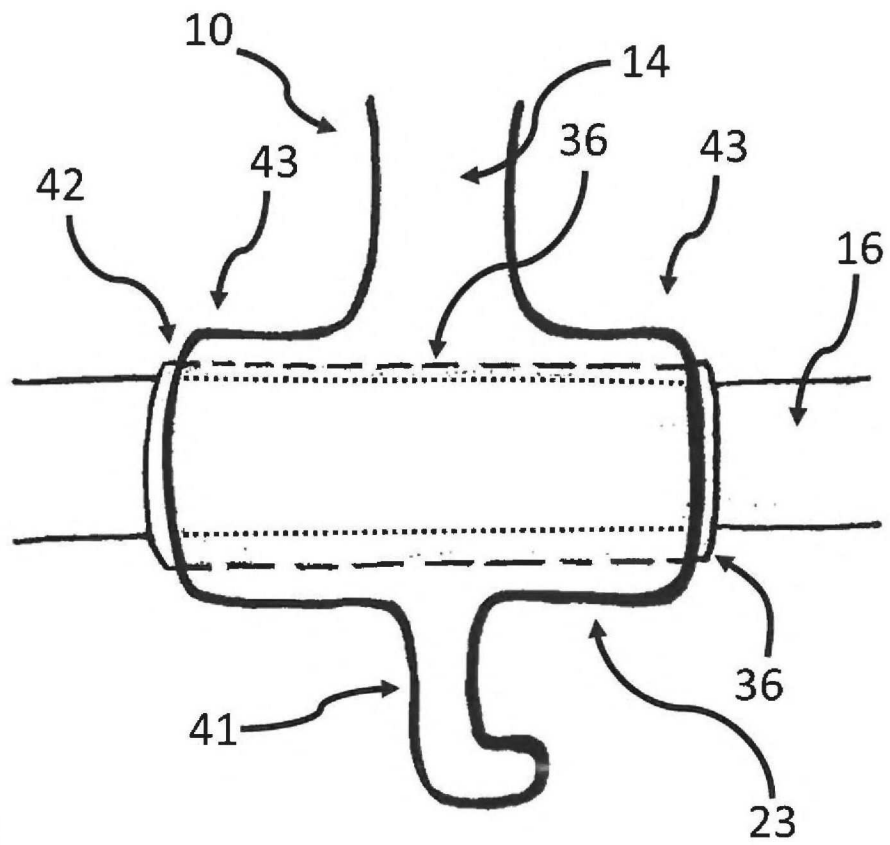


Fig. 3

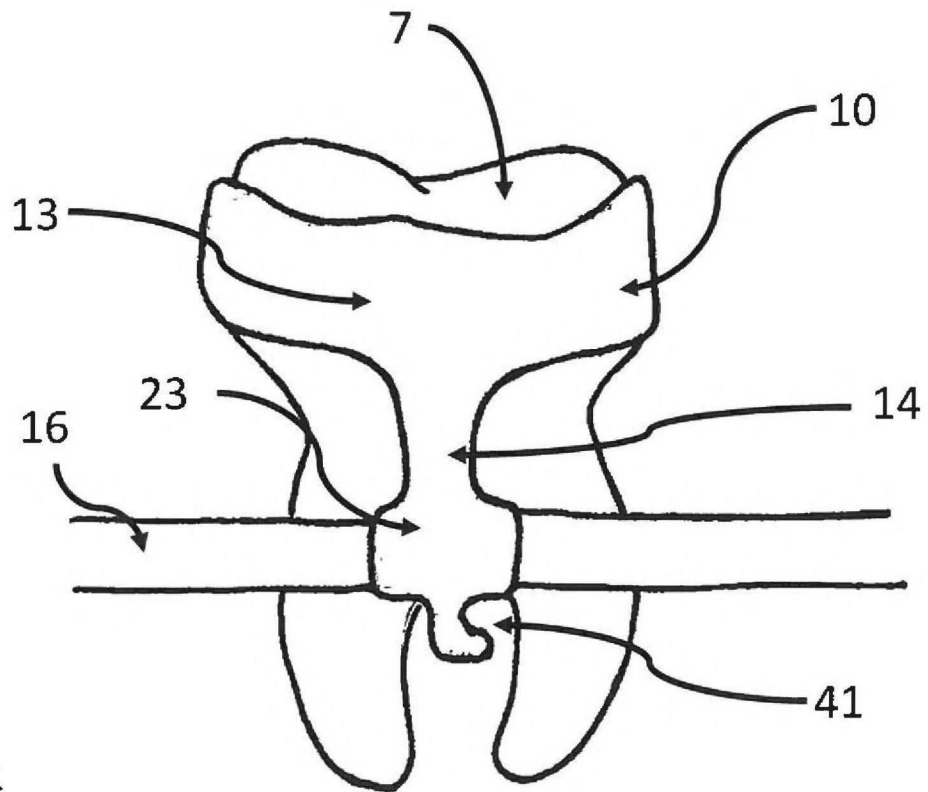


Fig. 4

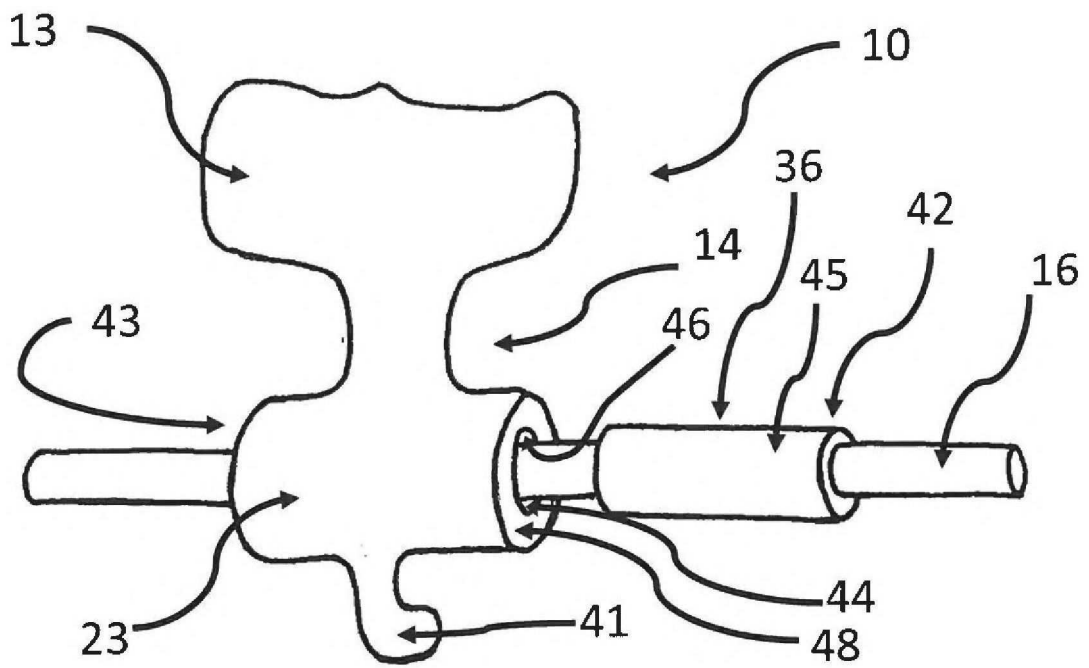


Fig. 5

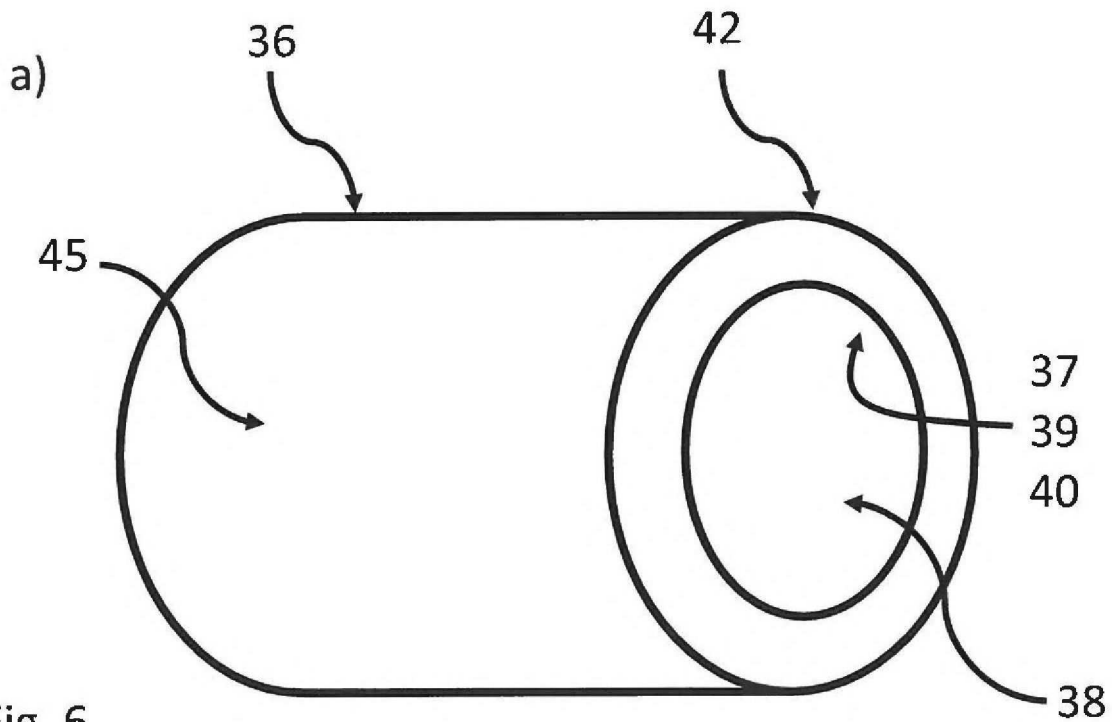


Fig. 6



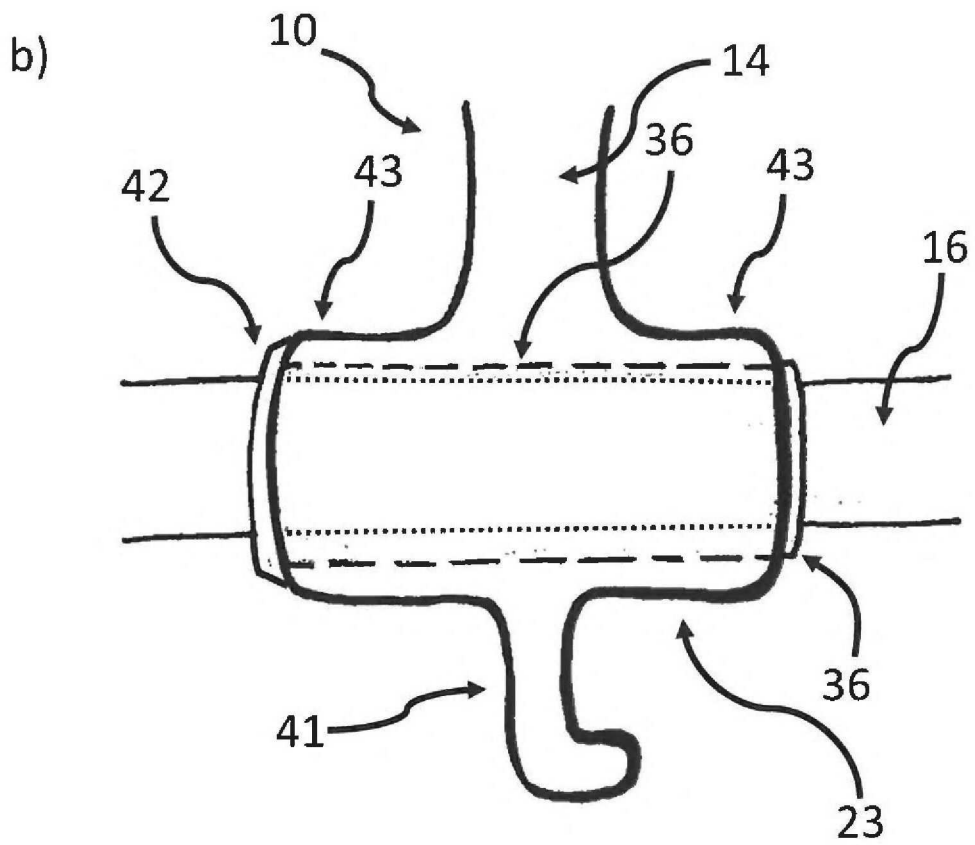


Fig. 6

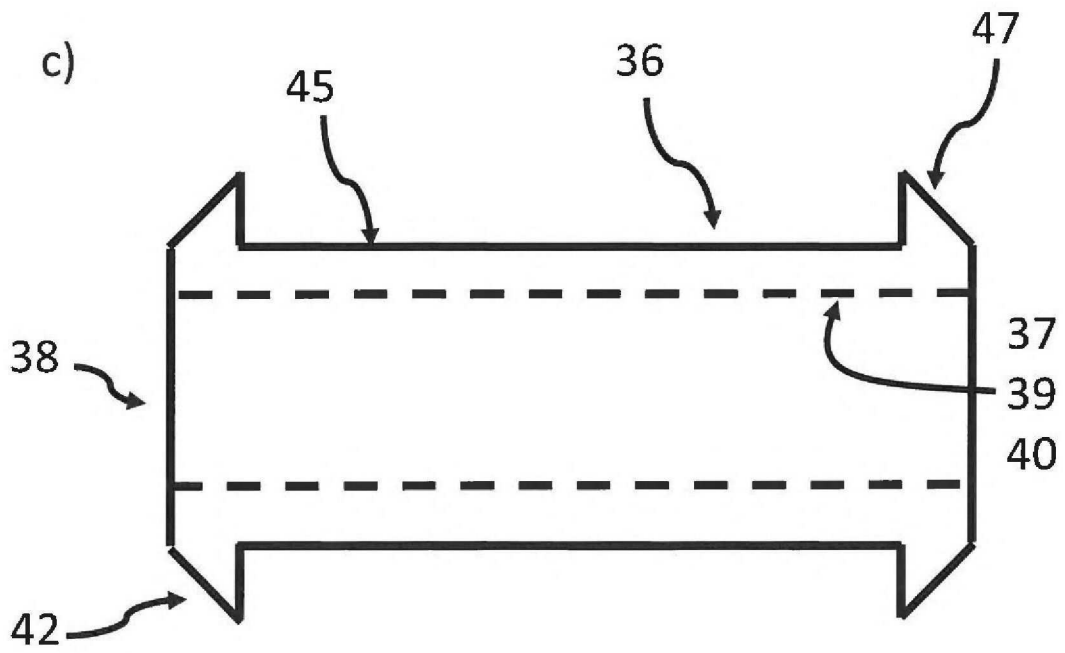


Fig. 6

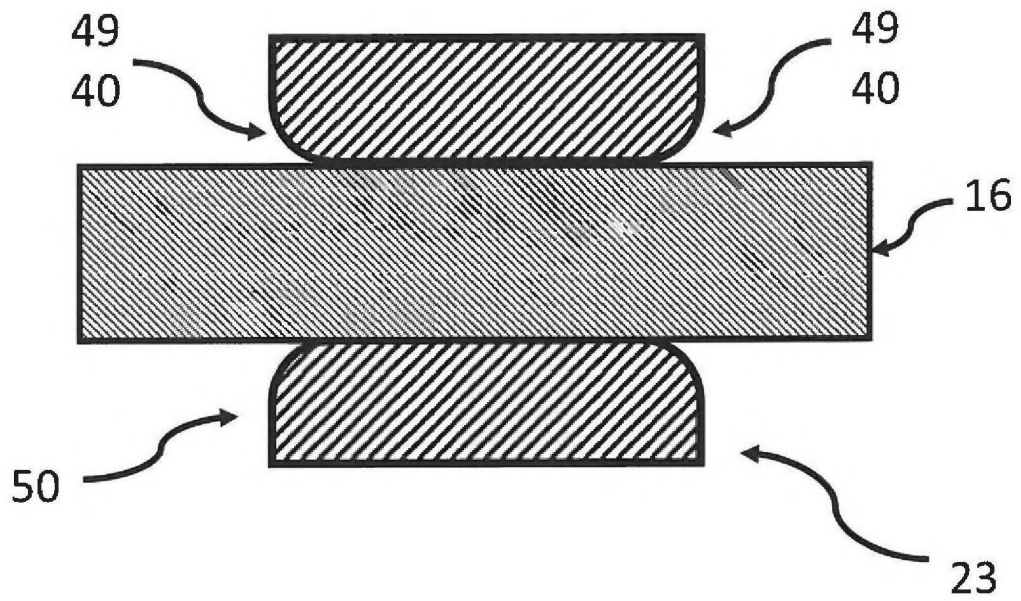


Fig. 7

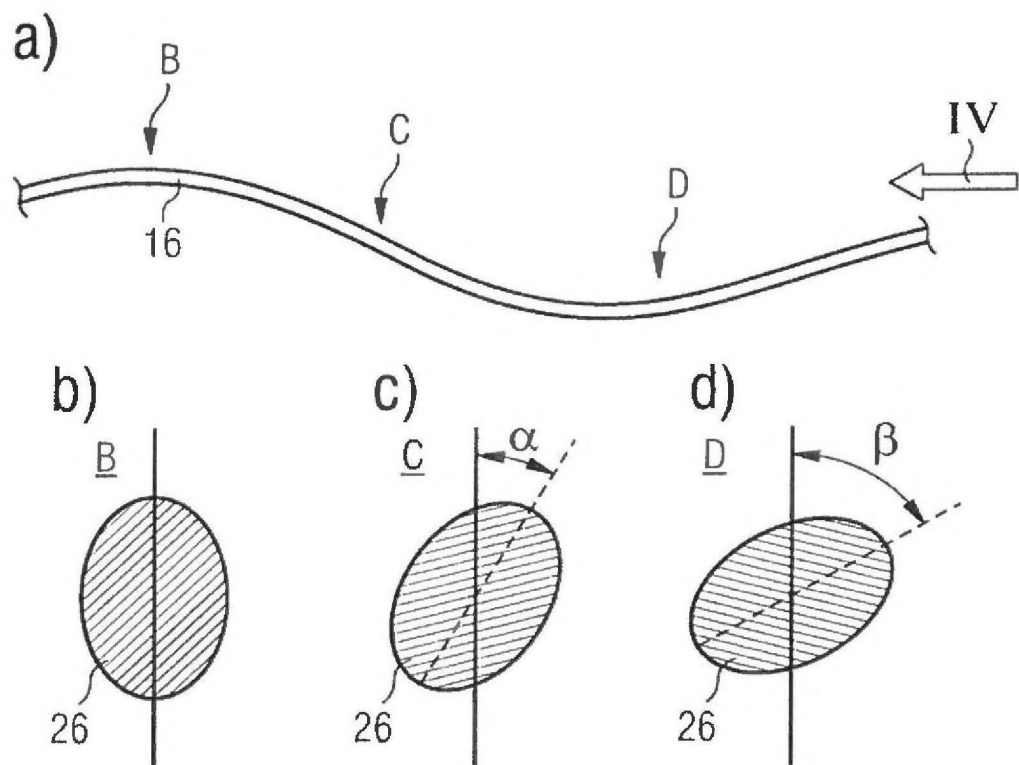


Fig. 8

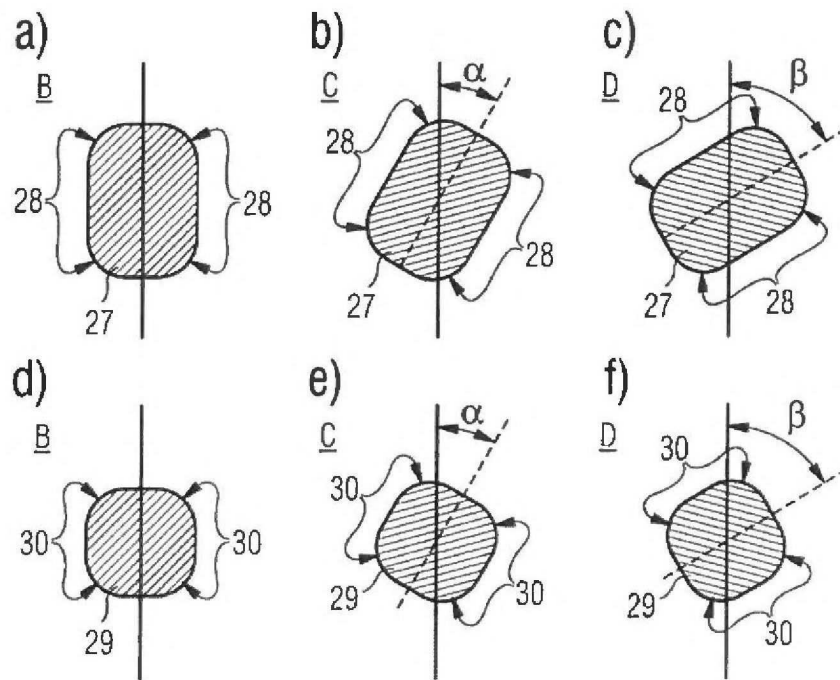


Fig. 9

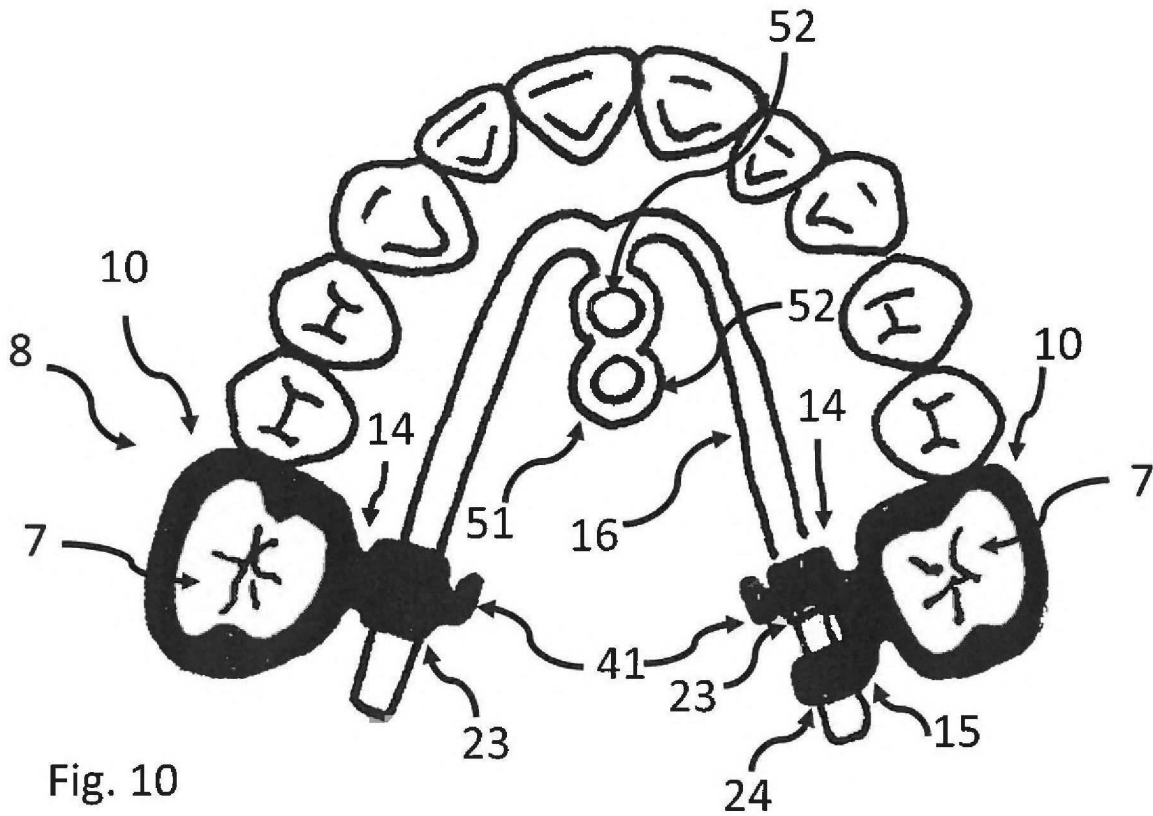


Fig. 10