



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 33 580 T2** 2007.07.05

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 139 903 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **A61C 7/14** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 33 580.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/09649**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 921 614.6**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2000/036989**

(86) PCT-Anmeldetag: **03.05.1999**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **29.06.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.10.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **11.10.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **05.07.2007**

(30) Unionspriorität:

**216310 18.12.1998 US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB, IT**

(73) Patentinhaber:

**3M Innovative Properties Co., Saint Paul, Minn.,  
US**

(72) Erfinder:

**CLEARY, D., James, Saint Paul, MN 55133-3427,  
US**

(74) Vertreter:

**derzeit kein Vertreter bestellt**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND GERAET FUER DIE GENAUE VERBINDUNGSPositionIERUNG VON ORTH-  
ODONTISCHEN VORRICHTUNGEN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung****ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK****1. Technisches Gebiet**

**[0001]** Diese Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Verbinden von orthodontischen Vorrichtungen, wie beispielsweise Brackets, mit den Zähnen eines Patienten. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Verbindungsverfahren für orthodontische Vorrichtungen, wobei das präzise Positionieren jeder Vorrichtung auf den Zähnen des Patienten zum Teil durch den Einsatz einer Übertragungsschale und mit der Übertragungsschale verbundenen Befestigungskomponenten erfolgt.

**2. Beschreibung der verwandten Technik**

**[0002]** Orthodontische Behandlung schließt die Bewegung von falsch stehenden Zähnen an orthodontisch korrekten Stellen mit ein. Während der Behandlung werden oftmals kleine Vorrichtungen, die als Brackets bekannt sind, an den Vorderzähnen, Eckzähnen und vorderen Backenzähnen des Patienten befestigt, und ein Bogendraht wird in einem Schlitz jedes Brackets angeordnet. Der Bogendraht bildet eine Führung für die Bewegung der Zähne an erwünschte Stellen. Die Enden des Bogendrahts sind oft mit Bukkalrohren verbunden, die ihrerseits an den Backenzähnen des Patienten gesichert sind. Die Brackets, Bukkalrohre und Bogendrähne werden üblicherweise als „Klammern“ bezeichnet.

**[0003]** Eine Art von orthodontischer Behandlungstechnik wird die „Level-Arch“-(Horizontaler Bogen)-Technik genannt und enthält das Anordnen der Brackets an den Zähnen des Patienten an bestimmten ausgewählten Stellen, so dass der U-förmige Bogendraht sich am Ende der Behandlung in einer im Allgemeinen waagerechten Ebene befindet. Bei der ersten Anbringung des Bogendrahts an den Brackets bringen ihn die falsch stehenden Zähne möglicherweise dazu, von seiner normalerweise planaren Konfiguration (in horizontaler Ansicht) und seiner normalerweise gleichmäßig gebogenen Konfiguration (in Draufsicht) abzuweichen. Die inhärente Elastizität des Bogendrahts drängt die Brackets und somit auch die zugeordneten Zähne jedoch tendenziell in eine horizontale Anordnung, in der der Bogendraht wieder seine normalerweise planare und gleichmäßig gebogene Konfiguration annimmt. Die Level-Arch-Technik wird von vielen Kieferorthopäden als zufrieden stellend angesehen, da die Notwendigkeit für Kurven, Stufen oder andere Anpassungen des Bogendrahts verringert wird und in vielen Fällen entfällt, was zu einer Zeitersparnis sowohl für den Kieferorthopäden als auch für den Patienten führt.

**[0004]** Der Erfolgsgrad der Level-Arch-Technik

hängt, wie ersichtlich ist, teilweise mit der Position und Ausrichtung der Brackets und Bukkalrohre an den Zähnen des Patienten zusammen. Ist eines der Brackets beispielsweise mit dem Zahn eines Patienten an einer Stelle verbunden, die in Bezug auf die Anordnung von Brackets an benachbarten Zähnen zu nah an der Gingiva (also dem Zahnfleisch) des Patienten liegt, wird dieser Zahn bei Behandlungsende, wenn alle Brackets in einer horizontalen Anordnung ausgerichtet sind, um einen übermäßigen Abstand nach außen in eine Okklusallrichtung (d.h. in einer Richtung zu den Außenspitzen der Zähne des Patienten) vorstehen. In einem solchen Fall kann der Kieferorthopäde die Ausrichtung des falsch stehenden Zahns korrigieren, indem er Biegungen oder Stufen in den Bogendraht an Stellen, die an jede Seite des Brackets angrenzen, platziert, aber eine solche Praktik bringt für den Kieferorthopäden zusätzliche Arbeit mit sich und kann auch die Gesamtbehandlungsdauer verlängern.

**[0005]** In der Folge wurden in der Vergangenheit zahlreiche Vorschläge gemacht, die Anordnungsgenauigkeit orthodontischer Vorrichtungen während der Verbindungsprozedur der Vorrichtungen an die Zähne des Patienten zu verbessern. Beispielsweise stellen Höhenlehren, wie zum Beispiel die wohlbekannte „Boone“-Lehre, ein Mittel bereit, um eine erwünschte Position der Vorrichtung an einem Zahn in Bezug auf die Okklusalkante des zugeordneten Zahns anzuzeigen. Die Boone-Lehre weist eine flache Oberfläche, die über der Okklusalkante des Zahns angeordnet wird, und einen festen von der flachen Oberfläche beabstandeten Stift auf, der eine Markierung ritzt, um die erwünschte Okklusall-Gingival-Position des Bogendrahtschlitzes der Vorrichtung an dem Zahn anzuzeigen. Sobald die Markierung geritzt worden ist, wird eine geringe Menge Klebstoffs auf der Basis der Vorrichtung platziert oder „geschmiert“ und mit Hilfe einer Pinzette oder eines anderen Handinstruments wird die Vorrichtung auf dem ausgewählten Zahn angeordnet. Danach wird die Vorrichtung nach Bedarf verschoben, um sie in die ausgewählte Position zu bringen.

**[0006]** Eine recht ähnliche Einrichtung ist als Positionierlehre bekannt und wird von dem Hersteller der Vorrichtung als Wegwerfkomponente angeboten, welche nach der richtigen Positionierung der Vorrichtung auf dem ausgewählten Zahn weggeworfen werden kann. Ein Beispiel einer Positionierlehre zur Verwendung mit einem orthodontischen Bracket ist beispielsweise in der US-Patentschrift Nr. 5,429,229 beschrieben, besteht aus einem flexiblen Kunststoffmaterial und weist Bügel auf, die über den Okklusall- und Gingivalkanten von Verbindungsflügeln des Brackets aufgenommen werden. Die in der US-Patentschrift Nr. 5,429,229 beschriebene Lehre kann mittels eines geeigneten Handinstruments gegriffen und zur Unterstützung des Brackets während der Anordnung und

der Verbindung mit dem Zahn verwendet werden. Die Lehre enthält abgestufte Abschnitte, die für die Ausrichtung mit der Okklusalkante des ausgewählten Zahns vorgesehen sind. Sobald der Klebstoff gehärtet ist und das Bracket mit dem Zahn sicher verbunden ist, wird die Positionierlehre von dem Bracket gelöst, indem sie gebogen wird, bis die Bügel sich aus dem Eingriff mit den Verbindungsflügeln lösen.

**[0007]** Andere Arten von Einrichtungen zur Positionierung von Vorrichtungen sind beispielsweise in den US-Patentschriften Nr. 4,455,137 und 4,850,864 beschrieben. Bei der Einrichtung aus der US-Patentschrift Nr. 4,850,864 wird die Vorrichtung von gegenüberliegenden Greifern ergriffen und die Einrichtung enthält auch eine Lehre zum Anordnen der Vorrichtung auf einer Zahnoberfläche an einer Stelle, die sich in einem vorbestimmten Abstand von der Okklusalkante des Zahns befindet. Ein weiteres Beispiel einer Positioniereinrichtung ist als „Dougherty“-Lehre bekannt, welche eine Feder aufweist, die in dem Bogen Drahtschlitz der Vorrichtung aufgenommen wird, um die Vorrichtung während der Verbindung zu unterstützen. Die Dougherty-Lehre weist auch einen Arm auf, der in einem festen Abstand von der Feder angeordnet ist, und der Arm wird während der Verbindung in Kontakt mit der Okklusalkante des Zahns angeordnet, so dass die Vorrichtung als Folge davon in einem vorbestimmten

**[0008]** Abstand von der Okklusalkante des Zahns angeordnet wird.

**[0009]** Auch wenn die oben beschriebenen Verbindungstechniken von einigen Ärzten als zufrieden stellend angesehen werden, haften diesen Techniken dennoch inhärente Mängel an. Der Zugang zu den Oberflächen bestimmter falsch stehender Zähne (wie beispielsweise die vorderen Backenzähne und Backenzähne) kann zum Beispiel schwierig sein. In einigen Fällen, und insbesondere in Verbindung mit den hinteren Zähnen, kann der Arzt Schwierigkeiten haben, die genaue Position des Brackets in Bezug auf die Zahnoberfläche zu sehen. Ein weiteres Problem bei den oben beschriebenen Techniken betrifft die beträchtliche Zeitdauer, die erforderlich ist, um die Prozedur des Anordnens und Verbindens eines Brackets an jeden einzelnen Zahn auszuführen. Dies stellt sowohl für den Patienten als auch für den Kieferorthopäden ein Ärgernis dar. Die Gefahr der Kontaminierung mit Feuchtigkeit durch den Speichel des Patienten nimmt ebenfalls mit der Zeit zu, die der Patient auf die Vollendung der Verbindungsprozedur warten muss. Die oben genannten Faktoren können auch die Genauigkeit der Anordnung der Brackets auf den Zähnen übermäßig beeinträchtigen und/oder die Gefahr erhöhen, dass die letztlich hergestellte Haftverbindung nicht ausreichend Stärke aufweist, um die Brackets während der orthodontischen Behandlung an den Zähnen zu halten.

**[0010]** Als „indirekte Verbindungen“ bekannte Verbindungstechniken vermeiden viele der oben genannten Probleme. Im Allgemeinen wird im Rahmen von indirekten Verbindungstechniken eine Übertragungsschale verwendet, welche eine Form aufweist, die der Konfiguration von mindestens einem Teil eines der Dentalbögen des Patienten entspricht. Ein Bracketset ist an bestimmten vorbestimmten Stellen lösbar mit der Schale verbunden. Sobald auf die Basis jedes Brackets Klebstoff aufgetragen wurde, wird die Schale über die Zähne des Patienten angeordnet, bis der Klebstoff gehärtet ist. Danach wird die Schale von den Zähnen wie auch von den Brackets entfernt, oftmals mit dem Resultat, dass alle Brackets, die zuvor mit der Schale verbunden waren, nun fest mit ihren jeweiligen Zähnen an bestimmten beabsichtigten und vorbestimmten Stellen verbunden sind. Die Prozedur wird in der Regel für den anderen Dentalbogen des Patienten wiederholt.

**[0011]** Ein bekanntes Verfahren von indirektem Verbinden enthält genauer ausgedrückt die folgenden Schritte: Nehmen eines negativen Abdrucks des Dentalbogens des Patienten und dann Herstellen eines Abdrucks aus Gips oder „Stein“-Modell von dem negativen Abdruck. Eine Versiegelungslösung (beispielsweise die Markenversiegelungslösung Liquid Foil von 3M) wird auf das Steinmodell aufgetragen und trocknen gelassen. Falls erwünscht, werden die Zähne des Modells mit einem Bleistift markiert, um das Anordnen der Brackets an Idealpositionen zu unterstützen.

**[0012]** Dann werden die Brackets vorübergehend mit dem versiegelten Steinmodell verbunden. Optional kann der Verbindungsklebstoff ein chemischhärtender Klebstoff (wie beispielsweise die Marke Concise von 3M) oder ein lighthärtender Klebstoff (wie beispielsweise die Klebstoffe Transbond XT oder Transbond LR von 3M) sein. Optional können die Brackets klebend vorbeschichtete Brackets sein, wie in den US-Patentschriften Nr. 5,015,180, 5,172,809, 5,354,199 oder 5,429,299 beschrieben.

**[0013]** Eine Übertragungsschale wird dann hergestellt, indem ein Matrixmaterial über das Modell wie auch über die Brackets auf dem Modell angeordnet wird. Beispielsweise kann ein Plastikfolien-Matrixmaterial über dem Modell und den Brackets angeordnet und dann in einem Ofen erhitzt werden. Um die Luft zwischen dem Matrixmaterial und dem Modell zu entfernen, wird eine Vakuumquelle eingesetzt. Wenn das Matrixmaterial erwärmt wird, wird das Plastikfolienmaterial nach unten über das Modell gezogen und nimmt eine Konfiguration an, die der Form der Abdruckzähne und der angrenzenden Brackets des Steinmodells genau entspricht.

**[0014]** Das Plastikmodell wird dann abkühlen und härten gelassen und bildet eine Schale. Dann werden

die Schale und die Brackets (die in einer Innenwand der Schale eingebettet sind) von dem Steinmodell entfernt und die Seiten der Schale werden nach Bedarf zurechtgeschnitten. Die Schale kann auch in kleinere Abschnitte geschnitten werden, um die Anordnung während der Verbindung zu erleichtern. Wenn der gehärtete Klebstoff auf der Bracketbasis verbleibt, nachdem die Brackets von dem Modell entfernt wurden, kann der Klebstoff als eine maßgefertigte Verbindungsfläche dienen, die eine Kontur aufweist, welche der Kontur des Zahns des Patienten genau entspricht und für einen spielfreien passenden Sitz sorgt.

**[0015]** Sobald der Patient ins Büro zurückkehrt, wird eine Menge Klebstoffs auf der Basis jedes Brackets (oder, wenn vorhanden, auf dem gehärteten Klebstoff) angeordnet und die Schale (oder der Schalenabschnitt) mit den eingebetteten Brackets wird dann über passende Abschnitte des Dentalbogens des Patienten angeordnet. Da die Konfiguration des inneren Kanals in der Schale genau zu den entsprechenden Abschnitten des Dentalbogens des Patienten passt, wird jedes Bracket letztlich an den Zähnen des Patienten an genau derselben Stelle angeordnet, die der vorherigen Stelle desselben Brackets auf dem Steinmodell entspricht.

**[0016]** Die US-Patentschrift Nr. 4,183,747 offenbart ein Verfahren zum Verbinden einer orthodontischen Vorrichtung mit einem Zahn mit Hilfe einer Übertragungsschale.

**[0017]** In indirekten Verbindungstechniken wurden sowohl lighthärtende Klebstoffe als auch chemischhärtende Klebstoffe eingesetzt, um die Vorrichtungen an den Zähnen des Patienten zu sichern. Wird ein lighthärtender Klebstoff verwendet, so ist die Schale vorzugsweise transparent oder durchscheinend. Wenn ein chemischhärtender Zweikomponentenklebstoff verwendet wird, können die Komponenten vor dem Aufbringen auf die Brackets gemischt werden oder alternativ kann eine Komponente auf der Basis jedes Brackets (oder, falls vorhanden, auf den gehärteten Klebstoff) angeordnet und die andere Komponente kann auf der Zahnoberfläche angeordnet werden. In jedem Fall ermöglicht es die Anordnung der Schale mit den eingebetteten Brackets auf den entsprechenden Abschnitten der Dentalbögen des Patienten, dass die Brackets als Gruppe in relativ kurzer Zeit mit den Zähnen verbunden werden. Bei einer solchen Technik wird die zuvor beschriebene einzelne Anordnung und Positionierung jedes Brackets an den Zähnen vermieden.

**[0018]** Auch wenn ersichtlich ist, dass die Verwendung bestimmter Verbindungstechniken, wie beispielsweise das indirekte Verbinden, die Anordnung von Vorrichtungen auf den Zähnen des Patienten erheblich vereinfachen und die Zeit, die der Patient den

Behandlungsstuhl einnimmt, verkürzen kann, besteht doch weiterhin ein Bedarf in dem Gebiet, die gegenwärtigen Verbindungstechniken zu verbessern, um die Anordnungsgenauigkeit zu erhöhen, den Zeitaufwand des Arztes zu optimieren und die Stärke der Verbindung zwischen der Vorrichtung und dem Zahn zu vergrößern. Außerdem besteht in dem Gebiet ein Bedarf, die mit der Herstellung der Übertragungsschale verbundene Zeit und die Kosten zu verringern, so dass die Ausgaben für den Arzt sowie für den Patienten entsprechend gesenkt werden können.

#### KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

**[0019]** Die vorliegende Erfindung betrifft in einem Aspekt ein Verfahren zum Verbinden einer orthodontischen Vorrichtung mit einem Zahn. Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf: Herstellen eines Abdrucks der Zahnstruktur eines Patienten und lösbares Verbinden mindestens einer Befestigungskomponente mit dem Abdruck, wobei jede Befestigungskomponente ein Analogon der orthodontischen Vorrichtung und einen Arm enthält, der mit dem Vorrichtungsanalogon verbunden ist, und wobei jedes Vorrichtungsanalogon auf dem Abdruck an einer Stelle angeordnet ist, die einer Stelle an der Zahnstruktur des Patienten entspricht, an der eine orthodontische Vorrichtung aufgenommen werden soll. Das Verfahren enthält auch die folgenden Schritte: Herstellen einer Übertragungsschale durch Anordnen von Matrixmaterial über mindestens einem Abschnitt des Abdrucks und Entfernen der Übertragungsschale von dem Abdruck. Das Verfahren enthält ferner die folgenden Schritte: Ersetzen jedes Vorrichtungsanalogons mit einer orthodontischen Vorrichtung und Aufbringen eines orthodontischen Klebstoffs auf mindestens eine der Zahnstruktur des Patienten und jede orthodontische Vorrichtung. Das Verfahren enthält auch die folgenden Schritte: Anordnen der Übertragungsschale über der Zahnoberfläche und Bewegen jedes Arms in Bezug auf die Übertragungsschale, um jede orthodontische Vorrichtung in Kontakt mit der Zahnstruktur des Patienten zu bringen.

**[0020]** Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden einer orthodontischen Vorrichtung mit einem Zahn. In diesem Aspekt weist das Verfahren die folgenden Schritte auf: Herstellen eines Abdrucks der Zahnstruktur des Patienten und lösbares Verbinden mindestens einer Befestigungskomponente mit dem Abdruck, wobei jede Befestigungskomponente an einer Stelle auf dem Abdruck positioniert ist, die der Stelle an der Zahnstruktur des Patienten entspricht, an der eine orthodontische Vorrichtung aufgenommen werden soll. Das Verfahren enthält auch die folgenden Schritte: Herstellen einer Übertragungsschale durch Anordnen von Matrixmaterial über mindestens einen Abschnitt des Abdrucks sowie über mindestens einen Abschnitt mindestens einer Befestigungskomponenten-

te und Entfernen der Übertragungsschale von dem Abdruck. Das Verfahren enthält ferner die folgenden Schritte: Trennen mindestens eines Abschnitts mindestens einer Befestigungskomponente von der Übertragungsschale und Verbinden mindestens einer orthodontischen Vorrichtung mit der Übertragungsschale an jeweiligen Stelle(n), die der vorherigen Stelle/den vorherigen Stellen mindestens einer der getrennten Befestigungskomponenten oder -komponentenabschnitten entspricht. Das Verfahren enthält auch die folgenden Schritte: Aufbringen eines orthodontischen Klebstoffs auf mindestens einer der Zahnstruktur des Patienten und jeder zu verbindenden orthodontischen Vorrichtung und Anordnen der Transferschale mit jeder orthodontischen Vorrichtung über die entsprechende Zahnstruktur des Patienten, um jede orthodontische Vorrichtung mit der Zahnstruktur zu verbinden.

**[0021]** Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden einer orthodontischen Vorrichtung an einem Zahn, welches die folgenden Schritte aufweist: Herstellen einer Übertragungsschale, die einem negativen Bild mindestens eines Teils der Zahnstruktur des Patienten entspricht, und Verbinden mindestens eines Trägerarms mit der Schale, so dass der mindestens eine Trägerarm in Bezug auf die Schale beweglich ist. Das Verfahren weist auch die folgenden Schritte auf: lösbares Koppeln einer orthodontischen Vorrichtung an mindestens einem Trägerarm und Anordnen der Schale über der Zahnstruktur des Patienten. Das Verfahren weist ferner die folgenden Schritte auf: Aufbringen eines orthodontischen Klebstoffs an mindestens einer der Zahnstruktur des Patienten und jeder Vorrichtung und Bewegen mindestens eines Trägerarms in Bezug auf die Schale, um die an einen derartigen Arm/an derartige Arme gekoppelte Vorrichtung mit der Zahnstruktur des Patienten zu verbinden. Der Schritt des Herstellens der Übertragungsschale weist den Schritt des Herstellens von Abschnitten auf, die sich entlang der mesialen und distalen Seiten mindestens einer Vorrichtung an einer Position erstrecken, die von der Vorrichtung beabstandet ist, um die Entfernung von eventuell vorhandenem überschüssigem Klebstoff zu erleichtern.

**[0022]** In noch einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung eine orthodontische Übertragungsschale für das indirekte Verbinden. Die Anordnung weist mindestens eine orthodontische Vorrichtung und mindestens einen Trägerarm auf, wobei jeder Trägerarm mit einer entsprechenden orthodontischen Vorrichtung verbunden ist. Die Anordnung weist auch eine Übertragungsschale auf, die einen Okklusallabschnitt zum Erstrecken über Okklusallabschnitte der Zahnstruktur des Patienten und einen Bukkolabialabschnitt zum Erstrecken über Bukkolabialabschnitte der Zahnstruktur des Patienten aufweist. Jeder Trägerarm ist an die Schale gekoppelt. Der Bukkolabial-

abschnitt enthält eine im Allgemeinen U-förmige Aussparung zur Aufnahme jeder Vorrichtung. Jede Aussparung erstreckt sich entlang der mesialen, okklusalen und distalen Seiten der entsprechenden Vorrichtung in einer beabstandeten Beziehung zu der Vorrichtung, wenn diese sich in Kontakt mit der Zahnstruktur des Patienten befindet.

**[0023]** Die vorliegende Erfindung betrifft auch eine orthodontische Übertragungsschale, die mindestens eine orthodontische Vorrichtung und mindestens einen Trägerarm umfasst, wobei jeder Trägerarm mit einer entsprechenden Vorrichtung verbunden ist. Die Anordnung weist eine Schale mit einem im Allgemeinen U-förmigen Kanal zum Erstrecken entlang des Dentalbogens des Patienten auf. Die Schale weist einen Lingualabschnitt, einen Bukkolabialabschnitt und einen Okklusallabschnitt auf, der den Lingualabschnitt und den Bukkolabialabschnitt miteinander verbindet. Der Lingualabschnitt und der Bukkolabialabschnitt sind elastisch und weisen in einer im Allgemeinen Okklusall-Gingival-Richtung ausreichend Tiefe auf, um hinterschnittene Bereiche bereitzustellen, die über die entsprechende Zahnstruktur schnappend passen, um die Schale selbsttragend in Eingriff mit der Zahnstruktur auf lösbare Art und Weise zu halten. Die Schale weist auch mindestens einen Durchgang auf, der sich in dem Okklusallabschnitt erstreckt, um einen entsprechenden Trägerarm aufzunehmen.

**[0024]** Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zur Herstellung einer Übertragungsschalenanordnung für einen orthodontischen Patienten. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte: Unterstützen mindestens zweier orthodontischer Vorrichtungen oder Vorrichtungsanaloge an ausgewählten beabstandeten Positionen und Koppeln eines entsprechenden Arms an jede orthodontische Vorrichtung oder Vorrichtungsanalogon. Eine Menge Matrixmaterials wird über mindestens einen Abschnitt jedes Arms angeordnet, um die Arme miteinander zu verbinden. Mindestens ein Abschnitt des Matrixmaterials weist eine Konfiguration auf, die mindestens einem Abschnitt der Dentalbögen des orthodontischen Patienten entspricht. Das Matrixmaterial wird härten gelassen und bildet eine Schale.

**[0025]** Eine weitere Ausführungsform der Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Herstellen einer Übertragungsschale für einen orthodontischen Patienten. Das Verfahren gemäß dieser Ausführungsform weist die folgenden Schritte auf: Herstellen eines Abdrucks der Zahnstruktur des Patienten und lösbares Verbinden mindestens einer Befestigungskomponente an dem Abdruck. Jede Befestigungskomponente weist ein Analogon einer orthodontischen Vorrichtung und einen mit dem Vorrichtungsanalogon verbundenen Arm auf. Jedes vorrichtungsanalogon ist an dem Abdruck an einer Stelle positioniert, die einer Stelle an

der Zahnstruktur des Patienten entspricht, an der eine orthodontische Vorrichtung aufgenommen werden soll. Matrixmaterial wird über mindestens einen Abschnitt des Abdrucks und mindestens einen Abschnitt des Arms mindestens einer Befestigungskomponente angeordnet. Die Übertragungsschale wird von dem Abdruck entfernt und jedes Vorrichtungsanalogon wird durch eine orthodontische Vorrichtung ersetzt.

**[0026]** Die Verfahren und Vorrichtungen der vorliegenden Erfindung sind aus einer Reihe von Gründen vorteilhaft. Die Verwendung von Vorrichtungsanaloga gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung ist von Vorteil, da die Vorrichtungsanaloga eine Reihe von Malen wiederverwendet werden können, um verschiedene Übertragungsschalen herzustellen, und die Vorrichtungen, die schließlich mit den Zähnen des Patienten verbunden werden, müssen nicht erhalten oder verwendet werden, bis die Übertragungsschale hergestellt worden ist. Dadurch verringert sich die Gefahr der Kontaminierung oder anderweitiger Beschädigung der Vorrichtung. Andere Aspekte der Erfindung, die eine Übertragungsschale betreffen, welche sich entlang mesialer und distaler Seiten der Vorrichtung in einer beabstandeten Beziehung zu der Vorrichtung erstreckende Abschnitte aufweist, sind deswegen vorteilhaft, weil überschüssiger Klebstoff während der Verbindungsprozedur und ohne Behinderung durch die Schale von der Basis der Vorrichtung herausgedrückt werden und ohne Weiteres mit Hilfe eines Explorers oder anderen Dentalwerkzeugs vor dem Härten des Klebstoffs entfernt werden kann. Andere Aspekte der Erfindung, die den Schritt des Herstellens einer Übertragungsschale durch das Anordnen von Matrixmaterial über mindestens einem Abschnitt jeder Befestigungskomponente aufweisen, sind vorteilhaft, da jede Befestigungskomponente in Bezug auf die Übertragungsschale richtig ausgerichtet ist, ohne dass manuelle Einstellungen oder dergleichen nötig wären.

**[0027]** Weitere Einzelheiten der Erfindung werden in den Merkmalen der Ansprüche definiert.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0028]** [Fig. 1](#) ist eine Seitenansicht eines beispielhaften Abdrucks des oberen Dentalbogens eines Patienten, der zum teilweisen Ausführen eines Verfahrens des Verbindens orthodontischer Brackets gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung nützlich ist;

**[0029]** [Fig. 2](#) ist eine [Fig. 1](#) recht ähnliche Ansicht, mit der Ausnahme, dass Befestigungskomponenten mit einigen der Zähne des Abdrucks zu Veranschaulichungszwecken verbunden worden sind;

**[0030]** [Fig. 2a](#) ist eine [Fig. 2](#) recht ähnliche Ansicht,

mit der Ausnahme, dass ein Roboterarm verwendet wird, um die Befestigungskomponenten an den Abdruckzähnen anzuordnen;

**[0031]** [Fig. 3](#) ist eine [Fig. 2](#) recht ähnliche Ansicht, mit der Ausnahme, dass eine Menge Matrixmaterials über einigen der Abdruckzähne sowie über einen Abschnitt der Arme der Befestigungskomponente angeordnet ist, um eine Übertragungsschale herzustellen;

**[0032]** [Fig. 4](#) ist eine Seitenansicht in teilweise schematischer Form von oberen und unteren Dentalbögen eines Patienten, wobei die in [Fig. 3](#) dargestellte Übertragungsschale über die Zahnstruktur des oberen Dentalbogens des Patienten angeordnet worden ist, mit der Ausnahme, dass die in [Fig. 3](#) gezeigten Befestigungskomponenten entfernt und in einigen Fällen durch beispielhafte orthodontische Brackets und mit den Brackets verbundenen Trägerarmen ersetzt worden sind;

**[0033]** [Fig. 5](#) ist eine vergrößerte Seitenansicht einer der orthodontischen Vorrichtungen und des Teils eines zugeordneten Trägerarms, wie in [Fig. 4](#) gezeigt;

**[0034]** [Fig. 6](#) ist eine vergrößerte Draufsicht auf die in [Fig. 5](#) gezeigte Vorrichtung und den Trägerarm in der Blickrichtung auf die Okklusalseite der Vorrichtung; und

**[0035]** [Fig. 7](#) ist eine schematische Darstellung, die eine Musterbefestigung zum Unterstützen der Befestigungskomponenten oder orthodontischen Vorrichtungen gemäß alternativen Ausführungsformen der Erfindung.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0036]** Die folgende Beschreibung legt im Detail ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Verbinden orthodontischer Vorrichtungen mit Zähnen gemäß den gegenwärtig bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung dar. Das Verfahren und die Vorrichtung, die im Folgenden dargelegt werden, stellen lediglich zu Veranschaulichungszwecken Beispiele der Erfindung dar und sollten nicht als eine Einschränkung der Erfindung aufgefasst werden, da Fachleuten klar sein wird, dass alternativ eine Reihe von Modifikationen und Ergänzungen eingesetzt werden können.

**[0037]** [Fig. 1](#) ist eine Darstellung eines Beispiels eines Modell- oder Abdruckbogens **10** des oberen Dentalbogens eines Patienten. Der Abdruckbogen **10** weist eine Reihe von Abdruckzähnen **12** sowie benachbarte Abschnitte von Abdruckweichgewebe **14** auf, die in der Form dem Weichgewebe bzw. dem Zahnfleisch des Patienten ähneln. Vorzugsweise,

wenn auch nicht notwendigerweise, weist der Abdruckbogen **10** Abdrücke aller Zähne in dem oberen (oder unteren) Dentalbogen des Patienten auf. Wenn der Abdruck genau genommen wurde und der Abdruckdentalbogen **10** sorgfältig vorbereitet wurde, werden die Abdruckzähne **12** und das Abdruckweichgewebe **14** eine Konfiguration und Ausrichtung haben, die der Konfiguration und Ausrichtung der entsprechenden Zähne und des Weichgewebes des orthodontischen Patienten ähneln.

**[0038]** Der Abdruckbogen **10** kann durch eine Reihe bekannter geeigneter Verfahren hergestellt werden. Beispielsweise kann der Abdruckbogen **10** hergestellt werden, indem zuerst ein Abdruck des oberen Dentalbogens des Patienten genommen wird, wobei darauf geachtet wird, dass übermäßige Verzerrung vermieden wird. Vorzugsweise wird ein Alginateabdruckmaterial verwendet, wie beispielsweise das Markenalginateabdruckmaterial Unijel-II von 3M Unitek. Alternativ kann ein Hydrocolloid- oder Vinylpolysiloxanabdruckmaterial verwendet werden, wie das Markenvinylpolysiloxanabdruckmaterial Imprint von 3M. Danach wird der Abdruckbogen **10** von jedem Abdruck gemacht, indem beispielsweise ein Material wie Stuckgips verwendet wird. Vorzugsweise ist der Abdruckbogen frei von Hohlräumen. Wenn Hohlräume vorliegen, können sie mit einer kleinen zusätzlichen Menge geeigneten Materials, wie beispielsweise Stuckgips gefüllt werden.

**[0039]** Als Alternative kann der Abdruckbogen **10** hergestellt werden, indem Digitalinformationen erzeugt werden, die die Form des oberen Dentalbogens des Patienten definieren, und indem die Digitalinformationen dann zur Herstellung eines Abdrucks verwendet werden. Die Digitalinformationen können beispielsweise durch die in der PCT-Anmeldung Nr. WO 97/03622 dargelegten Verfahren erstellt werden. Die PCT-Anmeldung WO 97/03622 beschreibt kurzgefasst ein Verfahren zum Erzeugen von Digitalinformationen der Dentalbögen eines Patienten, indem ein Abdruck der Bögen des Patienten hergestellt und dann eine Schicht von dem Abdruck entfernt wird (oder alternativ eine Schicht von einem Modell, das von dem Abdruck gefertigt wurde, entfernt wird), um eine ebene Oberfläche zu erhalten. Eine Videokamera oder eine andere Einrichtung wird dann verwendet, um digitale Daten der flachen Oberfläche zu sammeln, und das Verfahren wird wiederholt. Schließlich werden die gesammelten Daten zu einem Datensatz kombiniert, der die Konfiguration der Dentalbögen des Patienten repräsentiert.

**[0040]** Andere Mittel zum Erzeugen von Digitalinformationen der Dentalbögen des Patienten können ebenfalls eingesetzt werden. Beispielsweise können die Digitalinformationen elektromechanisch (beispielsweise durch Scannen mit einem Taster), durch Laserscannen, Photogrammetrie oder durch Ultra-

schallentfernungsmessung erzeugt werden. Beispiele für Einrichtungen zum Erzeugen der Informationen werden in einem Artikel von Rekow mit dem Titel „Computer-Aided Design and Manufacture in Dentistry: A Review of the State of the Art“, aus dem Journal of Prosthetic Dentistry, Band 58, Seite 512 (1987) beschrieben, welcher hier ausdrücklich durch Bezugnahme mit aufgenommen wird. Andere Beispiele werden in den US-Patentschriften Nr. 5,078,599, 5,131,844, 5,338,198, 4,611,288 und 5,372,502 sowie in einem Artikel mit dem Titel „Three-dimensional dental cast analyzing System with laser scanning“ (Kuroda et al., Am. J. Ortho. Dent. Othrop., Bd. 110 [4], Oktober 1996, Seiten 365–369) beschrieben.

**[0041]** Nach der Herstellung des Abdruckbogens **10** wird bei Bedarf eine Schicht aus Trennmedium auf den Abdruckbogen **10** aufgebracht. Wenn der Abdruckbogen **10** beispielsweise aus Stuckgips besteht, wird eine dünne Schicht Trennmedium, wie beispielsweise die Markenversiegelungslösung Liquid Foil von 3M oder das Markentrennmittel Al-Cote von Dentsply auf den Abdruckbogen **10** aufgebracht und trocknen gelassen.

**[0042]** Danach wird die bevorzugte beabsichtigte Position, wenn die orthodontische Vorrichtung schließlich mit den entsprechenden Zähnen des Patienten verbunden ist, jeder orthodontischen Vorrichtung bestimmt und diese Position wird auf den Abdruckzähnen angezeigt. Als ein Beispiel kann eine Bleistiftmarkierung über die Labialoberfläche jedes Abdruckzahns **12** mittels einer Höhenlehre, wie beispielsweise einer Boone-Positionierlehre von 3M Unitek (Katalog-Nr. 807-002). Die Bleistiftlinie wird über die Labialoberfläche jedes Abdruckzahns **12** in einer mesial-distalen Richtung gezogen, vorzugsweise als Stellungsführung für die letztliche Positionierung des Bogendrahtschlitzes jeder orthodontischen Vorrichtung auf den Zähnen des Patienten. Optional kann eine Bleistiftlinie auch in einer im Allgemeinen okklusall-gingivalen Richtung über die Labialoberfläche jedes Abdruckzahns **12** gezogen werden, um die zentrale Längsachse des Zahns **12** zu markieren.

**[0043]** Der Abstand der mesial-distalen Bleistiftlinie von der Okklusalkante des Abdruckzahns **12** kann in Abhängigkeit von der durch den Arzt eingesetzten Behandlungstechnik und von der Art der von dem Arzt zu verwendenden orthodontischen Vorrichtung variieren. Der Abstand der Bleistiftlinie von der Okklusalkante des Abdruckzahns **12** kann auch abhängig von der Art des Zahns variieren. Beispielsweise kann der Abstand der Bleistiftmarkierung von der Okklusalkante der vorderen Zähne des Abdrucks geringer sein als der Abstand der Bleistiftmarkierung von der Okklusalkante der Eckzähne und vorderen Backenzähne des Abdrucks. Andere Arten von Lehren können ebenfalls eingesetzt werden, wie beispielsweise die Dougherty-Bracketpositionierlehre von 3M Uni-



tek.

**[0044]** Danach wird eine Befestigungskomponente **16** vorübergehend an jeden Abdruckzahn **12**, der mittels einer Übertragungsschale verbunden werden soll, gesichert. In [Fig. 2](#) wurde eine Befestigungskomponente **16** an jeden Abdruckzahn **12** gesichert mit Ausnahme der Backenzähne des Abdrucks. Jede Befestigungskomponente **16** weist ein Analogon **18** einer orthodontischen Vorrichtung und einen Arm **20** auf, der mit jedem Vorrichtungsanalogon **18** verbunden ist. Ein Klebstoff, wie beispielsweise der Laborlebstoff für indirekte Verbindungen von 3M (Katalog-Nr. 704-050), kann verwendet werden, um das Vorrichtungsanalogon **18** vorübergehend mit dem Abdruckzahn **12** zu verbinden. Alternativ kann eine mechanische Kupplung oder eine Haltebefestigung vorgesehen sein, um jedes Vorrichtungsanalogon **18** mit dem entsprechenden Abdruckzahn **12** während der unten beschriebenen nachfolgenden Schritte der Herstellung der Schale lösbar zu verbinden.

**[0045]** Jeder Befestigungsarm **20** weist in der Seitenansicht eine im Allgemeinen L-förmige Konfiguration auf, mit einem ersten Abschnitt, der sich von dem zugeordneten Vorrichtungsanalogon **18** in einer okklusalen Richtung erstreckt, und mit einem zweiten Abschnitt, der sich von dem okklusalen Ende des ersten Abschnitts in eine linguale Richtung erstreckt. Sowohl der erste als auch der zweite Abschnitt des Befestigungsarms **20** sind vorzugsweise von der bukkolabialen bzw. okklusalen Seite des zugeordneten Abdruckzahns **12** beabstandet, wenn die Befestigungskomponente **16** an dem Abdruckzahn **12** gesichert ist.

**[0046]** Der Befestigungsarm **20** weist vorzugsweise eine nicht kreisförmige Querschnittsform auf. In der in den Zeichnungen gezeigten Ausführungsform weist der Befestigungsarm eine im Wesentlichen T-förmige Konfiguration auf. Es können auch andere Querschnittskonfigurationen eingesetzt werden, wie zum Beispiel rechteckig, X-förmig, L-förmig oder dergleichen. Vorzugsweise weist das Vorrichtungsanalogon **18** eine dem zugehörigen Abdruckzahn **12** zugewandte Basis auf, die in einer mesial-distalen Richtung (d.h. in einer sich entlang der Länge des Dentalbogens erstreckenden Richtung) länger ist, als die mesial-distale Gesamtausdehnung der Basis der orthodontischen Vorrichtung, die schließlich an dem entsprechenden Zahn des Patienten aufgenommen werden soll. Darüber hinaus weist das Vorrichtungsanalogon **18** eine Basis auf, die in einer Okklusalgingival-Richtung größer ist als die okklusalgingivale Gesamtausdehnung derselben Vorrichtung. Vorzugsweise sind die Befestigungskomponenten **16** aus einem Material gefertigt, das sich für zahlreiche Wiederverwendungen eignet, wie beispielsweise harter Werkzeugstahl oder dergleichen.

**[0047]** Optional weisen die Vorrichtungsanaloge **18** geritzte oder gemalte Markierungen, Anzeiger oder andere Merkmale auf, die die Ausrichtung der Vorrichtungsanaloge **18** auf die mesial-distalen und okklusalgingivalen Bleistiftmarkierungen erleichtern, welche zuvor auf der Labialoberfläche jedes entsprechenden Abdruckzahns **12** gemacht worden sind. Wenn beispielsweise die Befestigungskomponenten **16** per Hand auf den Abdruckzähnen **12** angeordnet wird, können die Befestigungskomponenten **16** leicht verschoben werden, wie nach der Anfangsanordnung auf den Abdruckzähnen **12** nötig sein kann, um derartige geritzten Markierungen oder andere Anzeiger auf die Bleistiftmarkierungen auf den Abdruckzähnen **12** auszurichten. Als andere Option können die Komponenten **16** Streifen oder Lehren aufweisen, die für den Kontakt oder das visuelle Ausrichten auf die Okklusalkante der Abdruckzähne **12** bestimmt und so ausgerichtet sind, dass das Vorrichtungsanalog **18** korrekt auf dem Abdruckzahn **12** in einer okklusalgingivalen Richtung positioniert wird, wenn der Streifen in Kontakt oder Ausrichtung mit der Okklusalkante desselben Abdruckzahns gebracht wird.

**[0048]** Als Alternative können andere Arten von Anordnungsrichtungen verwendet werden, um die Analoge **18** auf den Abdruckzähnen **12** zu positionieren. Beispielsweise können handgehaltene Vorrichtungen, die die Analoge **18** lösbar greifen, verwendet werden, wie beispielsweise die in den US-Patentschriften Nr. 4,455,137 und 4,850,864 beschriebenen Einrichtungen. Vorzugsweise weisen diese Einrichtungen Lehren auf, um die Analoge **18** auf den Abdruckzähnen **12** an genauen Stellen zu positionieren. Als weiteres Beispiel können Verbindungsanordnungsrichtungen verwendet werden, die in indirekten Verbindungsverfahren nützlich sind, wie zum Beispiel die in der US-Patentschrift Nr. 4,812,118 beschriebenen.

**[0049]** Als weitere Alternative kann eine automatisierte Einrichtung, wie beispielsweise ein computergesteuerter Roboterarm **21**, wie in [Fig. 2a](#) gezeigt, für die genaue Anordnung jeder Befestigungskomponente **16** auf dem zugeordneten Abdruckzahn **12** verwendet werden. In diesem Fall kann zur Bestimmung der Anordnung der Vorrichtungsanaloge **18** eine Software verwendet werden und der Einsatz von Bleistiftmarkierungen auf den Abdruckzähnen **12** für die Ausrichtung der Vorrichtungsanaloge **18** kann entfallen. Wenn beispielsweise der Abdruckdentalbogen **10** mittels Digitalinformationen hergestellt wurde, kann ein Computer zur Berechnung einer idealisierten Position für jede orthodontische Vorrichtung auf den Zähnen des Patienten verwendet werden, und diese Informationen können dann in einem Anweisungssatz verwendet werden, um die Bewegung des Roboterarms **21** dergestalt zu steuern, dass das Vorrichtungsanalog **18** an der entsprechenden ausge-



wählten Stelle des zugehörigen Abdruckzahns **12** angeordnet wird. Optional kann eine Reihe von Roboterarmen verwendet werden, um die Befestigungskomponenten **16** während den im Folgenden beschriebenen Schritten zum Herstellen einer Schale mit entsprechenden Abdruckzähnen **12** lösbar zu verbinden.

**[0050]** Nachdem die Vorrichtungsanaloga **18** mit den Abdruckzähnen **12** fest verbunden oder anderweitig verbunden worden sind, wird eine Menge Matrixmaterials auf den Abdruckdentalbogen **10** und einen Abschnitt der Befestigungskomponenten **16** angeordnet. Insbesondere wird das Matrixmaterial auf den Abdruckdentalbogen **10** und den sich lingual erstreckenden zweiten Abschnitt des Befestigungsarms **20** angeordnet, wird aber vorzugsweise nicht über den ersten Abschnitt der Arme **20** oder über die Vorrichtungsanaloga **18** angeordnet. In [Fig. 3](#) wird ein Matrixmaterial, das auf den Abdruckzähnen **12**, die eine Befestigungskomponente **16** aufgenommen haben, angeordnet ist, sowie ein benachbarter Backenzahn des Abdrucks gezeigt. Das Matrixmaterial wird dann gehärtet oder härten gelassen und bildet eine Übertragungsschale **22**.

**[0051]** Zu Beispielen für geeignete Matrixmaterialien gehören flüssige oder halbflüssige Materialien, die nachfolgend härten, sowie Folienmaterialien, die aufgeweicht und dann gehärtet werden. Optional können zwei Schichten von Matrixmaterial verwendet werden: eine erste Schicht eines flüssigen Materials, die eine genaue Wiedergabe der darunterliegenden Oberfläche ist, gefolgt von einer zweiten Schicht eines Materials mit halbflüssiger oder kittartiger Konsistenz.

**[0052]** Optional kann das Matrixmaterial zwei oder mehr Schichten aufweisen, wobei die entstehende Übertragungsschale **22** eine äußere Schicht aufweist, die steifer ist als eine innere Schicht. Die äußere Schicht verleiht der Übertragungsschale **22** Steifigkeit, während die biegsamere innere Schicht nachfolgendes Entfernen der Übertragungsschale **22** von dem Abdruckdentalbogen **10** erleichtert, insbesondere, wenn die Übertragungsschale **22** Abschnitte enthält, die in hinterschnittenen Bereichen des Dentalbogens des Patienten aufgenommen werden sollen.

**[0053]** Vorzugsweise weist die Übertragungsschale **22** einen im Allgemeinen U-förmigen Kanal auf, der sich entlang der Länge des Abdruckdentalbogens **10** erstreckt. Die Schale **22** weist einen Lingualabschnitt, einen Bukkolabialabschnitt und einen Okklusalabschnitt auf, der den Lingualabschnitt und den Bukkolabialabschnitt miteinander verbindet. Vorzugsweise erstrecken sich sowohl der Lingualabschnitt als auch der Bukkolabialabschnitt in einer Gingivalrichtung in einem Abstand, der ausreicht, um mindestens einige der interproximalen Bereiche neben dem

Weichgewebe des Abdrucks zu durchlaufen. Diese Bereiche weisen oft hinterschnittene und vorstehende Bereiche auf, die nachfolgend zur sicheren Koppelung der Übertragungsschale **22** an den Dentalbogen des Patienten dienen.

**[0054]** Wie in [Fig. 3](#) gezeigt, steht der Okklusalabschnitt **24** in einer Okklusalrichtung von der Okklusalkante der Abdruckzähne **12** vor. Der zweite Abschnitt des Befestigungsarms **20** (d.h. der Abschnitt, der sich in einer labial-lingualen Richtung erstreckt) ist in dem Okklusalabschnitt **24** eingebettet und erstreckt sich vorzugsweise vollständig durch den Okklusalabschnitt **24**. Vorzugsweise bestehen die Bereiche des Okklusalabschnitts **24**, die den zweiten Abschnitt des Befestigungsarms **20** aufnehmen, aus verhältnismäßig starrem Material.

**[0055]** Vorzugsweise weist der Bukkolabialabschnitt der Übertragungsschale **22** Abschnitte **26** auf ([Fig. 3](#)), die sich entlang mesialer und distaler Seiten der Vorrichtungsanaloga **18** erstrecken. Optional, aber nicht notwendigerweise, stoßen die mesialen und distalen Abschnitte **26** an die mesialen und distalen Seiten der Vorrichtungsanaloga **18** an und erstrecken sich in einer Gigivalrichtung entlang mindestens eines Großteils der Länge der mesialen und distalen Seiten der Vorrichtungsanaloga **18**. Außerdem können sich mindestens einige der mesialen und distalen Abschnitte **26** optional über die Gingivalseite der benachbarten Vorrichtungsanaloga **18** in einer Gingivalrichtung erstrecken.

**[0056]** Danach werden die Übertragungsschale **22** wie auch die Befestigungskomponenten **16** von dem Abdruckdentalbogen **10** entfernt. Optional werden die Befestigungskomponenten **16** von der Übertragungsschale **22** entfernt, bevor die Übertragungsschale **22** von dem Abdruckbogen **10** getrennt wird. Die Befestigungskomponenten **16** werden, falls erwünscht, von der Übertragungsschale **22** gelöst, indem der zweite Abschnitt der Befestigungsarme **20** in einer Bukkolabialrichtung verschoben wird, bis die Arme **20** aus den Durchgängen entfernt sind, die durch das Einbetten der Arme **20** in das Matrixmaterial geformt wurden. Optional können die Befestigungsarme **20** aus einem reibungsarmen, schmierenden Material und/oder Lösematerial bestehen oder damit beschichtet sein, wie beispielsweise Fluorpolymere, um die Verschiebungsbewegung der Befestigungskomponenten **16** in den Durchgängen zu erleichtern. Ein Beispiel für ein geeignetes Schmiermaterial, das als Aerosol erhältlich ist und auf die Befestigungsarme **20** gesprüht werden kann, ist das Fluorkohlenstoff-Lösemittel Trockenschmiermittel MS-122 von Miller-Stephenson.

**[0057]** Danach wird die Übertragungsschale **22** nach Bedarf zurechtgeschnitten, um überschüssiges Material zu entfernen. Optional wird die Übertra-

gungsschale **22** in zwei Abschnitte geschnitten, die je einem Quadranten des oberen Dentalbogens des Patienten entsprechen, um die unten beschriebenen nachfolgenden Schritte zu erleichtern. Als andere Alternativen kann die Übertragungsschale **22** in eine größere Anzahl von Abschnitten geschnitten werden, so dass der entstehende Abschnitt weniger als einem Quadranten des oberen Dentalbogens des Patienten entspricht. Die Übertragungsschale **22** kann optional in kleine Abschnitte geschnitten werden, die nur einem einzigen Zahn entsprechen, falls dies gewünscht ist.

**[0058]** Danach wird jede Befestigungskomponente **16** durch eine orthodontische Vorrichtung **28** und einen Träger oder Trägerarm **30** ersetzt, von denen zwei Beispiele in [Fig. 4](#) gezeigt sind. Die Befestigungskomponenten **16** können entweder in einem manuellen oder automatisierten Vorgang mit Hilfe eines Roboterarms oder dergleichen durch die Vorrichtungen **28** ersetzt werden. In den dargestellten Ausführungsformen ist der Trägerarm **30** lösbar mit der Vorrichtung **28** durch ein Paar flexibler Bügel **32**, die eingehender in den [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) gezeigt sind, verbunden. Die Bügel **32** rasten in Kerben hinter den okklusalen und gingivalen Verbindungsflügeln der Vorrichtung **28** ein, um die Vorrichtung **28** lösbar mit dem Trägerarm **30** zu verbinden.

**[0059]** Optional weist der Trägerarm **30** auch ein (nicht gezeigtes) Schlitzsegment auf, das in einem Bogendrahtschlitz der Vorrichtung **28**, wenn die Vorrichtung **28** mit dem Trägerarm **30** verbunden ist, aufgenommen wird. Das Schlitzsegment dient zur Stabilisierung der Vorrichtung **28** und um übermäßige Bewegung der Letzteren in Bezug auf den Trägerarm **30** zu verhindern. Optional weist das Schlitzsegment eine Eingriffspassung mit dem Bogendrahtschlitz oder bewegliche Abschnitte auf, die sich in einen sicheren Sitz in den Bogendrahtschlitz erstrecken, so dass auf die Bügel **32** verzichtet werden kann.

**[0060]** Eine andere Kupplungsstruktur kann alternativ eingesetzt werden, um den Trägerarm **30** lösbar mit der orthodontischen Vorrichtung **28** zu verbinden. Beispielsweise kann der Trägerarm **30** mit flexiblen Bügeln der in US-Patentschrift Nr. 5,429,229 beschriebenen Art verbunden sein. Alternativ kann der Trägerarm **30** bewegliche Greifer aufweisen, die lösbar gegen die mesiale und distale Seite der Vorrichtung **28** klemmen. Als weitere Alternative kann eine Substanz von gummiartiger Konsistenz und/oder mit Klebeigenschaften als eine vorübergehende Kopplung verwendet werden. Als eine weitere Option kann der Trägerarm **30** und die orthodontische Vorrichtung **28** anfangs integral durch einen zerbrechlichen Steg miteinander verbunden sein, der nach der Verbindung der Vorrichtung **28** an den Zahn des Patienten (z.B. durch Biegen oder Schneiden) gebrochen wird.

**[0061]** Die Übertragungsschale **22** wird dann über die Zahnstruktur des Patienten, die den Abdruckzähnen **12** entspricht, angeordnet. In dem in [Fig. 4](#) gezeigten Beispiel wurde die Übertragungsschale **22** über den oberen Dentalbogen **36**, einschließlich den Zähnen **38** angeordnet.

**[0062]** Vor der Anordnung der Übertragungsschale **22** über den Dentalbogen **36** werden die Trägerarme **30** ausreichend in die Durchgänge **40** zurückgezogen, um sicherzustellen, dass der Klebstoff an der Basis der Vorrichtung **28** bukkolabial zu der bukkolabialen Seite des Schalenkanals positioniert ist. Der Klebstoff wird infolgedessen nicht verschmieren oder während der Anordnung der Übertragungsschale **22** die Zahnoberfläche des Patienten anderweitig kontaktieren, was im Gegensatz zu vielen herkömmlichen indirekten Verbindungsverfahren einen deutlichen Vorteil darstellt. Sobald die Übertragungsschale **22** in Position ist, kann der unbeschädigte Klebstoff an der Basis der Vorrichtungen **28** zu jeder zweckmäßigen Zeit nach Bewegen der Trägerarme **30** in eine Lingualrichtung in Kontakt mit den Zähnen des Patienten gebracht werden.

**[0063]** Vorzugsweise wird die Übertragungsschale **22** lösbar an dem oberen Dentalbogen **36** des Patienten auf sichere Art und Weise aufgenommen, so dass die Übertragungsschale **22** in Bezug auf die Zähne **38** des Patienten verhältnismäßig unbeweglich ist. Zu diesem Zweck erleichtern es die hinterschnittenen und vorstehenden Bereiche der Übertragungsschale **22**, wie oben beschrieben, die Übertragungsschale **22** an dem oberen Dentalbogen **36** unbeweglich zu machen. Außerdem greifen die mesialen und distalen Abschnitte **26** der Übertragungsschale **22** in die darunterliegende Zahnstruktur neben den Vorrichtungen **28** ein, um die Übertragungsschale **22** weiter unbeweglich zu machen.

**[0064]** Ein geeigneter orthodontischer Verbindungsklebstoff wird auf die Basis jeder orthodontischen Vorrichtung **28** aufgetragen. Zu Beispielen geeigneter Verbindungsklebstoffe gehören lichterhärtbare Klebstoffe, wie beispielsweise die Klebstoffe Transbond XT oder Transbond LR von 3M Unitek. Als weitere Option können auch chemischhärtbare Zweikomponentenklebstoffe verwendet werden, die zu härten beginnen, wenn sie miteinander vermischt werden, wie beispielsweise der Markenklebstoff Concise von 3M. Wenn ein Zweikomponentenklebstoff verwendet wird, können die Komponenten miteinander vermischt und dann auf die Vorrichtungen **28** aufgetragen werden. Wenn die Vorrichtung genau mit der Konfiguration der Zahnoberfläche übereinstimmt, kann alternativ auch eine Komponente eines Zweikomponenten-Klebstoffs an der Zahnoberfläche und die andere Komponente an der Vorrichtung **28** angebracht werden, so dass die Komponenten vermischt werden, wenn die Vorrichtung **28** gegen den Zahn **38**

gedrückt wird. Eine Beispiel eines geeigneten Zweikomponentenklebstoffs ist in der US-Patentanmeldung Serien-Nr. 09/126,069 mit dem Titel „Indirect Bonding Method and Adhesive for Orthodontic Treatment“, die gemeinsam mit der vorliegenden Anmeldung gehalten wird und hier ausdrücklich durch Bezugnahme aufgenommen wird. Der Klebstoff oder die Klebstoffkomponenten können an der Vorrichtung und/oder der Zahnoberfläche mittels eines beliebigen geeigneten Verfahrens, wie beispielsweise durch eine „Schmier“-Technik, Aufpinseln oder Wischen, aufgebracht werden.

**[0065]** **Fig. 4** zeigt auch Durchgänge **40**, die sich durch den Okklusalabschnitt **24** der Übertragungsschale **22** erstrecken. Die Durchgänge **40** wurden durch die zweiten Abschnitte der Befestigungsarme **20** geformt, sobald diese wie oben beschrieben in das Matrixmaterial eingebettet waren und bleiben nach der Trennung der Befestigungsarme **20** von der Übertragungsschale **22** in dem Okklusalabschnitt **24**. Vorzugsweise weisen die Trägerarme **30** einen sich lingual erstreckenden Okklusalabschnitt auf, der eine Querschnittskonfiguration aufweist, die mit der Querschnittskonfiguration des zweiten Abschnitts des entsprechenden Befestigungsarms **20** identisch ist, so dass der Trägerarm **30** in einer Längsrichtung in dem Durchgang **40** verschiebbar ist, aber im Wesentlichen an der Bewegung in einer seitlichen Richtung (d.h. einer Bewegung in einer mesial-distalen Richtung oder einer okklusalingingivalen Richtung) gehindert wird.

**[0066]** Vorzugsweise werden die Trägerarme **30** und die zugeordneten Vorrichtungen **28** mit der Übertragungsschale **22** verbunden, bevor die Übertragungsschale **22** über den oberen Dentalbogen **36** des Patienten angeordnet wird. Als Alternative kann die Übertragungsschale **22** jedoch zunächst an dem Dentalbogen **36** des Patienten angeordnet werden und nachfolgend wird jeder einzelne der Trägerarme **30** mit der zugeordneten Vorrichtung **28** mit der Schale **22** verbunden, indem die Trägerarme **30** in die entsprechenden Durchgänge **40** eingeführt werden.

**[0067]** Danach werden die Vorrichtungen **28** mit den bukkolabialen Oberflächen der Zähne des Patienten **38** verbunden, indem die Trägerarme **30** in einer lingualen Richtung, vorzugsweise durch Fingerdruck, verschoben werden. Vorteilhafterweise stellt der Einsatz des Fingerdrucks eine haptische Rückmeldung bereit, so dass der behandelnde Arzt bestimmen kann, wenn die Vorrichtung **28** mit ausreichender Kraft gegen die Oberfläche des Zahns **38** des Patienten anliegt, um eine zufrieden stellende Verbindung herzustellen. Die haptische Rückmeldung hilft dem Arzt auch bei der Sicherstellung, dass der Klebstoff ausreichende Viskosität aufweist und in ausreichender Menge vorhanden ist. Alternativ kann jedoch eine mechanische oder pneumatische Einrichtung ver-

wendet werden (wie beispielsweise eine Anordnung aus Kolben und Zylinder oder eine Magnetanordnung), um die Arme **30** in lingualer (und optional auch in labialer) Richtung zu bewegen.

**[0068]** Vorzugsweise ist genug Verbindungsklebstoff bereitgestellt, so dass eine kleine Menge von Klebstoff unter allen vier Seiten der Vorrichtung **28**, wenn diese gegen die Zahnoberfläche gedrückt wird, austritt. Auf diese Weise wird die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins kleiner Hohlräume oder Aussparungen in dem Klebstoff erheblich reduziert. Aussparungen und Hohlräume in dem Klebstoff werden vorzugsweise vermieden, da derartige Aussparungen und Hohlräume andernfalls die Stärke der Verbindung zwischen der Vorrichtung **28** und dem zugeordneten Zahn **38** verringern würden. Aussparungen und Hohlräume können auch eine Stelle bereitstellen, an der sich Nahrungsmittel oder andere Ablagerungen ansammeln, die zu der Bildung von Karies führen können.

**[0069]** Wie oben erwähnt, weist die Basis der orthodontischen Vorrichtung **28** vorzugsweise mesial-distale und okklusalingingivale Gesamtausmaße, die geringer sind als die entsprechenden mesial-distalen und okklusalingingivalen Gesamtausmaße des Vorrichtungsanalogons **18**. Infolgedessen ist die Übertragungsschale **22** einschließlich der mesialen und distalen Abschnitte **26** von benachbarten Seiten der Vorrichtung **28** beabstandet, wenn die Vorrichtung **28** zur Verbindung gegen die äußere Oberfläche des Zahns **38** geschoben wird. Der Abstand zwischen der Vorrichtung **28** und der Übertragungsschale **22** stellt einen Bereich bereit, in dem Klebstoff einfach unter der Basis der Vorrichtung **28** austreten kann, wenn Letztere gegen den Zahn **38** gedrängt wird, und ermöglicht es dem behandelnden Arzt, visuell zu bestätigen, dass ausreichend Klebstoff vorhanden ist, um mindestens einigen Klebstoffaustritt von mindestens einer Seite der Vorrichtung **28** bereitzustellen.

**[0070]** Außerdem erleichtert der Abstand zwischen der Vorrichtung **28** und den benachbarten Abschnitten der Schale **22** die Reinigung von Klebstoff, der aus dem Bereich zwischen der Basis der Vorrichtung **28** und dem Zahn **38** ausgetreten ist. Dieser Raum ermöglicht es einem Dentalexplorer oder einem anderen Werkzeug zweckmäßigerweise, entlang allen Seiten der Vorrichtung **28** bewegt zu werden, um überschüssigen Klebstoff von der den Kanten der Vorrichtung **28** benachbarten Zahnoberfläche zu entfernen.

**[0071]** Die Verwendung von lichthärtbarem Klebstoff zur Verbindung der Vorrichtung **28** an den Zahn **38** stellt einen Vorteil dar, da der überschüssige Klebstoff entfernt werden kann, wenn der behandelnde Arzt ihn entfernen kann, ohne auf übermäßig frühzeitiges Härten des Klebstoffs achten zu müssen. Opti-

onal ist die Übertragungsschale **22** transparent oder durchscheinend für aktinische Strahlung, um das Ausrichten des Lichts auf den Klebstoff zu erleichtern. Der oben genannte Raum zwischen der Vorrichtung **28** und der Übertragungsschale **22** hilft auch dabei, dass das Licht den Klebstoff erreicht.

**[0072]** Optional weist die Vorrichtung **28** eine Basis auf, die eine von dem Hersteller aufgebrachte Beschichtung von lichthärtbarem Klebstoff aufweist. Derartige Vorrichtungen, die mit Klebstoff vorbeschichtet sind, werden beispielsweise in den US-Patentschriften Nr. 5,015,180, 5,172,809, 5,354,199 und 5,429,299 beschrieben.

**[0073]** Die Vorrichtungen **28** können eine beliebige, fest verbindbare orthodontische Einrichtung sein, wie beispielsweise Brackets, Bukkalrohre oder dergleichen. Die Vorrichtungen **28** können aus einem beliebigen geeigneten Material bestehen, wie beispielsweise Metall (z.B. Edelstahl), Keramik (z.B. durchscheinendes polykristallines Aluminiumoxid oder transparentes einfachkristallines Aluminiumoxid) oder Kunststoff (z.B. durchscheinendes Polycarbonat). Zu Beispielen geeigneter Vorrichtungen **28** gehören im Wesentlichen alle im Handel erhältlichen direktverbindenden Brackets und Bukkalrohre sowie zahlreiche in der Literatur, einschließlich der Patentliteratur, bekannte Vorrichtungen.

**[0074]** Als Option wird die Übertragungsschale **22** in einem Dentallabor oder durch einen Hersteller orthodontischer Vorrichtungen nach Erhalt eines Abdrucks oder einer elektronischen Datendatei, die die Dentalbögen des Patienten darstellen, hergestellt. In der Folge kann das Dentallabor oder der Hersteller die Befestigungskomponenten **16** einige Male wiederverwenden. Sobald die Übertragungsschale **22** gefertigt wurde, werden die Vorrichtungen **28**, die Trägerarme **30** und die Übertragungsschale **22** (oder Schalenabschnitte) zusammengefügt und vorzugsweise als einzige gebrauchsfertige Einheiten an den Kieferorthopäden gesandt, wobei minimale weitere Vorbereitungen in dem Büro des Kieferorthopäden notwendig sind.

**[0075]** Vorzugsweise sind die Trägerarme **30** aus verhältnismäßig preisgünstigem Material, wie beispielsweise Kunststoff, der nach einmaligem Gebrauch weggeworfen werden kann. Optional dienen die Befestigungsarme **20** auch als Trägerarme **30**. In diesem Fall sind die Befestigungsarme **20** lösbar mit dem Vorrichtungsanalog **18** verbunden, so dass die Arme **20** nachfolgend lösbar mit einer Vorrichtung wie beispielsweise den Vorrichtungen **28** gekoppelt werden kann. Die lösbaren Kopplungen, wie oben in verschiedenen Formen in Verbindung mit den Trägerarmen **30** beschrieben, können verwendet werden, um die Vorrichtungsanaloge **18** entfernbar mit den Befestigungsarmen **20** zu verbinden.

**[0076]** Als weitere Option kann jeder Befestigungsarm **20** eine etwas andere Querschnittsform aufweisen, und in diesem Fall haben die Trägerarme **30** wie auch der jedem Befestigungsarm **20** zugeordnete Durchgang eine ähnliche, entsprechende Querschnittsform. Beispielsweise kann einer der Befestigungsarme **20** eine rechteckige Querschnittsform aufweisen und ein weiterer Arm **20** kann eine im Allgemeinen T-förmige Konfiguration aufweisen (wie in [Fig. 4](#) gezeigt), während andere Befestigungsarme **20** eine X-förmige Konfiguration oder eine ovalförmige Konfiguration in Querschnittsansicht aufweisen. Derartige unterschiedlichen Querschnittsformen fungieren, wenn sie in Verbindung mit einer einzigen Übertragungsschale **22** eingesetzt werden, als Schlüssel und passende Schlüssellocher, um sicherzustellen, dass jeder Durchgang **40** den korrekten Trägerarm **30** aufnimmt. In der Folge ist der behandelnde Arzt versichert, dass schließlich die korrekte Vorrichtung **28** an den korrekten entsprechenden Zahn **38** verbunden ist.

**[0077]** Optional kann auch ein Computer verwendet werden, um die Berechnung der richtigen Ausrichtung der Vorrichtung **28** auf den entsprechenden Zähnen **38** zu unterstützen, die dazu nötig sein kann, um die Zähne an die erwünschten Positionen zu bewegen. Ein derartiges Verfahren ist insbesondere nützlich, wenn wie oben beschrieben Digitaldaten erzeugt worden sind, die die Form und die Stelle der fehlokkliierten Zähne in Bezug auf den Kiefer des Patienten definieren. Zum Beispiel können die in der US-Patentschrift Nr. 5,011,405 beschriebenen Verfahren verwendet werden, um die richtige Position der Vorrichtungen **28** an den Zähnen **38** zu berechnen. Ein derartiges Verfahren kann optional die folgenden Schritte aufweisen: Erzeugen eines mathematischen Modells der fehlokkliierten Zähne, wie sie an dem Kiefer positioniert sind, aus den digitalisierten Informationen und Berechnen der Endposition in dem Kiefer, an die die fehlokkliierten Zähne bewegt werden sollen, aus den digitalisierten Informationen. Die Digitalinformationen können, falls erwünscht, dazu verwendet werden, eine maßgeschneiderte Vorrichtung herzustellen oder Standardvorrichtungen zu modifizieren, um die Behandlung zu erleichtern. Beispielsweise können Brackets mit bestimmten patientenspezifischen Charakteristika, wie beispielsweise einer bestimmten Drehung und/oder Winkelstellung hergestellt werden. Außerdem können die Digitalinformationen verwendet werden, um einen Bogendraht zur Verwendung mit den Vorrichtungen zu formen. Die oben beschriebene automatisierte robotische Ausrüstung kann bei der Ausführung eines derartigen Verfahrens eingesetzt werden.

**[0078]** Als eine weitere Alternative können die Digitalinformationen, die wie oben beschrieben die Form und die Stelle der fehlokkliierten Zähne in Bezug auf den Kiefer des Patienten definieren verwendet



werden, um eine Übertragungsschale (wie beispielsweise die Übertragungsschale **22**) oder einen Schalenabschnitt herzustellen, ohne einen physischen Abdruck des Dentalbogens **10** zu fertigen. Gemäß dieser alternativen Ausführungsform können die digitalisierten Informationen verwendet werden, um beispielsweise in Verbindung mit stereolithographischen Vorrichtungen die Übertragungsschale **22** maßgeschneidert herzustellen und mit einem zu der Form des Dentalbogens des Patienten komplementären Kanal zu versehen, wobei die Form des Dentalbogens des Patienten durch Digitaldaten bestimmt wird, welche den Bogen oder Bogenabschnitt des Patienten repräsentieren, oder durch einen virtuellen Abdruckbogen oder Bogenabschnitt, der durch einen Computer erstellt wird. Eine Musterbefestigung **42**, wie in [Fig. 7](#) gezeigt, könnte bereitgestellt werden, um einzelne Befestigungskomponenten (wie beispielsweise Befestigungskomponenten **16**) oder Vorrichtungen in einer durch ein Computerprogramm bestimmten Ausrichtung zu unterstützen, während die Übertragungsschale **22** hergestellt wird. In diesem Verfahren ist die Verwendung von Vorrichtungsanaloga (wie der Analoga **18**) optional und alternativ können die Vorrichtungen **28** lösbar unterstützenden Trägerarme **30** bei der Herstellung der Übertragungsschale **22** in die Übertragungsschale **22** eingebettet werden. Optional weist die Musterbefestigung **42** eine Anordnung beweglicher Roboterarme **44** auf, die jeweils eine der Vorrichtungen oder Vorrichtungsanaloga in einer bestimmten Ausrichtung in Bezug auf die übrigen Vorrichtungen oder Vorrichtungsanaloga gemäß den Digitaldaten und der Software, die die für die effiziente orthodontische Behandlung optimalen Ausrichtungen bestimmen, halten.

**[0079]** Als eine weitere Alternative können Digitaldaten, die die Form und die Stelle der fehllokklierten Zähne in Bezug auf den Kiefer des Patienten definieren, zur Herstellung einer Übertragungsschale (wie der Übertragungsschale **22**) oder Schalenabschnitt ohne die Anfertigung eines physischen Abdruckdentalbogens **10** und auch ohne Einbettung entweder der Befestigungsarme (wie der Befestigungsarme **20**) oder der Trägerarme (wie der Trägerarme **30**) in das Matrixmaterial bei der Herstellung der Schale oder des Schalenabschnitts, verwendet werden. In dieser Alternative werden stereolithographische Vorrichtungen für das Maßschneiden der Schale oder des Schalenabschnitts und zur Herstellung der Durchgänge (wie der Durchgänge **40**) verwendet. Optional werden die Durchgänge in die Schale oder den Schalenabschnitt in einem nachfolgenden Schritt mit Hilfe beispielsweise eines Bearbeitungsvorgangs geschnitten. Nach der Herstellung der Schale oder des Schalenabschnitts werden die Trägerarme in die Durchgänge, entweder von Hand oder in einem automatisierten Vorgang, eingeführt.

**[0080]** Außerdem muss die Übertragungsschale der

darunterliegenden Zahnstruktur des Patienten nicht vollkommen entsprechen. Beispielsweise kann die Schale nur an bestimmten beabstandeten Bereichen in Kontakt mit der Zahnstruktur treten. Ein solcher partieller Kontakt kann ausreichend sein, solange die Bereiche eine ausreichende Größe und Konfiguration aufweisen, um sicherzustellen, dass der behandelnde Arzt in der Lage sein wird, die Schale in ihrer richtigen Ausrichtung in der Mundhöhle ohne übermäßigen Aufwand zu positionieren.

**[0081]** Die oben beschriebenen Verfahren in den verschiedenen Ausführungsformen können in der Level-Arch-Technik wie auch in anderen Techniken, die möglicherweise von einigen Ärzten bevorzugt werden, verwendet werden. Optional können die Vorrichtungen und die Bogendrähte maßgeschneidert werden, indem zum Teil die oben beschriebenen Digitaldaten herangezogen werden, oder können aus einer Reihe von „Standard“-Vorrichtungen und -Bogendrähten ausgewählt werden. Optional wird eine automatisierte Auswahl optimaler Vorrichtungen und Bogendrähte von im Handel erhältlichen gebrauchsfertigen Produkten getroffen.

**[0082]** Sobald der Klebstoff ausreichend gehärtet ist, um die Vorrichtung **28** mit den darunterliegenden Zahn **38** zu verbinden, wird der Trägerarm **30** in einer Bukkolabialrichtung bewegt, um die Vorrichtung **28** aus dem Eingriff freizugeben. Während einer solchen Bewegung biegen sich die Bügel **32** nach außen und das Schlitzsegment (falls vorhanden) verlässt den Eingriff des Bogendrahtschlitzes der Vorrichtung **28**, um das Entfernen der Vorrichtung **28** von dem Trägerarm **30** zu ermöglichen. Optional können die Trägerarme **30** aus der Übertragungsschale **22** zurückgezogen und entfernt werden, bevor die Übertragungsschale **22** aus der Mundhöhle des Patienten entfernt wird. Als weitere Alternative können die Trägerarme **30** mit der Übertragungsschale **22** verbunden bleiben, während Letztere aus der Mundhöhle entfernt wird.

**[0083]** Das oben dargelegte Verfahren wurde in Verbindung mit einer orthodontischen Behandlung des oberen Dentalbogens des Patienten beschrieben, es könnte jedoch auch für die Behandlung des unteren Dentalbogens verwendet werden. Andere Variationen und Modifikationen der oben beschriebenen Ausführungsformen können ebenfalls eingesetzt werden. Dementsprechend soll die Erfindung nicht als auf die gegenwärtig bevorzugten Ausführungsformen, die oben ausführlich beschrieben worden sind, beschränkt angesehen werden, sondern ist stattdessen nur durch den entsprechenden Schutzzumfang der Ansprüche beschränkt.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Verbinden einer orthodonti-

schen Vorrichtung mit einem Zahn, aufweisend die folgenden Schritte:

Erzeugen eines Abdrucks der Zahnstruktur eines Patienten;

lösbares Verbinden mindestens einer Befestigungskomponente mit dem Abdruck, wobei jede Befestigungskomponente ein Analogon der orthodontischen Vorrichtung und einen Arm, der mit dem Vorrichtungsanalogon verbunden ist, aufweist und wobei jedes Vorrichtungsanalogon auf dem Abdruck an einer Stelle positioniert wird, welche einer Stelle auf der Zahnstruktur des Patienten entspricht, an der eine orthodontische Vorrichtung aufgenommen werden soll;

Herstellen einer Übertragungsschale durch Anordnen eines Matrixmaterials über mindestens einem Abschnitt des Abdrucks;

Abnehmen der Übertragungsschale vom Abdruck;

Ersetzen jedes Vorrichtungsanalogons durch eine orthodontische Vorrichtung;

Auftragen eines orthodontischen Klebstoffs auf mindestens eine von der Zahnstruktur des Patienten und jeder orthodontischen Vorrichtung;

Anordnen der Übertragungsschale über der Zahnstruktur; und

Bewegen jedes Armes in Bezug auf die Übertragungsschale, um jede orthodontische Vorrichtung mit der Zahnstruktur des Patienten in Kontakt zu bringen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Herstellens einer Übertragungsschale den Schritt des Anordnens von Matrixmaterial über mindestens einem Abschnitt mindestens eines Armes aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei jeder Arm eine andere Querschnittskonfiguration als die Querschnittskonfiguration von benachbarten Armen aufweist.

4. Verfahren nach Anspruch 1 und aufweisend den Schritt des Versehens jedes Vorrichtungsanalogons mit einer Basis mit einem mesial-distalen Gesamtmaß, das größer als das mesial-distale Gesamtmaß der entsprechenden orthodontischen Vorrichtung ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Verbindens mindestens einer Befestigungskomponente mit dem Abdruck den Schritt des Bereitstellens eines Roboterarms, um jede Befestigungskomponente auf dem Abdruck anzuordnen, aufweist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Erzeugens eines Abdrucks der Zahnstruktur des Patienten durch die Verwendung von digitalen Daten ausgeführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Herstellens der Übertragungsschale den Schritt des Herstellens von Abschnitten, welche sich entlang

mesialer und distaler Seiten des Vorrichtungsanalogons erstrecken, aufweist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei der Schritt des Abnehmens der Übertragungsschale vom Abdruck den Schritt des Abnehmens jedes Vorrichtungsanalogons vom Abdruck aufweist.

9. Verfahren nach Anspruch 1 und aufweisend den Schritt des Ersetzens des Arms, der mit dem Vorrichtungsanalogon verbunden ist, durch einen Träger, der mit der Vorrichtung lösbar verbunden ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der Träger durch Bügel, welche in Verbindungsflügel der Vorrichtung zusammenpassend eingreifen, lösbar mit der Vorrichtung gekoppelt wird.

11. Verfahren zum Verbinden einer orthodontischen Vorrichtung mit einem Zahn, aufweisend die folgenden Schritte:

Erzeugen eines Abdrucks der Zahnstruktur eines Patienten;

lösbares Verbinden mindestens einer Befestigungskomponente mit dem Abdruck, wobei jede Befestigungskomponente auf dem Abdruck an einer Stelle positioniert wird, welche einer Stelle auf der Zahnstruktur des Patienten entspricht, an der eine orthodontische Vorrichtung aufgenommen werden soll;

Herstellen einer Übertragungsschale durch Anordnen eines Matrixmaterials über mindestens einem Abschnitt des Abdrucks, sowie über mindestens einem Abschnitt mindestens einer Befestigungskomponente;

Abnehmen der Übertragungsschale vom Abdruck;

Trennen mindestens eines Abschnitts mindestens einer Befestigungskomponente von der Übertragungsschale;

Verbinden mindestens einer orthodontischen Vorrichtung mit der Übertragungsschale an (einer) jeweiligen Stelle(n), welche der/den vorherigen Stelle(n) mindestens einer der getrennten Befestigungskomponenten oder Befestigungskomponentenabschnitte entsprechen;

Auftragen eines orthodontischen Klebstoffs auf mindestens eine der Zahnstruktur des Patienten und jede orthodontische Vorrichtung, die verbunden werden soll;

und

Anordnen der Übertragungsschale mit jeder orthodontischen Vorrichtung über der entsprechenden Zahnstruktur des Patienten, um jede orthodontische Vorrichtung mit der Zahnstruktur zu verbinden.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei jede Befestigungskomponente ein Vorrichtungsanalogon und einen Befestigungsarm, der sich vom Vorrichtungsanalogon erstreckt, aufweist und wobei der Schritt des Herstellens einer Übertragungsschale den Schritt des Anordnens des Matrixmaterials über

mindestens einem Abschnitt mindestens eines Befestigungsarms aufweist.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei der Schritt des Verbindens mindestens einer orthodontischen Vorrichtung mit der Übertragungsschale den Schritt des Bereitstellens eines Trägerarms, der lösbar an der Vorrichtung gesichert ist und mit der Übertragungsschale verbunden wird, aufweist.

14. Verfahren nach Anspruch 13 und aufweisend den Schritt des Verschiebens jedes Trägerarms in Bezug auf die Übertragungsschale, nachdem die Übertragungsschale über der Zahnstruktur angeordnet ist, um die entsprechende Vorrichtung mit der Zahnstruktur in Kontakt zu bringen.

15. Verfahren nach Anspruch 13, wobei jeder Trägerarm mindestens einen flexiblen Bügel zum Koppeln mit einem Verbindungsflügel der Vorrichtung aufweist.

16. Verfahren nach Anspruch 12 und aufweisend den Schritt des Versehens jedes Vorrichtungsanalogons mit einer Basis, die größer als die Basis der entsprechenden Vorrichtung in einer mesial-distalen Richtung ist.

17. Verfahren nach Anspruch 11, wobei der Schritt des Abnehmens der Übertragungsschale vom Abdruck den Schritt des Abnehmens jeder Befestigungsstruktur vom Abdruck aufweist.

18. Verfahren nach Anspruch 11, wobei der Schritt des lösbaren Verbindens mindestens einer Befestigungskomponente mit dem Abdruck den Schritt des Bereitstellens eines Roboterarms, um jede Befestigungskomponente auf dem Abdruck anzuordnen, aufweist.

19. Verfahren nach Anspruch 11, wobei der Schritt des Erzeugens eines Abdrucks der Zahnstruktur eines Patienten durch die Verwendung von digitalen Daten ausgeführt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19 und aufweisend den Schritt des mindestens teilweisen Herstellens der orthodontischen Vorrichtung unter teilweiser Verwendung der digitalen Daten.

21. Verfahren nach Anspruch 20 und ferner aufweisend den Schritt des wenigstens teilweisen Herstellens eines Bogendrahts unter teilweiser Verwendung der digitalen Daten.

22. Verfahren zum Herstellen einer Übertragungsschale für einen orthodontischen Patienten, aufweisend die folgenden Schritte:  
Erzeugen eines Abdrucks der Zahnstruktur des Patienten;

lösbares Verbinden mindestens einer Befestigungskomponente mit dem Abdruck, wobei jede Befestigungskomponente ein Analogon der orthodontischen Vorrichtung und einen Arm, der mit dem Vorrichtungsanalogon verbunden ist, aufweist und wobei jedes Vorrichtungsanalogon auf dem Abdruck an einer Stelle positioniert wird, welche einer Stelle auf der Zahnstruktur des Patienten entspricht, an der eine orthodontische Vorrichtung aufgenommen werden soll;  
Anordnen eines Matrixmaterials über mindestens einem Abschnitt des Abdrucks, sowie über mindestens einem Abschnitt des Arms mindestens einer Befestigungskomponente;  
Abnehmen der Übertragungsschale vom Abdruck; und  
Ersetzen jedes Vorrichtungsanalogons durch eine orthodontische Vorrichtung.

23. Verfahren nach Anspruch 22, wobei jeder Arm eine andere Querschnittskonfiguration als die Querschnittskonfiguration von benachbarten Armen aufweist.

24. Verfahren nach Anspruch 21 und aufweisend den Schritt des Versehens jedes Vorrichtungsanalogons mit einer Basis mit einem mesial-distalen Gesamtmaß, das größer als das mesial-distale Gesamtmaß der entsprechenden orthodontischen Vorrichtung ist.

25. Verfahren nach Anspruch 21, wobei der Schritt des Verbindens mindestens einer Befestigungskomponente mit dem Abdruck den Schritt des Bereitstellens eines Roboterarms, um jede Befestigungskomponente auf dem Abdruck anzuordnen, aufweist.

26. Verfahren nach Anspruch 21, wobei der Schritt des Erzeugens eines Abdrucks der Zahnstruktur des Patienten durch die Verwendung von digitalen Daten ausgeführt wird.

27. Verfahren nach Anspruch 26 und aufweisend den Schritt des mindestens teilweisen Herstellens der orthodontischen Vorrichtung unter teilweiser Verwendung der digitalen Daten.

28. Verfahren nach Anspruch 26 und aufweisend den Schritt des mindestens teilweisen Herstellens eines Bogendrahts unter teilweiser Verwendung der digitalen Daten.

29. Verfahren nach Anspruch 22, wobei der Schritt des Herstellens der Übertragungsschale den Schritt des Herstellens von Abschnitten, welche sich entlang mesialer und distaler Seiten des Vorrichtungsanalogons erstrecken, aufweist.

30. Verfahren nach Anspruch 22, wobei der Schritt des Abnehmens der Übertragungsschale vom



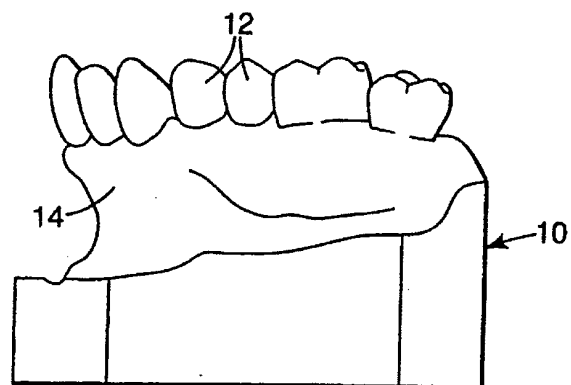
Abdruck den Schritt des Abnehmens jedes Vorrichtungsanalogons vom Abdruck aufweist.

31. Verfahren nach Anspruch 22 und aufweisend den Schritt des Ersetzens des Arms, der mit dem Vorrichtungsanalogon verbunden ist, durch einen Träger, der mit der Vorrichtung lösbar verbunden ist.

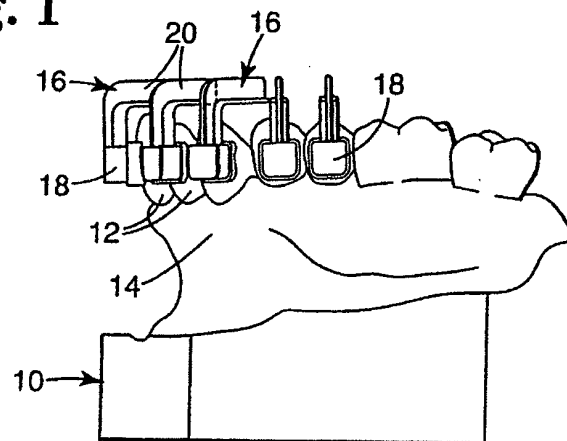
32. Verfahren nach Anspruch 22, wobei der Träger durch Bügel, welche in Verbindungsflügel der Vorrichtung zusammenpassend eingreifen, lösbar mit der Vorrichtung gekoppelt wird.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

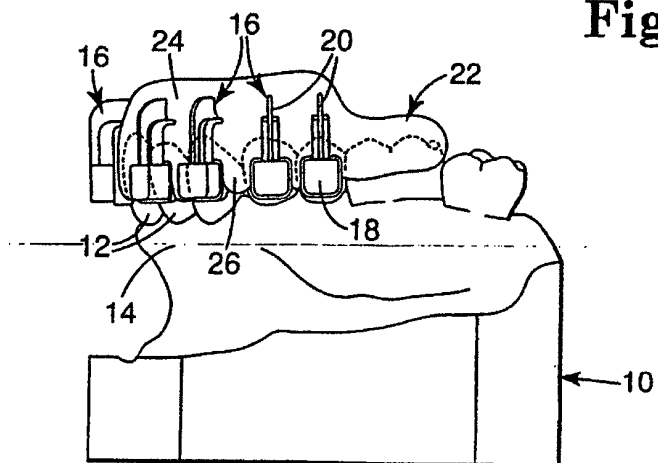
Anhängende Zeichnungen



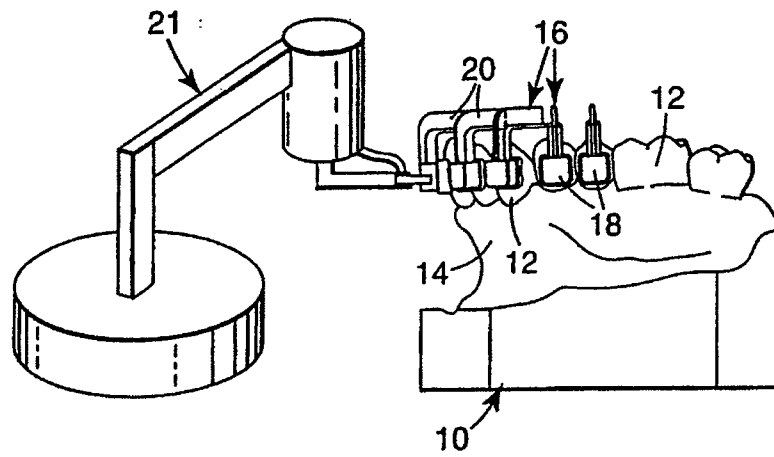
**Fig. 1**



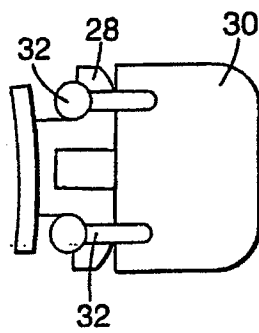
**Fig. 2**



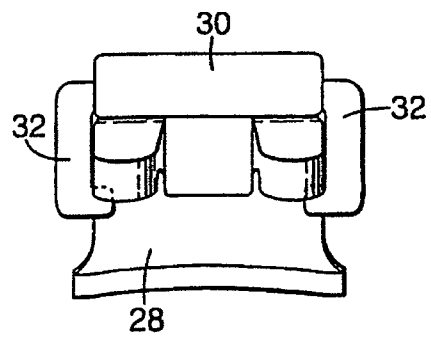
**Fig. 3**



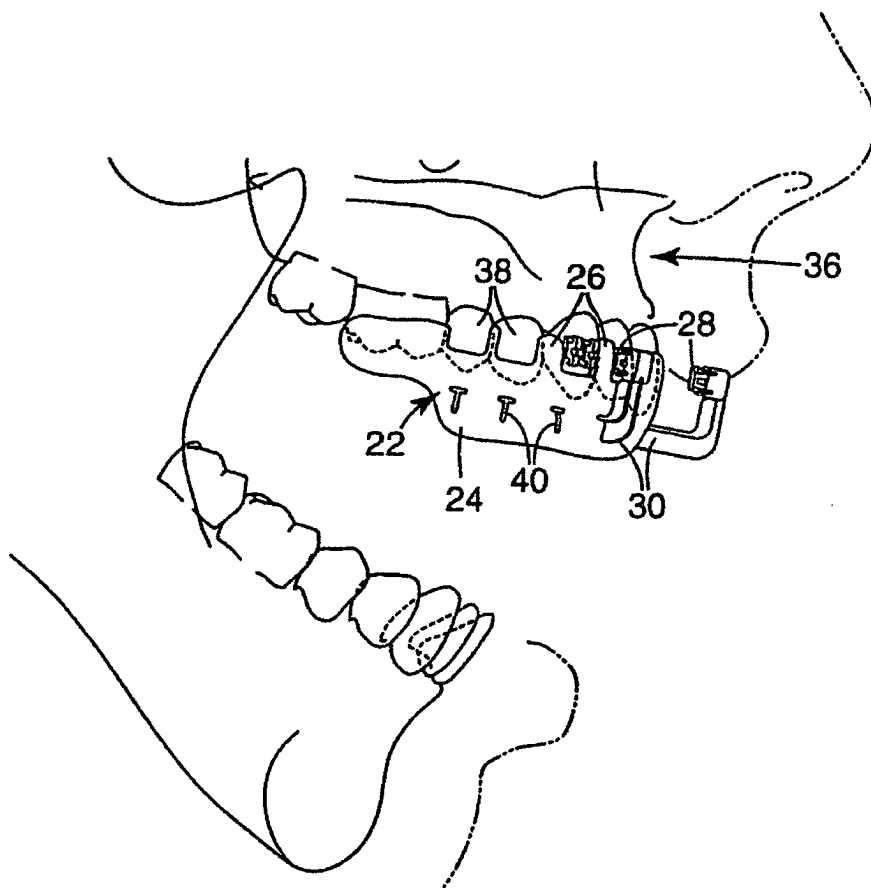
**Fig. 2A**



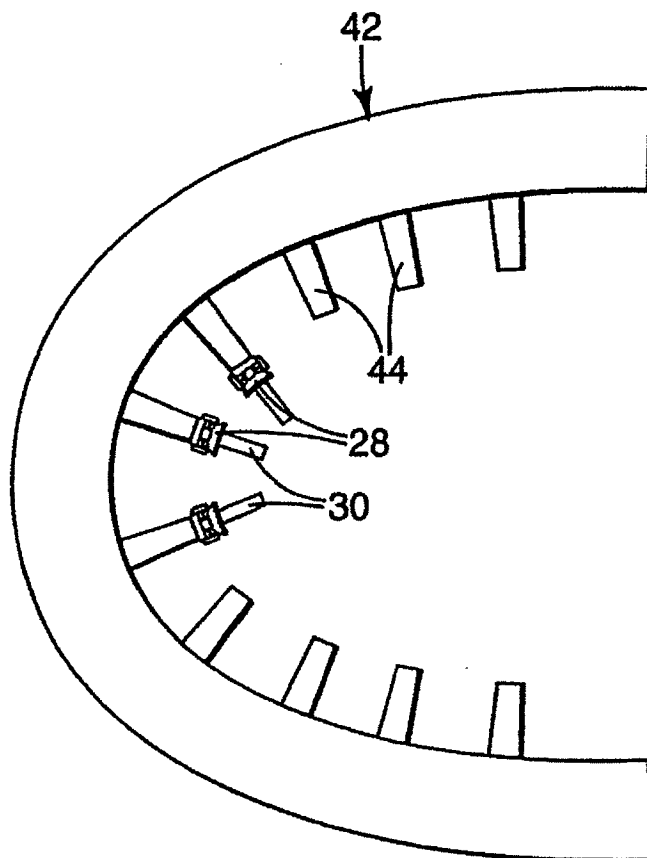
**Fig. 5**



**Fig. 6**



**Fig. 4**



**Fig. 7**