



## Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines thermogeformten Kunststoffteils, nämlich einer Zahnschiene, auf Basis eines Kunststoffhalbzeuges, vorzugsweise einer Kunststofffolie, wobei eine Modellform (2) gemeinsam mit dem Kunststoffhalbzeug einer Thermoformvorrichtung (1) zugeführt, das Kunststoffhalbzeug auf eine Bearbeitungstemperatur vorgewärmt und in einem Formungsschritt das Kunststoffhalbzeug auf die Modellform (2) gepresst wird, sodass die Konturen der Modellform (2) auf das Kunststoffhalbzeug übertragen werden, wonach zum Entformen des ausgeformten Kunststoffteiles dieses von der Modellform (2) getrennt wird. Um ein derartiges Verfahren so auszugestalten, dass trotz geringer Produktions- bzw. Taktzeiten für die Herstellung von Zahnschienen der Ausschuss an fehlgebildeten Zahnschienen verringert oder bestenfalls gänzlich vermieden wird, wird vorgeschlagen, dass eine Modellform (2) bereitgestellt wird, die wenigstens einen von der Modellform (2) abragenden Fixierfortsatz (3) aufweist, dass vor dem Formungsschritt die Modellform (2) durch Klemmung des wenigstens einen Fixierfortsatzes (3) in ihrer Position festgelegt wird, und dass nach dem Entformen des Kunststoffteils der wenigstens eine Fixierfortsatz (3) wieder freigegeben wird.

(Fig. 1)

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines thermogeformten Kunststoffteils, nämlich einer Zahnschiene, auf Basis eines Kunststoffhalbzeuges, vorzugsweise einer Kunststofffolie, wobei eine Modellform gemeinsam mit dem Kunststoffhalbzeug einer Thermoformvorrichtung zugeführt, das Kunststoffhalbzeug auf eine Bearbeitungstemperatur vorgewärmt und in einem Formungsschritt das Kunststoffhalbzeug derart auf die Modellform gepresst wird, dass die Konturen der Modellform auf das Kunststoffhalbzeug übertragen werden, wonach zum Entformen des ausgeformten Kunststoffteiles dieses von der Modellform getrennt wird. Die Erfindung bezieht sich auch auf eine Thermoformvorrichtung sowie eine Modellform, nämlich ein Gebissmodell, für ein erfindungsgemäßes Verfahren.

Im Zahnorthopädischen Bereich können Zahnschienen zur Korrektur von Zahnfehlstellungen verwendet werden. Um diese herzustellen, bedarf es mehrerer separater Arbeitsschritte. Nach der Erfassung einer Ist-Stellung der Zähne eines Patienten, wird eine Soll-Stellung der Zähne von einer zahnmedizinischen Fachkraft ermittelt. Demnach werden Ist- und Soll-Stellung interpoliert, um eine Vielzahl von einzelnen Modellformen zu ermitteln, durch diese die Zahnstellung graduell verändert werden kann. Diese Modellformen dienen als Formteile zum Thermoformen thermoplastischer Kunststofffolien, die vom Formteil gelöst, zurechtgeschnitten und entgratet werden müssen, damit der Patient diese bearbeiteten Folien als Zahnschiene verwenden kann. Üblicherweise werden diese Arbeitsschritte in speziell dafür ausgelegten Arbeitsstationen durchgeführt, wobei die Herstellung der thermogeformten Kunststofffolie in einer sogenannten Thermoformstation stattfindet.

Im Stand der Technik existieren verschiedene Thermoformstationen, welche Kunststofffolien anhand von 3D Gebissmodellen verformen. Hierbei ist eine exakte Passgenauigkeit notwendig, da bereits bei geringen Abweichungen von der Idealform ein medizinischer Einsatz von in weiterer Folge erhaltenen Zahnschienen nicht mehr sinnvoll möglich ist. Nachteilig am Stand der Technik ist, dass das 3D Gebissmodell bei der Einwirkung von Druck dazu tendiert, auf dem Modellträger weg von einer vorgegebenen Soll-Position bewegt bzw. verschoben zu werden, was zu Fehlern im Produktionsprozess und somit zum Verwerfen der hergestellten Zahnschiene, oder bei Nichterkennung sogar zum Einsatz von fehlgebildeten Zahnschienen am Patienten führen kann. Ein weiterer Nachteil ist, dass die thermogeformte Kunststofffolie aufgrund der zahlreichen Hinterschneidungen des Gebissmodells auf diesem festsitzen kann, sodass ein Entformen nur mit zusätzlichem manuellem Eingriff überhaupt möglich ist bzw. beim Entformen der Kunststofffolie diese in unerwünschter Weise verformt oder gar beschädigt werden kann.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs geschilderten Art so auszugestalten, dass trotz geringer Produktions- bzw. Taktzeiten für die Herstellung von Zahnschienen der Ausschuss an fehlgebildeten Zahnschienen verringert oder bestenfalls gänzlich vermieden wird.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, dass eine Modellform bereitgestellt wird, die wenigstens einen von der Modellform abragenden Fixierfortsatz aufweist, dass vor dem Formungsschritt die Modellform durch Klemmung des wenigstens einen Fixierfortsatzes in ihrer Position festgelegt wird, und dass nach dem Entformen des Kunststoffteils der wenigstens eine Fixierfortsatz wieder freigegeben wird. Zuzufolge dieser Maßnahmen wird ein ungewolltes Verrutschen der Modellform während dem Thermoformprozess verhindert, ohne dass empfindliche Teile der Modellform selbst mit gegebenenfalls schädlichen Klemmkraften beaufschlagt werden. Zudem wird ein einfaches und zuverlässiges Ablösen des Kunststoffteils von der Modellform ermöglicht, da der wenigstens eine abragende Fixierfortsatz während dem gesamten Thermoformprozess festgeklemmt

bleibt, sodass selbst bei einwirkenden Querkräften durch die kraftschlüssige, bevorzugt stoffschlüssige, Verbindung zwischen Modellform und dem wenigstens einem Fixierfortsatz eine Verschiebung der Modellform verhindert werden kann. Erfindungsgemäß kann unter einem Abragen des wenigstens einen Fixierfortsatzes von der Modellform im Falle eines einen Zahnbogen aufweisenden Gebissmodells grundsätzlich ein Abragen bzw. Abstehen vom Zahnbogen verstanden werden. Vorzugsweise ragt der wenigstens eine Fixierfortsatz quer bzw. insbesondere radial bezüglich einer Modellformhochachse von der Modellform ab. In einer bevorzugten Ausführungsform können auch mehrere Fixierfortsätze vorgesehen sein. Eine besonders günstige Kraftverteilung auf den wenigstens einen Fixierfortsatz kann erreicht werden, wenn dieser zumindest teilweise umlaufend als Fixiersaum um die Modellform ausgebildet ist. Bevorzugte Bedingungen ergeben sich, wenn die Modellform gemeinsam mit dem wenigstens einen Fixierfortsatz einstückig ausgebildet ist und / oder mittels additiver Fertigung, beispielsweise 3D Druck, vorzugsweise FDM 3D Druck, hergestellt wird. Wesentlich für die Ausgestaltung der Modellform ist hierbei, dass der wenigstens eine Fixierfortsatz einerseits eine möglichst einfach 3D-druckbare Geometrie aufweist und dass andererseits für einen problemlosen Entformungsvorgang beim Abziehen des Kunststoffteils von der Modellform eine günstige Kraftableitung der Abziehkräfte erfolgen kann.

Die Erfindung bezieht sich auch auf eine Thermoformvorrichtung mit einer relativ zu einem Modellformträger zwischen einer Formstellung und einer Offenstellung verlagerbaren Haube, die in der Formstellung gemeinsam mit dem Modellformträger eine mit Druckluft beaufschlagbare Druckkammer ausbildet. Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist zur Klemmung des wenigstens einen Fixierfortsatzes einer Modellform eine bezüglich der Aufbauhöhe zwischen der Haube und dem Modellformträger angeordnete Modellfixiereinrichtung vorgesehen, und der Modellformträger ist relativ zur Modellfixiereinrichtung zwischen einer Basisstellung und einer Fixierstellung verlagerbar. Zuzufolge dieser Maßnahmen kann der Modellformträger beispielsweise mithilfe einer Hubeinrichtung relativ zur Modellfixiereinrichtung verlagert werden, bis der Fixierfortsatz zwischen Modellformträger und Modellfixiereinrichtung eingeklemmt wird. Erfindungsgemäß

ist die Haube gegenüber dem Modellformträger und dieser gegenüber der Modellfixiereinrichtung relativ zueinander verlagerbar. Hierbei können sowohl alle drei Bauteile beweglich angeordnet sein, oder aber eines der Bauteile, insbesondere die Modellfixiereinrichtung, ist stationär, während die anderen beiden Bauteile, insbesondere Modellformträger und Haube, sich im Verlauf des erfindungsgemäßen Verfahrens relativ zum stationären Bauteil bewegen. In einer bevorzugten Ausführungsform weist die mit Druckluft beaufschlagbare Druckkammer eine entsprechende Abdichtung auf, welche das Erreichen des benötigten Verformungsdrucks ermöglicht. Es versteht sich von selbst, dass die Druckkammer entsprechende Druckluftein- und -auslässe aufweisen kann.

Um Beschädigungen am Fixierfortsatz durch die Klemmkraft der Modellfixiereinrichtung zu verhindern und eine zuverlässige Klemmung der Modellform zu ermöglichen, kann die Modellfixiereinrichtung eine Einführöffnung für den Modellformträger aufweisen, die eine in Fixierstellung mit dem Modellformträger zusammenwirkende Schulter zur Ausbildung eines Fixierspalt es umfasst. Dadurch wirkt auf den Fixierfortsatz eine definierte Klemmkraft mit gleichbleibender Klemmdistanz. Bevorzugt ist der wenigstens eine Fixierfortsatz so ausgebildet, dass er einen zumindest teilweise umlaufenden Fixiersaum zur Wechselwirkung mit der Schulter der Einführöffnung im ausgebildeten Fixierspalt aufweist. Vorzugsweise kann die Schulter der Einführöffnung und folglich in Fixierstellung der Fixierspalt umlaufend um die Einführöffnung ausgebildet sein. Grundsätzlich kann die Einführöffnung auch lediglich dahingehend ausgebildet sein, nur die Modellform aufzunehmen.

Um generell die Handhabung des Kunststoffhalbzeuges zu verbessern und bei kompakter Bauweise einen zuverlässigen Thermoformvorgang zu ermöglichen, empfiehlt es sich, dass bezüglich der Aufbauhöhe zwischen der Haube und der Modellfixiereinrichtung eine Halbzeugklemmeinrichtung angeordnet ist, die einen relativ zu einem Klemmkörper zwischen einer Basis- und einer Klemmstellung verlagerbaren Halbzeugträger aufweist, wobei sowohl der Halbzeugträger als auch der Klemmkörper jeweils zur Einführöffnung des Modellformträgers

korrespondierende Durchgangsöffnungen umfassen. Dadurch kann das Kunststoffhalbzeug auch bei während dem Thermoformprozess eintretenden Zugkräften durch die Kunststoffverformung und Druckkräften durch die mit Druckluft beaufschlagte Druckkammer seine Position beibehalten. Somit wird ein unerwünschtes Verrutschen des Kunststoffhalbzeugs während dem Thermoformprozess verhindert. In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Durchgangsöffnungen des Halbzeugträgers und des Klemmkörpers koaxial zur Einführöffnung der Modellfixiereinrichtung angeordnet.

Um bei kompakter Bauweise die Langlebigkeit der Thermoformstation auch bei großer Druckeinwirkung der Bauteile zu ermöglichen wird vorgeschlagen, dass die Haube und der Modellformträger entlang einer gemeinsamen, sich parallel zur Aufbauhöhe erstreckenden Hochachse verlagerbar sind. Zufolge dieser Maßnahmen treten bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zufolge der diversen entlang der Hochachse verlaufenden Verlagerungsbewegungen keine oder nur geringe Querkräfte bzw. Momente auf, sodass die entsprechenden Komponenten einem verringerten Verschleiß unterliegen. In einer bevorzugten Ausführungsform kann die Modellfixiereinrichtung und / oder die Halbzeugklemmeinrichtung ebenfalls in besagter Hochachse verlagerbar angeordnet sein.

Die Erfindung bezieht sich auch auf eine Modellform, nämlich ein Gebissmodell, für ein erfindungsgemäßes Verfahren, welches wenigstens einen von der Modellform abragenden Fixierfortsatz aufweist. Konstruktiv günstige Bedingungen ergeben sich, wenn der wenigstens eine Fixierfortsatz bezüglich der Modellformhochachse radial von der Modellform abragt.

Um ein Kippen oder Drehen der Modellform durch gleichmäßige Klemmung des wenigstens einen Fixierfortsatzes zu verhindern ist es vorteilhaft, wenn der wenigstens eine Fixierfortsatz einen zumindest teilweise um die Modellform umlaufenden Fixiersaum bildet. Zufolge dieser Maßnahme kann die Klemmkraft zu gleichen Teilen auf einen großen Bereich rund um die Modellform wirken und ein

besonders vorteilhafter Kraftabtrag über den wenigstens einen Fixierfortsatz erreicht werden, ohne dass empfindliche Stellen an der Modellform, insbesondere etwaige Zahnfissuren, deformiert oder gar beschädigt werden.

Eine verbesserte Entformung bei gleichzeitig geringem Fertigungsaufwand kann dadurch erreicht werden, dass der Fixiersaum mehrere als Fixierfinger ausgebildete und strahlenförmig von der Modellform abragende Fixierfortsätze umfasst, die mit Abstand zueinander angeordnet sind. Durch die strahlenförmige Ausgestaltung kann eine große Klemmfläche bei gleichzeitig geringem Materialverbrauch in der Fertigung erreicht werden. Besonders vorteilhafte Fertigungsbedingungen können erreicht werden, wenn die Fixierfortsätze gemeinsam mit der Modellform einstückig in einem additiven Fertigungsprozess hergestellt werden.

Die gleichmäßige Klemmung des wenigstens einen Fixierfortsatzes sowie ein gleichmäßiger Kraftabtrag kann dadurch verbessert werden, dass der wenigstens eine Fixierfortsatz einen sich über wenigstens 180° um die Modellform erstreckenden Fixierbereich aufspannt.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise dargestellt. Es zeigen

Fig. 1 einen schematischen Schrägriss einer erfindungsgemäßen Thermoformvorrichtung,

Fig. 2 eine der Fig. 1 entsprechende Schnittansicht im Bereich der Modellfixiereinrichtung und des Modellträgers in Basisstellung, in einem vergrößerten Maßstab,

Fig. 3 der Fig. 2 entsprechende Darstellung mit Modellträger und Modellfixiereinrichtung in Fixierstellung, und

Fig. 4 einen schematischen Schrägriss einer erfindungsgemäßen Modellform mit Fixierfortsätzen

Die einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Kunststoffteils, nämlich einer Zahnschiene, zugrundeliegenden Verfahrensschritte werden im Folgenden näher erläutert. Nach einer Bestimmung des Ist- und des Soll-Zustands

der Zahnstellung eines Patienten, werden die interpolierten Schritte der Zahnpositionen als 3D Modelle entworfen. Zur Herstellung einer Zahnschiene in einer Thermoformstation 1 kann eines dieser 3D Modelle durch additive Fertigung in einer anderen, nicht gezeigten Arbeitsstation als Modellform 2 gedruckt werden. Die Modellform 2 wird in der Thermoformstation 1 demnach mit einer zuvor erhitzten Kunststoffolie überzogen, um eine passgenaue Zahnschiene zu erhalten. Um mögliche Fehler durch ein Verrutschen der Modellform 2 während dem Thermoformprozess zu verhindern, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Modellform 2 wenigstens einen Fixierfortsatz 3 aufweist, über den die Modellform 2 in ihrer Position vorübergehend festgelegt werden kann.

Eine Thermoformvorrichtung 1 für ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung einer thermogeformten Zahnschiene ist in Fig. 1 schematisch gezeigt. Anhand einer, bevorzugt 3D gedruckten, Modellform 2 wird hierbei eine vorgewärmte Kunststoffolie auf die Modellform 2 gepresst, sodass die Konturen der Modellform 2 auf die Kunststoffolie übertragen werden. Die Modellform 2 wird dabei an von der Modellform 2 abragenden Fixierfortsätzen 3 festgeklemmt. Aus Gründen der besseren Übersicht wird die Kunststoffolie in den Zeichnungen nicht näher dargestellt.

Die Modellform 2, bei der es sich um ein Gebissmodell handelt, ist auf einem beweglichen Modellformträger 4 angeordnet, welcher entgegen einer beweglichen Haube 5 relativ zu dieser entlang einer parallel zur Aufbauhöhe verlaufenden Hochachse H verlagerbar ist. Der Modellformträger 4 ist ebenfalls entlang der Hochachse H entgegen einer Modellfixiereinrichtung 6 relativ zu dieser verlagerbar, welche eine Einführöffnung 7 für den Modellformträger 4 aufweist.

Für die Klemmung der Kunststoffolie weist die Thermoformvorrichtung 1 eine Halbzeugklemmeinrichtung auf, welche einen vorzugsweise mit Haltedornen versehenen Halbzeugträger 8 und einen relativ dazu beweglichen Klemmkörper 9 umfasst. Die Halbzeugklemmeinrichtung kann entlang eines Verschiebeschlittens 10 quer zur Hochachse H in Richtung einer Folienheizplatte 11, welche seitlich

beabstandet zur Hochachse H angeordnet ist, verlagert werden. Der Halbzeugträger 8 weist eine Durchgangsöffnung 12 für die Modellform 2 auf. Auch der Klemmkörper 9 weist eine entsprechende Durchgangsöffnung auf, die gemäß der in Fig. 1 gezeigten Momentaufnahme in diesem Fall von der Haube 5 teilweise durchsetzt ist. Vorzugsweise verlaufen die Durchgangsöffnungen 12 von Halbzeugträger 8 bzw. Klemmkörper 9 koaxial mit der Einführöffnung 7 der Modellfixiereinrichtung 6. Die Durchgangsöffnung 12 und die Einführöffnung 7 können im Wesentlichen koaxial zueinander in Bezug auf deren Öffnungsachsen angeordnet sein, sodass in der Formstellung die Modellform 2 mit der Kunststoffolie überzogen in die durch die Haube 5 und den Modellformträger 4 gebildete Druckkammer ragen kann. Der Modellformträger 4 und die Haube 5 können beispielsweise mithilfe einer Hubeinrichtung 13 bewegt werden.

Wie dies im Hinblick auf die Modellfixiereinrichtung 6 in Fig. 2 (Basisstellung) und Fig. 3 (Fixierstellung) gezeigt ist, weist diese umlaufend zur Einführöffnung 7 eine Schulter 14 zur Ausbildung eines Fixierspalt 15 auf. Die Fixierfortsätze 3 der Modellform 2 können in diesem Fixierspalt 15 zwischen der Schulter 14 der Modellfixiereinrichtung 6 und dem Modellformträger 4 kraftschlüssig, ggf. unter Ausbildung einer gewissen Quetschung der Fixierfortsätze 3 im Fixierspalt 15, eingeklemmt werden. Um eine fehlerarme Thermoformung einer Kunststoffolie zu ermöglichen, kann die Modellform 2 durch die Hubeinrichtung 13 in Richtung einer Modellfixiereinrichtung 6 verlagert werden, wonach die Fixierfortsätze 3 in Fixierstellung zwischen der Schulter 14 und dem Modellformträger 4 im Fixierspalt 15 eingeklemmt werden können. Die Modellform 2 durchtritt dabei die Einführöffnung 7 der Modellfixiereinrichtung 6, sodass die Gebisskonturen in Richtung der Halbzeugklemmeinrichtung und der Haube 5 ragen können.

Eine erfindungsgemäße Modellform 2 ist in Fig. 4 schematisch dargestellt. Von der Modellform 2 ragen gleichmäßig beabstandete Fixierfortsätze 3 radial bezüglich der Modellformhochachse 16 ab. Die Fixierfortsätze 3 sind hierbei als Fixierfinger ausgebildet und bilden einen Fixiersaum, der sich über einen mehr als 180° erstreckenden Fixierbereich um die Modellform 2 erstreckt. Vorzugsweise fallen bei

der Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens bei auf dem Modellformträgerträger 4 aufliegender Modellform 2 die Modellformhochachse 16 und die Hochachse H zusammen bzw. verlaufen parallel zueinander.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines thermogeformten Kunststoffteils, nämlich einer Zahnschiene, auf Basis eines Kunststoffhalbzeuges, vorzugsweise einer Kunststoffolie, wobei eine Modellform (2) gemeinsam mit dem Kunststoffhalbzeug einer Thermoformvorrichtung (1) zugeführt, das Kunststoffhalbzeug auf eine Bearbeitungstemperatur vorgewärmt und in einem Formungsschritt das Kunststoffhalbzeug auf die Modellform (2) gepresst wird, sodass die Konturen der Modellform (2) auf das Kunststoffhalbzeug übertragen werden, wonach zum Entformen des ausgeformten Kunststoffteils dieses von der Modellform (2) getrennt wird, dadurch gekennzeichnet, dass eine Modellform (2) bereitgestellt wird, die wenigstens einen von der Modellform (2) abragenden Fixierfortsatz (3) aufweist, dass vor dem Formungsschritt die Modellform (2) durch Klemmung des wenigstens einen Fixierfortsatzes (3) in ihrer Position festgelegt wird, und dass nach dem Entformen des Kunststoffteils der wenigstens eine Fixierfortsatz (3) wieder freigegeben wird.

2. Thermoformvorrichtung (1) zur Durchführung eines Verfahrens nach Anspruch 1, mit einer relativ zu einem Modellformträger (4) zwischen einer Formstellung und einer Offenstellung verlagerbaren Haube (5), die in der Formstellung gemeinsam mit dem Modellformträger (4) eine mit Druckluft beaufschlagbare Druckkammer ausbildet, dadurch gekennzeichnet, dass zur Klemmung des wenigstens einen Fixierfortsatzes (3) einer Modellform (2) eine bezüglich der Aufbauhöhe zwischen der Haube (5) und dem Modellformträger (4) angeordnete Modellfixiereinrichtung (6) vorgesehen ist, und der Modellformträger (4) relativ zur Modellfixiereinrichtung (6) zwischen einer Basisstellung und einer Fixierstellung verlagerbar ist.

3. Thermoformvorrichtung (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Modellfixiereinrichtung (6) eine Einführöffnung (7) für den Modellformträger (4) aufweist, die eine in Fixierstellung mit dem Modellformträger (4) zusammenwirkende Schulter (14) zur Ausbildung eines Fixierspaltes (15) umfasst.

4. Thermoformvorrichtung (1) nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass bezüglich der Aufbauhöhe zwischen der Haube (5) und der Modellfixiereinrichtung (6) eine Halbzeugklemmeinrichtung angeordnet ist, die einen relativ zu einem Klemmkörper (9) zwischen einer Basis- und einer Klemmstellung verlagerbaren Halbzeugträger (8) aufweist, wobei sowohl der Halbzeugträger (8) als auch der Klemmkörper (9) jeweils zur Einführöffnung (7) der Modellfixiereinrichtung (6) korrespondierende Durchgangsöffnungen (12) umfassen.

5. Thermoformvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Haube (5) und der Modellformträger (4) entlang einer gemeinsamen, sich parallel zur Aufbauhöhe erstreckenden Hochachse (H) verlagerbar sind.

6. Modellform (2), nämlich ein Gebissmodell, für ein Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch wenigstens einen von der Modellform (2) abragenden Fixierfortsatz (3).

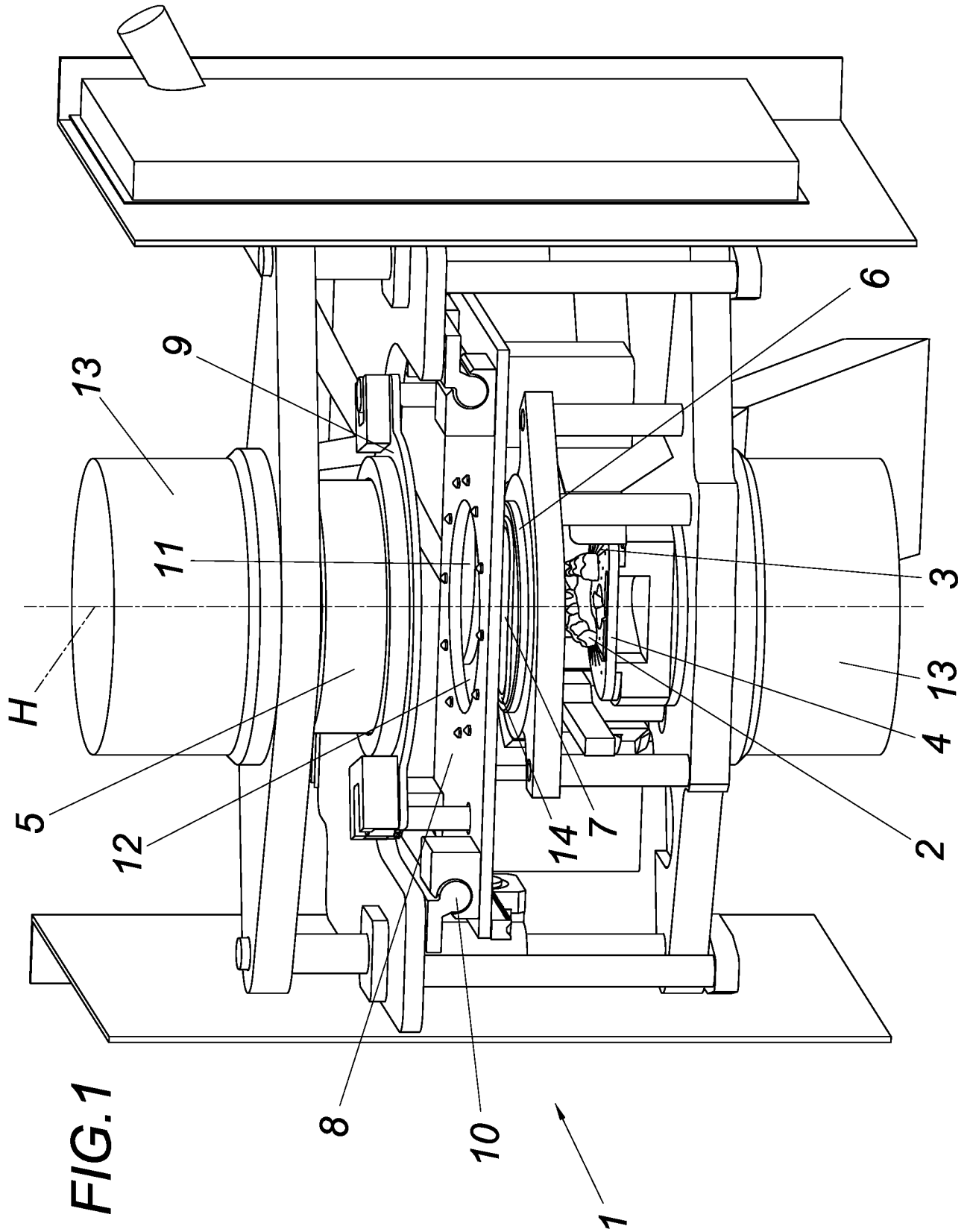
7. Modellform (2) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Fixierfortsatz (3) bezüglich der Modellformhochachse (16) radial von der Modellform (2) abragt.

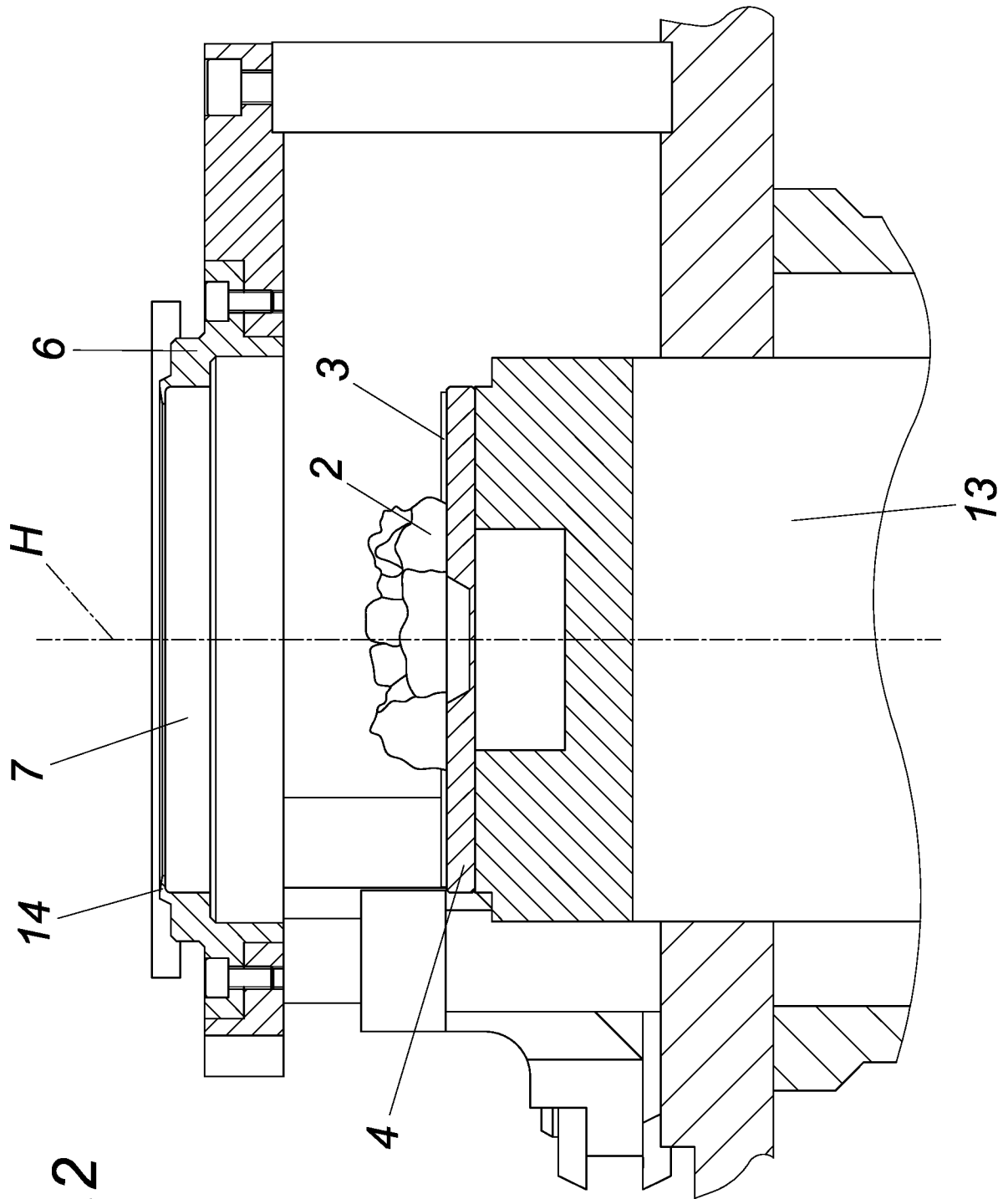
8. Modellform (2) nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Fixierfortsatz (3) einen zumindest teilweise um die Modellform (2) umlaufenden Fixiersaum bildet.

9. Modellform (2) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Fixiersaum mehrere als Fixierfinger ausgebildete und strahlenförmig von der

Modellform (2) abragende Fixierfortsätze (3) umfasst, die mit Abstand zueinander angeordnet sind.

10. Modellform (2) nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Fixierfortsatz (3) einen sich über wenigstens  $180^\circ$  um die Modellform (2) erstreckenden Fixierbereich aufspannt.





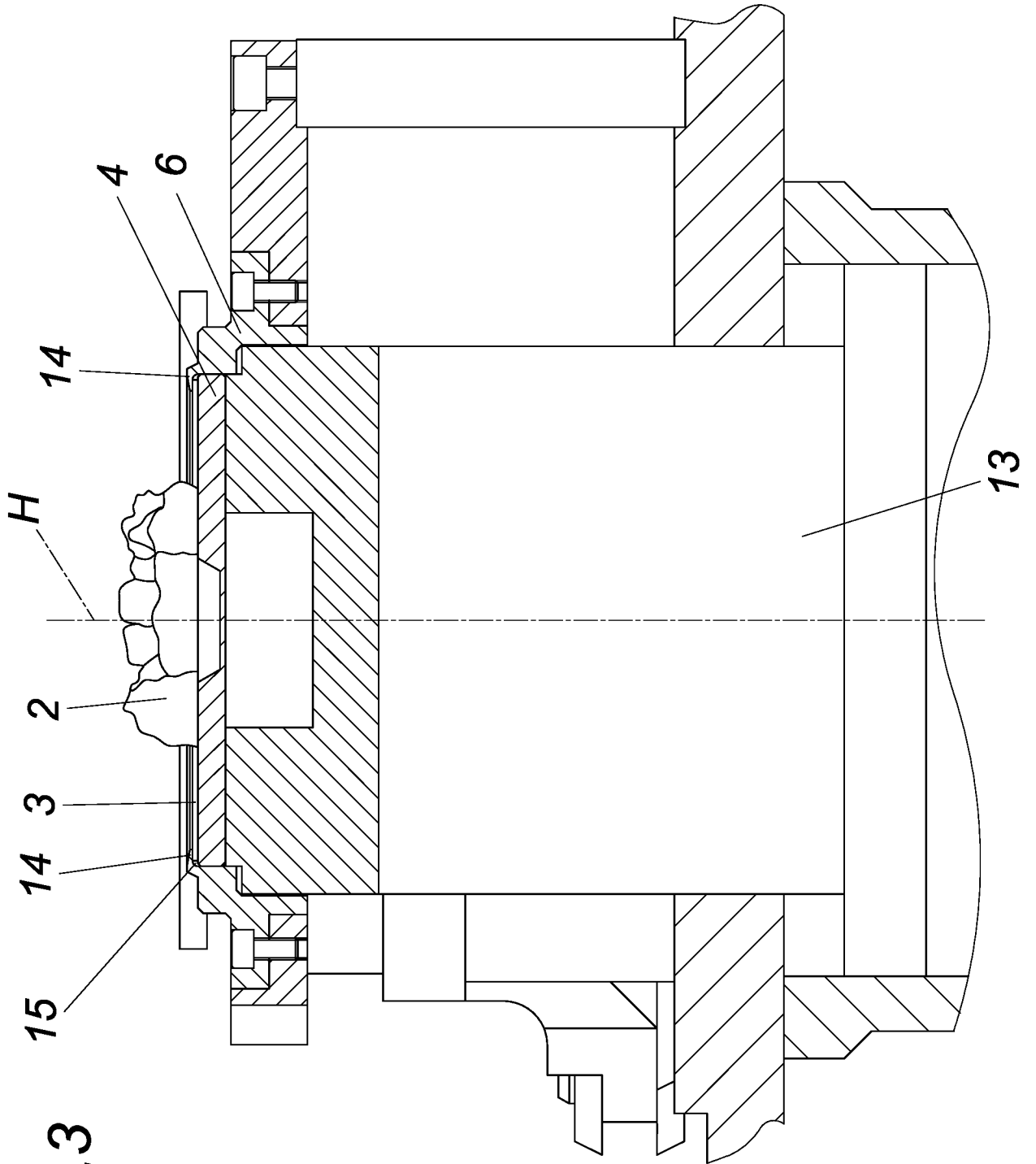
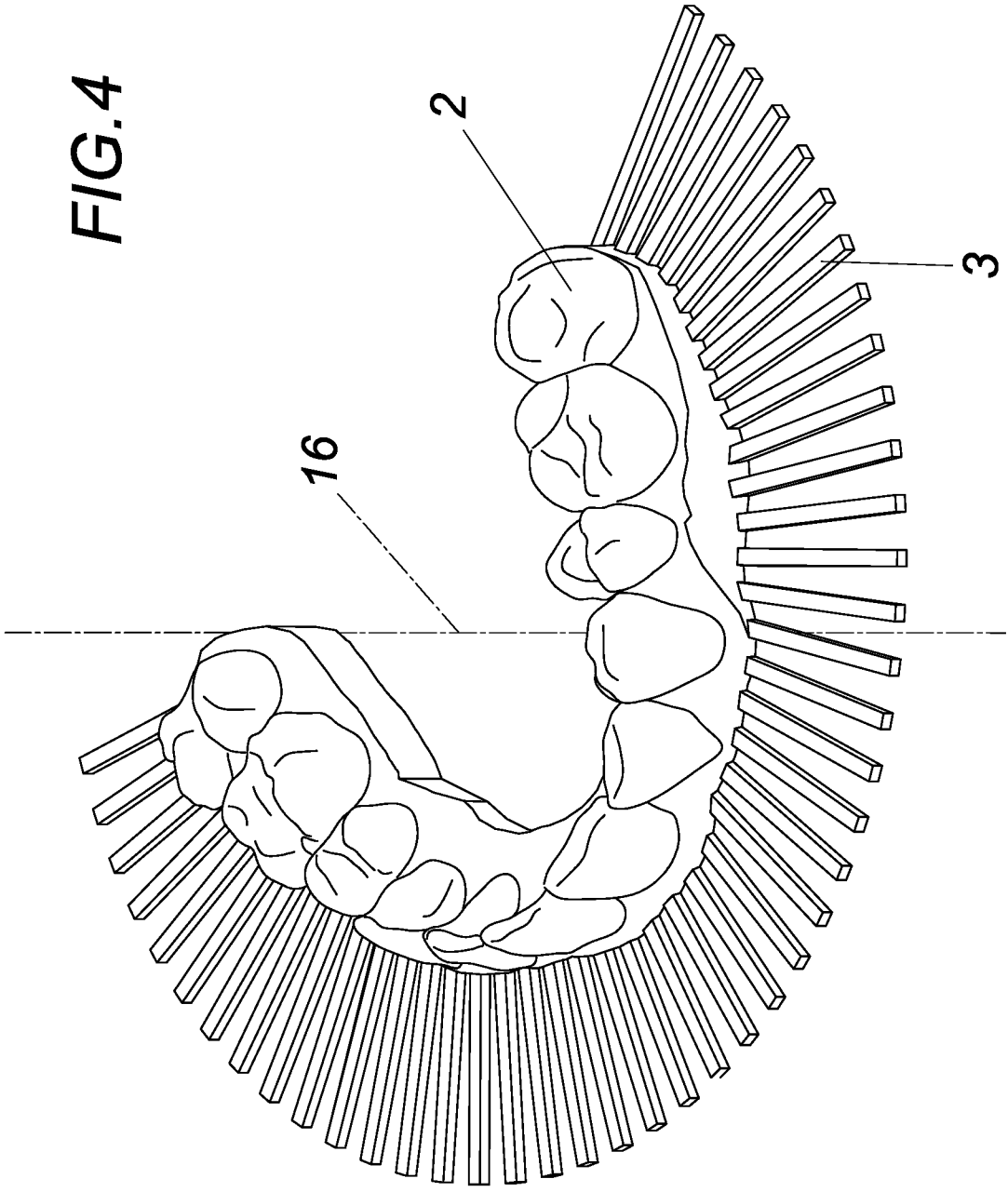


FIG.4



## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines thermogeformten Kunststoffteils, nämlich einer Zahnschiene, auf Basis eines Kunststoffhalbzeuges, vorzugsweise einer Kunststofffolie, wobei eine Modellform (2) gemeinsam mit dem Kunststoffhalbzeug einer Thermoformvorrichtung (1) zugeführt, das Kunststoffhalbzeug auf eine Bearbeitungstemperatur vorgewärmt und in einem Formungsschritt das Kunststoffhalbzeug auf die Modellform (2) gepresst wird, sodass die Konturen der Modellform (2) auf das Kunststoffhalbzeug übertragen werden, wonach zum Entformen des ausgeformten Kunststoffteiles dieses von der Modellform (2) getrennt wird, dadurch gekennzeichnet, dass eine Modellform (2) bereitgestellt wird, die wenigstens einen von der Modellform (2) abragenden Fixierfortsatz (3) aufweist, der einen sich über wenigstens 180° um die Modellform (2) erstreckenden Fixierbereich aufspannt, dass vor dem Formungsschritt die Modellform (2) durch Klemmung des wenigstens einen Fixierfortsatzes (3) in ihrer Position festgelegt wird, und dass nach dem Entformen des Kunststoffteils der wenigstens eine Fixierfortsatz (3) wieder freigegeben wird.

2. Thermoformvorrichtung (1) zur Durchführung eines Verfahrens nach Anspruch 1, mit einer relativ zu einem Modellformträger (4) zwischen einer Formstellung und einer Offenstellung verlagerbaren Haube (5), die in der Formstellung gemeinsam mit dem Modellformträger (4) eine mit Druckluft beaufschlagbare Druckkammer ausbildet, dadurch gekennzeichnet, dass zur Klemmung des wenigstens einen Fixierfortsatzes (3) einer Modellform (2) eine bezüglich der Aufbauhöhe zwischen der Haube (5) und dem Modellformträger (4) angeordnete Modellfixiereinrichtung (6) vorgesehen ist, und der

Modellformträger (4) relativ zur Modellfixiereinrichtung (6) zwischen einer Basisstellung und einer Fixierstellung verlagerbar ist.

3. Thermoformvorrichtung (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Modellfixiereinrichtung (6) eine Einführöffnung (7) für den Modellformträger (4) aufweist, die eine in Fixierstellung mit dem Modellformträger (4) zusammenwirkende Schulter (14) zur Ausbildung eines Fixierspaltes (15) umfasst.

4. Thermoformvorrichtung (1) nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass bezüglich der Aufbauhöhe zwischen der Haube (5) und der Modellfixiereinrichtung (6) eine Halbzeugklemmeinrichtung angeordnet ist, die einen relativ zu einem Klemmkörper (9) zwischen einer Basis- und einer Klemmstellung verlagerbaren Halbzeugträger (8) aufweist, wobei sowohl der Halbzeugträger (8) als auch der Klemmkörper (9) jeweils zur Einführöffnung (7) der Modellfixiereinrichtung (6) korrespondierende Durchgangsöffnungen (12) umfassen.

5. Thermoformvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Haube (5) und der Modellformträger (4) entlang einer gemeinsamen, sich parallel zur Aufbauhöhe erstreckenden Hochachse (H) verlagerbar sind.

6. Modellform (2), nämlich ein Gebissmodell, für ein Verfahren nach Anspruch 1, mit wenigstens einem von der Modellform (2) abragenden Fixierfortsatz (3), dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Fixierfortsatz (3) einen sich über wenigstens 180° um die Modellform (2) erstreckenden Fixierbereich aufspannt.

7. Modellform (2) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Fixierfortsatz (3) bezüglich der Modellformhochachse (16) radial von der Modellform (2) abragt.

8. Modellform (2) nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Fixierfortsatz (3) einen zumindest teilweise um die Modellform (2) umlaufenden Fixiersaum bildet.

9. Modellform (2) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Fixiersaum mehrere als Fixierfinger ausgebildete und strahlenförmig von der Modellform (2) abragende Fixierfortsätze (3) umfasst, die mit Abstand zueinander angeordnet sind.