



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 603 20 180 T2 2009.05.14

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 375 074 B1

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B25C 1/08** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: 603 20 180.6

(96) Europäisches Aktenzeichen: 03 291 480.6

(96) Europäischer Anmeldetag: 18.06.2003

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 02.01.2004

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 09.04.2008

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 14.05.2009

(30) Unionspriorität:  
175537 18.06.2002 US

(72) Erfinder:  
Doherty, James E., Mont Prospect, Illinois 60056, US; Robinson, James W., Mundelein, Illinois 60060, US; Urban, Richard, Prospect Heights, Illinois 60070, US; Ricordi, Christian Paul Andre, 26500 Bourg-Les-Valence, FR; Van Erden, Donald L., Wildwood, Illinois, US; Moeller, Larry M., Mundelein, Illinois 60060, US

(73) Patentinhaber:  
Illinois Tool Works Inc., Glenview, Ill., US

(74) Vertreter:  
derzeit kein Vertreter bestellt

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR

(54) Bezeichnung: **Brennraumsystem zur Benutzung in verbrennungsgasbetätigten Befestigungswerkzeugen und verbrennungsgasbetäigte Befestigungswerkzeuge mit einem solchen Brennraumsystem**

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 eingelebt, 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****GEBIET DER ERFINDUNG**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein ein Brennkammersystem zur Verwendung in verbrennungskraftbetriebenen Werkzeugen zum Eintreiben von Befestigungselementen sowie die verbrennungskraftbetriebenen Werkzeuge zum Eintreiben von Befestigungselementen mit darin eingebauter Brennkammer, und insbesondere ein neues und verbessertes Brennkammersystem zur Verwendung in verbrennungskraftbetriebenen Werkzeugen zum Eintreiben von Befestigungselementen in Werkstücke oder Substrate, wobei das Brennkammersystem eine Vorverbrennungskammer und eine Endverbrennungskammer umfasst, wobei die Vorverbrennungskammer ein Seitenverhältnis aufweist, das durch das Verhältnis der Länge der Vorverbrennungskammer im Vergleich zur Breite der Vorverbrennungskammer definiert wird und mindestens 2:1 beträgt, so dass die Leistung oder die Höhe der Abgabeleistung des Verbrennungsprozesses drastisch verbessert werden können, um effektiv zu größeren Antriebskräften, einer stärkeren Beschleunigung und einer größeren Geschwindigkeit des Arbeitskolbens und größeren Tiefen, in die die Befestigungselemente in ihren jeweiligen Substraten eingetrieben werden können, zu führen, und wobei weiterhin vorbestimmte oder verschiedene Arten von Hindernissen sowohl in der Vorverbrennungskammer als auch in der Endverbrennungskammer fest eingebaut sind, um jeweils entweder durch Beschleunigen oder durch Verzögern die Brennrate, mit der sich der Flammenstrahl oder die Flammenfront nicht nur in der und durch die Vorverbrennungskammer ausbreitet, sondern auch die Brennrate, mit der die Flammenfront oder der Flammenstrahl in die Endverbrennungskammer eintreten, optimal zu steuern und zu gewährleisten, dass das gesamte nicht verbrannte Luft-Brennstoff-Gemisch in der Endverbrennungskammer in der Tat vollständig und schnell entzündet wird, so dass der Arbeits- oder Befestigungselementeintreibkolben in kürzestmöglicher Zeit mit einer Spitzendruckhöhe beaufschlagt wird, um wiederum die gewünschte Spitzenergie- oder Spitzeneistungsmenge zum Bewegen der Kolbentreberanordnung zu erzeugen, um die Befestigungselemente aus dem Werkzeug auszutreiben und sie in ein bestimmtes Werkstück oder Substrat einzutreiben.

**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

**[0002]** Verbrennungskraftbetriebene Werkzeuge zum Eintreiben von Befestigungselementen in Werkstücke oder Substrate sind herkömmlicherweise wohlbekannt und sind in der Industrie angesichts der Tatsache, dass sie den Benutzern die Fähigkeit verleihen, Befestigungselemente unabhängig von irgendwelchen Kabel- oder Schlauchbefestigungen an

räumlich abgesetzten Energiequellen in die Werkstücke oder Substrate einzutreiben, sehr wünschenswert. Diese Werkzeuge umfassen normalerweise eine Brennkammer, eine Bord-Brennstoffversorgung, Mittel zum Zünden eines brennbaren Gasgemisches in der Brennkammer und einen expansionsvolumengetriebenen Kolben mit einem damit wirkverbundenen Treiber zum Heraustreiben der Befestigungselemente aus dem Werkzeug und in die Werkstücke oder Substrate. Weiterhin ist bekannt, dass die effektive Befestigungselementeintreibleistung dieser Werkzeuge von dem anfänglichen Absolutdruck des brennbaren Gasgemisches zum Zündzeitpunkt, der Rate, mit der das Gasgemisch in der Brennkammer brennt, der gesteuerten verzögerten Bewegung des Kolbens im Laufe der Verbrennung und dem maximalen Verbrennungsdruck, der erreicht werden kann, abhängt. Angesichts der Tatsache, dass die Brennrate direkt proportional zu Turbulenzen ist, erreicht eine erste bekannte Art von verbrennungskraftbetriebenen Werkzeugen zum Eintreiben von Befestigungselementen eine hohe Brennrate dadurch, dass sie ein in der Brennkammer angeordnetes Gebläse zur Erzeugung von Turbulenzen haben. Die Brennrate ist deshalb so schnell, dass eine große Verbrennungsdruckhöhe wünschenswerterweise in diesem Werkzeug erreicht werden kann, bevor sich die Kolbentreberanordnung stark bewegen kann.

**[0003]** Eine zweite bekannte Art eines verbrennungskraftbetriebenen Werkzeugs zum Eintreiben von Befestigungselementen verwendet ein Zwei- oder Doppelbrennkammersystem, das zum Beispiel eine Vorverbrennungskammer und eine Endverbrennungskammer enthält und bei dem ein Einwegeventilglied zwischen den beiden Brennkammern angeordnet ist, um den Fluidstrom zwischen den beiden Brennkammern zu steuern, wodurch ein höherer maximaler Verbrennungsdruck in der zweiten oder Endverbrennungskammer erreicht werden kann. Die erste oder Vorverbrennungskammer weist eine längliche Konfiguration auf, wobei ihr Seitenverhältnis, das als das Verhältnis der longitudinalen Länge der Vorverbrennungskammer bezüglich der Breite der diametralen Erstreckung der Vorverbrennungskammer definiert ist, größer als zwei ist. Infolge solch einer Struktur wird das nicht verbrannte Luft-Brennstoff-Gemisch vor der Flammenfront gedrückt, wenn sie vom stromaufwärtigen Zündende der Vorverbrennungskammer zum stromabwärtigen Ende der Vorverbrennungskammer, in der sich das Einwegeventilglied befindet, fortschreitet. Verbrennung tritt in der zweiten oder Endverbrennungskammer auf, wenn die Flammenfront durch das Einwegeventilglied in die zweite oder Endverbrennungskammer gelangt, wobei der maximale Endverbrennungskammerdruck, der in der zweiten oder Endverbrennungskammer erreicht wird, direkt proportional zu der Menge des brennbaren Gemisches ist, das aus der ersten oder Vorverbrennungskammer in die zweite oder Endverbrennungs-

kammer gedrückt wird. Es hat sich herausgestellt, dass durch Ausführen der Vorverbrennungskammer mit einem relativ großen Seitenverhältnis mehr nicht verbrannter Brennstoff und Luft vor die Flammenfront und in die Endverbrennungskammer gedrückt werden kann, als zuvor bei herkömmlichen Brennkamersystemen, die sich durch kleine Seitenverhältnisse auszeichnen, möglich war, wodurch der Verbrennungsdruck in der Endverbrennungskammer erhöht war, was zu einer effizienteren Verbrennung in der Endverbrennungskammer und zur Erzeugung höherer Betriebsdrücke zur Beaufschlagung der Arbeitskolbentreiberanordnung führt.

**[0004]** Eine dritte bekannte Art eines verbrennungskraftbetriebenen Werkzeugs zum Eintreiben von Befestigungselementen ähnelt im Wesentlichen der zweiten bekannten Art eines verbrennungskraftbetriebenen Werkzeugs zum Eintreiben von Befestigungselementen, außer dass eine zusätzliche Struktur in dem Werkzeug eingebaut ist, um jegliche Bewegung des Kolbens zwangsläufig zu unterdrücken, bis das Luft-Brennstoff-Gemisch in der zweiten oder Endverbrennungskammer entzündet ist.

**[0005]** Obgleich die oben genannten verbrennungskraftbetriebenen Werkzeuge zum Eintreiben von Befestigungselementen verschiedene positive Struktur- und Betriebsmerkmale aufweisen und deshalb natürlich wirtschaftlich erfolgreich gewesen sind, weisen solche verbrennungskraftbetriebenen Werkzeuge zum Eintreiben von Befestigungselementen auch mehrere Betriebsnachteile auf oder sind mit diesen behaftet. Zum Beispiel erfordert die Verwendung eines Gebläses in der Brennkammer zur Erzeugung des erforderlichen Turbulenzgrads zur Beschleunigung der Brennrate des brennbaren Luft-Brennstoff-Gemisches nichtsdestotrotz einen Antriebsmotor. Obgleich kleine kompakte Motoren der zum Betrieb in solchen Werkzeugen zum Eintreiben von Befestigungselementen erforderlichen Art im Handel erhältlich sind, sind die Motoren teuer, weil sie besonders so ausgeführt und gefertigt werden müssen, dass sie in der Lage sind, den sich wiederholenden Erschütterungskräften, die für den Betrieb von Werkzeugen zum Eintreiben von Befestigungselementen charakteristisch sind, zu widerstehen. Darüber hinaus erfahren die Motoren periodische Ausfälle, wodurch das Werkzeug regelmäßig gewartet werden muss. Trotz der Verwendung von Einwege-Rückschlagventilen an den oben genannten Stellen zwischen der Vorverbrennungskammer und der Endverbrennungskammer zum effektiven Verhindern von Druckverlusten aufgrund eines Rückstroms von der Endverbrennungskammer zur Vorverbrennungskammer müssen die Rückschlagventile ebenso speziell so ausgeführt sein, dass sie leicht genug sind, den unbehinderten Fluss sowohl des nicht verbrannten Luft-Brennstoff-Gemisches als auch der sich ausbreitenden Flammenfront in Vorwärtsrichtung zu gestat-

ten, jedoch robust genug sind, den hohen Belastungen, mit denen sie beaufschlagt werden, wenn sie sich bei Einleitung von Verbrennung in der zweiten oder Endverbrennungskammer in die geschlossene Stellung bewegen, zu widerstehen. Insbesondere hat die Erfahrung gezeigt, dass solche Ventile oftmals in relativ kurzen Zeiträumen oder infolge einer relativ geringen Anzahl von Betriebszyklen verformt werden, wodurch sie häufig ausgewechselt werden müssen. Obgleich die Kolbenrückhaltesysteme im Hinblick auf eine ordnungsgemäß zeitgesteuerte Verbrennung optimale Betriebseigenschaften aufweisen können, erfordern solche Systeme offensichtlich die Verwendung zusätzlicher Komponenten, die den Werkzeugen Kosten- und Gewichtsfaktoren sowie zusätzliche Wartungserfordernisse hinzufügen.

**[0006]** Bei einem weiteren Versuch, die Erzeugung von Turbulenzen in der Brennkammer, die Brennrate des Luft-Brennstoff-Gemisches in der Brennkammer und die Ausbreitungsflussrate sowohl des nicht verbrannten Luft-Brennstoff-Gemisches als auch der Flammenfront in der Brennkammer zu steuern, wird in der US-PS 4 773 581 eine weitere Art eines herkömmlichen oder vorbekannten verbrennungskraftbetriebenen Werkzeugs zum Eintreiben von Befestigungselementen offenbart. In Kürze, wie aus [Fig. 1](#) hervorgeht, umfasst das verbrennungskraftbetriebene Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen ein zylindrisches Gehäuse oder einen zylindrischen Kopf **1**, wobei zum Beispiel das obere Ende des Gehäuses oder des Kopfes **1** geschlossen ist, während das untere Ende des Gehäuses oder des Kopfes **1** offen ist, wie bei **1a**. Der zylindrische Kopf oder das zylindrische Gehäuse **1** definiert praktisch eine Brennkammer **22**, und ein zweiter Zylinder **2** ist auf im Wesentlichen koaxiale Weise fest mit dem unteren Ende des zylindrischen Kopfes oder des zylindrischen Gehäuses **1** verbunden, um effektiv eine Kolbenkammer zu definieren, in der ein Kolben **3** beweglich angeordnet ist. Ein zylindrisches Führungsglied **4** ist auf im Wesentlichen koaxiale Weise fest mit dem unteren Ende des zweiten Zylinders **2** verbunden, und ein Befestigungselementmagazin **7**, das mehrere Befestigungselemente **5** oder einen Streifen davon aufnimmt, ist fest an einer Seitenwand des zylindrischen Führungsglieds **4** angebracht, um die serielle Zuführung der mehreren Befestigungselemente **5** in eine innere Führungsbohrung **4a**, die in dem Führungsglied **4** definiert ist, zu gestatten. Ein oberer Endteil eines Treibers oder einer Treibstange **6** für Befestigungselemente ist fest am Kolben **3** angebracht, während ein unterer Endteil des Treibers oder der Treibstange **6** für Befestigungselemente koaxial in der Führungsbohrung **4a** des Führungsglieds **4** angeordnet ist.

**[0007]** Wenn der Kolben **3** unter Verbrennungsbedingungen, die beim Abschießen des Werkzeugs eingeleitet werden, nach unten gedrückt wird, treibt der

Treiber oder die Treibstange **6** für Befestigungselemente das vordere Befestigungselement **5** durch die Führungsbohrung **4a** des Führungsglieds **4**, damit es aus dem Werkzeug ausgetragen wird. Zum Erreichen von Verbrennungsbedingungen in dem Werkzeug ist eine Brennstoffzufuhrvorrichtung **8** mit einem oberen Endteil des Gehäuses oder Kopfs **1** wirkverbunden, um Brennstoff in den oberen Endteil der Brennkammer **22** einzuspritzen, und auf ähnliche Weise ist ebenfalls eine Luftzufuhrvorrichtung **9** mit einem oberen Endteil des Gehäuses oder Kopfs **1** wirkverbunden, um Luft in den oberen Endteil der Brennkammer **22** einzuspritzen, wodurch die bzw. der in die Brennkammer **22** eingespritzte Luft und Brennstoff ein Luft-Brennstoff-Gemisch bilden. Ein Hochspannungsgenerator **11** zur Erzeugung einer Hochspannungsentladung, ist an der oberen Endwand des Gehäuses oder des Kopfs **1** angebracht und weist eine Zündkerze **12** auf, die damit wirkverbunden ist, um einen Zündfunken zu erzeugen, wenn sie durch den Generator **11** erregt wird. Um die Turbulenzen und das Vermischen der Luft- und Brennstoffkomponenten des Luft-Brennstoff-Gemisches in der Brennkammer **22** zu verbessern, sind in der Brennkammer **22** mehrere Roste oder Gitter **14a, 14b, 14c, 14d** so angeordnet, dass sie sich in Querrichtung durch die Brennkammer erstrecken, und sie sind dadurch in parallelen Ebene angeordnet, die im Wesentlichen senkrecht zur Längsachse des Werkzeugs verlaufen. Demgemäß trennen die Gitter **14a, 14b, 14c, 14d** effektiv die Brennkammer **22** in Unter-Brennkammern **22a, 22b, 22c, 22d, 22e**. Insbesondere kann jedes der Gitter oder Roste **14a–14d** zum Beispiel eine mit Perforationen versehene Scheibe umfassen, in der mehrere Öffnungen **13** zwischen einem Netz von Wandteilen **23** effektiv definiert sind.

**[0008]** Im Betrieb, wenn Luft und Brennstoff in die Unter-Brennkammer **22a** eingespritzt worden sind, um ein Luft-Brennstoff-Gemisch zu bilden, und wenn solch ein Luft-Brennstoff-Gemisch infolge einer Bewegung oder Migration aus der Unter-Brennkammer **22a** in die Unter-Brennkammern **22b–22e** mittels der Öffnungen **13**, die jeweils in den Rosten oder Gittern **14a–14d** definiert sind, die gesamte Brennkammer **22** effektiv gefüllt hat, wird der Hochspannungsgenerator **11** erzeugt, um wiederum zu bewirken, dass die Zündkerze **12** einen Zündfunken erzeugt. Wenn der Funke das Luft-Brennstoff-Gemisch in der Unter-Brennkammer **22a** zündet, brennt das Gemisch und eine Flamme entsteht, wie bekannt ist. Das entstehende Brenngas in der Unter-Brennkammer **22a** expandiert und drückt das nicht verbrannte Gemisch durch die in den Rosten oder Gittern **14a–14d** definierten Öffnungen **13** zum Kolben **3**. Wenn das nicht verbrannte Gemisch nacheinander durch die in jedem der Roste oder Gitter **14a–14d** definierten Öffnungen **13** strömt, bildet das Netz von Wandteilen **23**, die die Roste oder Gitter **14a–14d** bilden, effektiv Hindernisse für die Strömung nicht verbrannten Gemi-

sches, und die Hindernisse verursachen wiederum Turbulenzen in den stromabwärtigen Bereichen des nicht verbrannten Gemisches. Da die Flamme auch den Rost oder das Gitter **14a** durch die Öffnungen **13** durchquert, und aufgrund der in dem nicht verbrannten Luft-Brennstoff-Gemisch erzeugten Turbulenzen wird statuiert, dass die Flammenfront mit einer größeren Geschwindigkeitsrate in der Unter-Brennkammer **22b** vorrückt. Die größere Geschwindigkeitsrate der Flammenfront vergrößert die Expansionsgeschwindigkeit des sich ergebenden Brenngases, wodurch auch die Fließgeschwindigkeit des nicht verbrannten Gemisches aus der Unter-Brennkammer **22b** in die Unter-Brennkammer **22c** vergrößert wird.

**[0009]** Infolgedessen kommt es in dem nicht verbrannten Luft-Brennstoff-Gemisch, das sich in der Unter-Brennkammer **22c** befindet, zu stärkeren Turbulenzen, und die in der Unter-Brennkammer **22c** vorhandenen stärkeren Turbulenzen in dem nicht verbrannten Luft-Brennstoff-Gemisch bewirken wiederum, dass die Flammenfront mit einer größeren Geschwindigkeitsrate, die größer ist als die in der vorhergehenden Unter-Brennkammer **22b** vorhandene, forschreitet oder vorrückt. Gemäß der Offenbarung solch eines Patents wird deshalb auch statuiert, dass die Geschwindigkeit der Flammenfront jedes Mal dann, wenn sie nacheinander die jeweiligen Gitter oder Roste **14a–14d** durchquert, allmählich zunimmt. Auf diese Weise wird die schnelle Verbrennung des Luft-Brennstoff-Gemisches scheinbar gewährleistet, um den Kolben **3** und den Treiber oder die Treibstange **6** für Befestigungselemente anzutreiben, wodurch ein vorderstes der Befestigungselemente **5** aus dem Werkzeug heraus und in das bestimmte Werkstück oder Substrat getrieben werden kann. Deshalb sei darauf hingewiesen, dass, obwohl das oben genannte verbrennungskraftbetriebene Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen nach dem Stand der Technik die Verwendung von Behinderungsstrukturen in den Unter-Brennkammern umfasst, um die Turbulenzbedingungen, die Brennrate des Luft-Brennstoff-Gemisches und den Ausbreitungsdurchfluss sowohl des nicht verbrannten Luft-Brennstoff-Gemisches als auch der Flammenfront in den mehreren Unter-Brennkammern **22a–22e** aufeinander folgend oder seriell vorteilhaft zu beeinflussen, das Verbrennungssystem nach dem Stand der Technik ein Verbrennungssystem umfasst, das praktisch einen kaskadenförmigen Verbrennungsmodus aufweist, der in Verbindung mit der Förderung oder Entwicklung der oben genannten Merkmale oder Eigenschaften nicht wirklich vorteilhaft ist.

**[0010]** Insbesondere wird in der Praxis die Wirksamkeit des Vorsehens oder Vorhandenseins der aufeinanderfolgenden Düsenplatten schnell beeinträchtigt, weil jede aufeinander folgende Platte oder jedes aufeinander folgende Sieb tatsächlich, selbst nur kurz, zu einer momentanen Unterbrechung der

Ausbreitungsgeschwindigkeit der Flammenfront führt, bevor sie die zum Aufrechterhalten oder Verbessern der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Flammenfront erforderlichen Turbulenzen wieder regeneriert. Darüber hinaus gewährleistet die Struktur des US-PS 4 773 581 keine angemessene Trennung der nicht verbrannten oder verbrannten Komponenten des Luft-Brennstoff-Gemisches. Vorteilhafterweise bewirkt jede Plattenstruktur ein Teilen der Flammenfront in mehrere Segmente oder Finger, wodurch die Oberfläche vergrößert wird, um die Brennrate zu verbessern, jedoch neigen die Platten auch dazu zu bewirken, dass die Flammenfront oder die Verbrennung lateral sowie nach vorne fortschreitet oder auftritt, wodurch die verbrannten und nicht verbrannten Komponenten des Luft-Brennstoff-Gemisches miteinander vermischt werden und eine Verdünnung der Brenneigenschaften des Systems verursacht wird. Des Weiteren hat es nicht den Anschein, dass das Verbrennungssystem der US-PS 4 773 581 verschiedene Betriebsparameter, die als entscheidend oder kritisch für die gewünschten Betriebsgrade gegenwärtiger technologischer verbrennungskraftbetriebener Werkzeuge zum Eintreiben von Befestigungselementen angesehen werden, auf praktikable Weise erreicht. Insbesondere scheint das Verbrennungssystem kein Doppelbrennkammersystem zu betreffen und scheint, sowohl in dem Verbesserungs- als auch im Verzögerungsmodus, nicht in der Lage zu sein, die Brennrate des Luft-Brennstoff-Gemisches sowie die Geschwindigkeit, mit der der Flammenstrahl oder die Flammenfront sich nicht nur in zum Beispiel einer Vorverbrennungskammer eines Doppelbrennkammersystems und dort hindurch ausbreitet, sondern darüber hinaus auch die Geschwindigkeit, mit der der Flammenstrahl oder die Flammenfront in die Endverbrennungskammer eintritt, optimal steuern zu können. Darüber hinaus scheint das System der US-PS 4 773 581 auch keine Mittel zu umfassen, die gewährleisten, dass das gesamte nicht verbrannte Gemisch in der Endverbrennungskammer tatsächlich vollständig und schnell entzündet wird, so dass der Arbeits- oder Befestigungselementeintreibkolben ohne nachteilige rückwärtige oder nach hinten verlaufende Reflexion davon effektiv mit einem Spitzendruck beaufschlagt werden kann, um wiederum die gewünschte Spitzenenergie oder -leistung zur axialen Bewegung der Arbeitskolbentreiberanordnung zu erzeugen, um die Befestigungselemente aus dem Werkzeug auszutragen und sie in ein bestimmtes Werkstück oder Substrat einzutreiben.

**[0011]** Deshalb besteht in der Technik Bedarf an einem neuen und verbesserten Brennkammersystem zur Verwendung in einem verbrennungskraftbetriebenen Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen und einem neuen und verbesserten verbrennungskraftbetriebenen Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen, in dem das neue

und verbesserte Brennkammersystem eingebaut ist, um sowohl im Verbesserungs- als auch im Verzögerungsmodus die Brennrate des Luft-Brennstoff-Gemisches und die Geschwindigkeit, mit der sich der Flammenstrahl oder die Flammenfront nicht nur in zum Beispiel einer ersten Vorverbrennungskammer eines Doppelbrennkammersystems und dort hindurch ausbreitet, sondern darüber hinaus auch die Geschwindigkeit, mit der der Flammenstrahl oder die Flammenfront in die Endverbrennungskammer eintritt, optimal zu steuern, und darüber hinaus einem System zum Gewährleisten, dass das gesamte nicht verbrannte Gemisch in der zweiten oder Endverbrennungskammer in der Tat vollständig und schnell entzündet wird, so dass der Arbeits- oder Befestigungselementeintreibkolben ohne nachteilige rückwärtige oder nach hinten verlaufende Reflexion davon in kürzestmöglicher Zeit effektiv mit einem Spitzendruck beaufschlagt werden kann, um wiederum die gewünschte Spitzenenergie oder -leistung zur axialen Bewegung der Arbeitskolbentreiberanordnung zu erzeugen, um die Befestigungselemente aus dem verbrennungskraftbetriebenen Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen auszutragen und sie in ein bestimmtes Werkstück oder Substrat einzutreiben.

#### Aufgaben der Erfindung

**[0012]** Demgemäß besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung in der Bereitstellung eines neuen und verbesserten Brennkammersystems zur Verwendung in einem verbrennungskraftbetriebenen Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen und einem neuen und verbesserten verbrennungskraftbetriebenen Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen, in dem das neue und verbesserte Brennkammersystem eingebaut ist.

**[0013]** Eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung eines neuen und verbesserten Brennkammersystems zur Verwendung in einem verbrennungskraftbetriebenen Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen, in dem das neue und verbesserte Brennkammersystem eingebaut ist, wodurch die verschiedenen Betriebsnachteile, die für herkömmliche verbrennungskraftbetriebene Werkzeuge zum Eintreiben von Befestigungselementen nach dem Stand der Technik charakteristisch sind, effektiv überwunden werden.

**[0014]** Eine zusätzliche Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung eines neuen und verbesserten Brennkammersystems zur Verwendung in einem verbrennungskraftbetriebenen Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen und einem neuen und verbesserten verbrennungskraftbetriebenen Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen, in dem das neue und verbesserte Brennkammersystem eingebaut ist und

das sowohl im Verbesserungs- als auch im Verzögerungsmodus die Brennrate und die Geschwindigkeit, mit der sich der Flammenstrahl oder die Flammenfront nicht nur in zum Beispiel einer Vorverbrennungskammer eines Doppelbrennkammersystems und dort hindurch ausbreitet, sondern darüber hinaus auch die Geschwindigkeit, mit der der Flammenstrahl oder die Flammenfront in die Endverbrennungskammer eintritt und darin fortschreitet, optimal steuern kann.

**[0015]** Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung eines neuen und verbesserten Brennkammersystems zur Verwendung in einem verbrennungskraftbetriebenen Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen und einem neuen und verbesserten verbrennungskraftbetriebenen Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen, in dem das neue und verbesserte Brennkammersystem eingebaut ist und das sowohl im Verbesserungs- als auch im Verzögerungsmodus die Brennrate und die Geschwindigkeit, mit der sich der Flammenstrahl oder die Flammenfront nicht nur in zum Beispiel einer Vorverbrennungskammer eines Doppelbrennkammersystems und dort hindurch ausbreitet, sondern darüber hinaus auch die Geschwindigkeit, mit der der Flammenstrahl oder die Flammenfront in die Endverbrennungskammer eintritt, optimal steuern kann und das weiterhin die vollständige und schnelle Entzündung des gesamten nicht verbrannten Luft-Brennstoff-Gemisches, das in der Endverbrennungskammer vorhanden ist, gewährleisten kann.

**[0016]** Eine letzte Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung eines neuen und verbesserten Brennkammersystems zur Verwendung in einem verbrennungskraftbetriebenen Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen und einem neuen und verbesserten verbrennungskraftbetriebenen Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen, in dem das neue und verbesserte Brennkammersystem eingebaut ist und das sowohl im Verbesserungs- als auch im Verzögerungsmodus die Brennrate und die Geschwindigkeit, mit der sich der Flammenstrahl oder die Flammenfront nicht nur in zum Beispiel einer Vorverbrennungskammer eines Doppelbrennkammersystems und dort hindurch ausbreitet, sondern darüber hinaus auch die Geschwindigkeit, mit der der Flammenstrahl oder die Flammenfront in die Endverbrennungskammer eintritt und darin fortschreitet, optimal steuern kann und das weiterhin die vollständige und schnelle Entzündung des gesamten nicht verbrannten Luft-Brennstoff-Gemisches, das in der Endverbrennungskammer vorhanden ist, gewährleisten kann, so dass der Arbeits- oder Befestigungselementeintreibkolben ohne nachteilige rückwärtige oder nach hinten verlaufende Reflexion davon in kürzestmöglicher Zeit mit einer Spitzendruckhöhe beaufschlagt wird, um

wiederum die gewünschte Spitzenergie- oder Spitzleistungsmenge zum Bewegen der Kolbentreiberaanordnung zu erzeugen, um die Befestigungselemente aus dem Werkzeug auszutreiben und sie in eine bestimmtes Werkstück oder Substrat einzutreiben.

**[0017]** Die vorhergehenden und andere Aufgaben werden gemäß den Lehren und Grundzügen der vorliegenden Erfindung durch die Bereitstellung eines neuen und verbesserten Brennkammersystems zur Verwendung in einem verbrennungskraftbetriebenen Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen nach Anspruch 1 und einem neuen und verbesserten verbrennungskraftbetriebenen Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen, in dem das neue und verbesserte Brennkammersystem eingebaut ist, nach Anspruch 20 gelöst. Das Brennkammersystem umfasst zum Beispiel ein Doppelbrennkammersystem mit einer ersten, stromaufwärtigen Vorverbrennungskammer und einer zweiten, stromabwärtigen Endverbrennungskammer. Die erste, stromaufwärtige Vorverbrennungskammer zeichnet sich durch ein großes Seitenverhältnis aus, wie es durch das Verhältnis der Länge der Vorverbrennungskammer bezüglich der Breite oder diametralen Erstreckung der Vorverbrennungskammer definiert wird, und weist vorbestimmt verschiedene Hindernisse auf, die zum gezielten Verbessern und Verzögern der Brennrate und der Geschwindigkeitsrate des Flammenstrahls oder der Flammenfront, der bzw. die sich durch solch eine erste, stromaufwärtige Brennkammer ausbreitet, fest darin eingebaut sind. Insbesondere neigen Hindernisse, die sich entweder an verschiedenen axialen Stellen entlang der Axial- oder Längserstreckung der Vorverbrennungskammer praktisch quer oder diametral durch die Vorverbrennungskammer erstrecken oder die an verschiedenen axialen Stellen entlang der Axial- oder Längserstreckung der Vorverbrennungskammer praktisch im Wesentlichen entlang der axialen Mitte der Vorverbrennungskammer angeordnet sind, dazu die Brennrate oder die Geschwindigkeitsrate des Flammenstrahls oder der Flammenfront, der bzw. die sich durch die Vorverbrennungskammer ausbreitet, zu verzögern oder zu verlangsamen, während als Alternative dazu Hindernisse, die an verschiedenen axialen Stellen entlang der Axial- oder Längserstreckung der Vorverbrennungskammer praktisch im Wesentlichen um den Umfang entlang dem Innenumfang der Vorverbrennungskammer angeordnet sind, dazu neigen, die Brennrate und die Geschwindigkeitsrate des Flammenstrahls oder der Flammenfront, der bzw. die sich durch die Vorverbrennungskammer ausbreitet, zu verbessern oder zu erhöhen.

**[0018]** Auf ähnliche Weise ist ein zweites oder Endhindernis mit einer vorbestimmten dreidimensionalen oder massiven geometrischen Konfiguration in der zweiten, stromabwärtigen Endverbrennungskammer

an einer sich unmittelbar stromabwärts der eine Strömungsverbindung zwischen der ersten, stromaufwärtsigen Vorverbrennungskammer und der zweiten, stromabwärtsigen Endverbrennungskammer herstellenden Öffnung befindenden Stelle angeordnet. Wenn der Flammenstrahl oder die Flammenfront in die Endverbrennungskammer eintritt, divergiert der Flammenstrahl oder die Flammenfront praktisch und wird in mehrere Abschnitte oder Komponenten geteilt, die radial nach außen zu den Wänden der Endverbrennungskammer fließen und deshalb die gesamte diametrale Erstreckung der Endverbrennungskammer durchqueren, um dadurch alle Bereiche des nicht verbrannten Luft-Brennstoff-Gemisches, das sich in der Endverbrennungskammer befindet, vollständig und schnell zu entzünden. Der Flammenstrahl oder die Flammenfront trifft schließlich auf den Arbeitskolben, währenddessen die infolge der schnellen, aber kontrollierten Verbrennung in der Endverbrennungskammer erzeugten Druckkräfte effektiv auf den Arbeitskolben einwirken können, um eine Bewegung der Kolbentreiberanordnung mit der gewünschten Spitzenenergie und -leistung zu bewirken und so wiederum zu bewirken, dass das in dem Führungsrohr des Werkzeugs angeordnete bestimmte Befestigungselement ausgetragen und in das bestimmte Substrat oder Werkstück getrieben wird.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0019]** Verschiedene andere Aufgaben, Merkmale und zugehörige Vorteile der vorliegenden Erfindung gehen aus der folgenden ausführlichen Beschreibung bei Betrachtung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen, in denen in allen der mehreren Ansichten gleiche Bezugszeichen gleiche oder einander entsprechenden Teile zeigen, deutlicher hervor; in den Zeichnungen zeigen:

**[0020]** [Fig. 1](#) eine Querschnittsansicht einer Art von herkömmlichem oder vorbekanntem verbrennungskraftbetriebenen Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen;

**[0021]** [Fig. 2](#) eine perspektivische Ansicht eines Kernglieds, das in Verbindung mit der geformten Herstellung einer Vorverbrennungskammer zur Verwendung als Teil eines Doppelbrennkammersystems in einem verbrennungskraftbetriebenen Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen verwendet wird, wobei die Vorverbrennungskammer strukturelle Merkmale aufweist, die gemäß den Grundzügen und Lehren der vorliegenden Erfindung einzigartig entwickelt worden sind;

**[0022]** [Fig. 3](#) eine Draufsicht einer Vorverbrennungskammer, in der eine erste Ausführungsform einer Behinderungsstruktur zur Verbesserung der Brennrate und der Flammenstrahlausbreitung in Form einer durchgehend spiral- oder schraubenför-

migen Rippe oder eines solchen Ansatzes, die bzw. der an Innenumfangswandteilen der Vorverbrennungskammer ausgebildet ist und sich über die ganze axiale oder longitudinale Länge davon erstreckt, gemäß den Grundzügen und Lehren der vorliegenden Erfindung eingebaut worden ist, wobei die Vorverbrennungskammer aus dem in [Fig. 3](#) dargestellten Formkernglied hergestellt ist;

**[0023]** [Fig. 4](#) eine schematische Ansicht einer zweiten Ausführungsform einer Behinderungsstruktur zur Verbesserung der Brennrate und der Flammenstrahlausbreitung in Form von mehreren axial beabstandeten, ringförmigen Unterlegscheiben, die so an Innenumfangswandteilen der Vorverbrennungskammer ausgebildet oder befestigt sind, dass sie sich über die gesamte axiale oder Längserstreckung davon erstrecken und die gemäß den Grundzügen und Lehren der vorliegenden Erfindung entwickelt worden sind;

**[0024]** [Fig. 5](#) eine schematische Ansicht einer dritten Ausführungsform einer Behinderungsstruktur zur Verbesserung der Brennrate und der Flammenstrahlausbreitung in Form von mehreren axial beabstandeten Stiften, Platten, Kugeln und dergleichen, die sich diametral durch den Innenraum der Vorverbrennungskammer erstrecken oder in der axialen Mitte der Vorverbrennungskammer angeordnet sind und sich durch deren ganze axiale oder Längserstreckung erstrecken und die gemäß den Grundzügen und Lehren der vorliegenden Erfindung entwickelt worden sind;

**[0025]** [Fig. 6](#) einen schematischen Aufriss des gemäß den Grundzügen und Lehren der vorliegenden Erfindung ausgeführten neuen und verbesserten Brennkammersystems zur Verwendung in Verbindung mit einem verbrennungskraftbetriebenen Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen, wobei das Brennkammersystem eine erste Vorverbrennungskammer, die mit einer zweiten Endverbrennungskammer strömungsverbunden ist, umfasst und wobei weiterhin eine vierte Ausführungsform einer Behinderungsstruktur zur Verbesserung der Brennrate und der Flammenstrahlausbreitung in Form einer massiven geometrischen konischen Komponente in der zweiten oder Endverbrennungskammer eingebaut worden ist, um die Teilung des Flammenstrahls oder der Flammenfront, der bzw. die aus der ersten oder Vorverbrennungskammer in die zweite oder Endverbrennungskammer gelangt, in mehrere Flammenstrahl- oder Flammenfrontkomponenten und das Divergieren solcher Flammenstrahl- oder Flammenfrontkomponenten durch die ganze zweite oder Endverbrennungskammer zu bewirken, um die vollständige und schnelle Verbrennung des gesamten Luft-Brennstoff-Gemisches, das in der ganzen zweiten oder Endverbrennungskammer angeordnet ist, zu erreichen;

**[0026]** [Fig. 7a–Fig. 7h](#) schematische Ansichten, die verschiedene konfigurierte Hindernisse zeigen, die in der zweiten Endverbrennungskammer angeordnet und verwendet werden können, um die vollständige und schnelle Entzündung aller Bereiche des in der Endverbrennungskammer enthaltenen nicht verbrannten Luft-Brennstoff-Gemisches zu erreichen und so wiederum Spitzenenergie- und -leistungseigenschaften zum Einwirken auf die Arbeitskolbentriebanordnung zu erreichen; und

**[0027]** [Fig. 8a–Fig. 8f](#) Querschnittsansichten entlang zum Beispiel der Linie 8-8 von [Fig. 7a](#), die verschiedene Querschnittskonfigurationen zeigen, die für irgendwelche der verschiedenen Hindernisse, wie in den [Fig. 7a–Fig. 7h](#) offenbart, die in der zweiten Endverbrennungskammer des Gesamtbrennkamersystems zur Verwendung in dem verbrennungskraftbetriebenen Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen verwendet werden können, charakteristisch oder darin eingebaut sein können.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN

##### AUSFÜHRUNGSFORM

**[0028]** Wie in der oben genannten, am 16. Januar 2002 im Namen von Donald L. Van Erden et al. eingereichten US-Patentanmeldung mit dem Titel COMBUSTION-CHAMBER SYSTEM WITH SPOOL-TYPE PRE-COMBUSTION CHAMBER (Brennkammer-System mit wendelförmiger Vorverbrennungskammer), der die lfd. Nr. zugewiesen worden ist, erwähnt worden ist, hat das Interesse an einer kompakten mechanischen Ausführung zu Verbrennungssystemen nach dem Stand der Technik, wie zum Beispiel das in dem oben genannten Patent von Ohtsu et al. offenbarte, geführt, die eine relativ kurze axiale Länge und Durchmesser oder Breiten aufweisen, die im Allgemeinen viel größer als ihre Längen sind. Jedoch haben in Verbindung mit Doppelbrennkamersystemen, die eine erste oder Vorverbrennungskammer, die sich durch ein relativ großes Längen- zu Breiten-Seitenverhältnis auszeichnen, und eine zweite oder Endverbrennungskammer aufweisen, durchgeführte Versuche gezeigt, dass Vorverbrennungskammern mit relativ großem Seitenverhältnis äußerst effektiv beim Drücken von nicht verbrannten Luft-Brennstoff-Gemischen vor eine vorrückende Flammen- oder Strahlfront in die zweite oder Endverbrennungskammer sind. Insbesondere tritt die vergrößerte Brennstoff- und Luftmenge, die aus einer länglichen Vorverbrennungskammer in die Endverbrennungskammer gepumpt wird, vor einer sich von dem Zündende der Vorverbrennungskammer zum Austragsende der Vorverbrennungskammer, die mit der Endverbrennungskammer in Verbindung steht, ausbreitenden Flammenfront auf. Dank dieser strukturellen Anordnung wird der Druck in der Endverbren-

nungskammer erhöht, bevor es dort zur Entzündung kommt, und dadurch wird wiederum die Leistung, die aus der in der Endverbrennungskammer erfolgenden Verbrennung erhältlich ist oder daraus abgeleitet werden kann, stark vergrößert. Die Verbesserung der Leistungsabgabe aus der Endverbrennungskammer kann in Verhältnissen vergrößert werden, die gleich niedrigen ganzen Zahlen sind, indem die Vorverbrennungskammer einfach verlängert wird, wobei diese ein optimales Seitenverhältnis aufweist. Insbesondere sind gemäß einem der Grundzüge und einer der Lehren der vorliegenden Erfindung Brennkamersysteme mit länglichen linearen Vorverbrennungskammern, die ein Längen- zu Breitenverhältnis über einen breiten Bereich aufweisen, getestet worden, und es hat sich herausgestellt, dass eine bedeutende Verbesserung der Leistung erreicht worden ist, selbst wenn sich das Seitenverhältnis in einem Bereich von nur 2:1 befindet. Stärker verbesserte Leistungen sind erreicht worden, wenn das Seitenverhältnis in einem Bereich von 4:1 bis 16:1 liegt, wobei Spitzenleistungen erreicht werden, wenn das Seitenverhältnis ca. 10:1 beträgt. Darüber hinaus ist festgestellt worden, dass die Vorverbrennungskammern eine ovale, runde, rechteckige oder andere Querschnittskonfiguration aufweisen können, wodurch sie alle wünschenswert gut funktionieren, solange die Längenabmessung der Vorverbrennungskammer wesentlich größer als ihre Durchschnittsbreitenabmessung ist.

**[0029]** Des Weiteren ist festgestellt worden, dass neben den oben genannten geometrischen Konfigurationen der länglichen oder linearen Vorverbrennungskammern die länglichen Vorverbrennungskammern, die eine wesentlich größere Kolbenleistungsabgabe erzeugen können, gekrümmt oder faktisch auf sich selbst umgefaltet sein können. Solange die gekrümmten oder gefalteten Vorverbrennungskammern relativ große Seitenverhältnisse aufweisen, können die oben genannten Leistungsvorteile wieder erreicht werden. Darüber hinaus können die Vorverbrennungskammern aus gekrümmten Profilen, die hintereinander zusammengefügt sind, ineinander verschachtelt sind und/oder mit linearen, geraden Brennkammern kombiniert sind, oder Brennkammerprofilen zur Bildung kompakter Baugruppen, die die angestrebten Vorteile der vorliegenden Erfindung erreichen können, bestehen oder diese umfassen. Weiterhin ist festgestellt worden, dass die Ausgangsleistung der länglichen Vorverbrennungskammern auch durch Seitenverhältnisse beeinflusst werden kann, die die Breiten- und Dickenabmessungen der Vorverbrennungskammern betreffen. Zum Beispiel wird eine längliche Vorverbrennungskammer mit einem rechteckigen Querschnitt, von der deshalb erwartet wird, dass sie verbesserte Ausgangsleistungseigenschaften aufweist, nicht gut funktionieren, wenn das Seitenverhältnis der Breite-zu-Dicke-Abmessungen relativ groß ist. Mit anderen Worten, da die sich Struktur, Form oder Konfiguration einer länglichen Vorver-

brennungskammer der eines dünnen Bands annähert, kann sie zu eingeschränkt werden und so eine Flammenfront löschen, so dass sie sich nicht ausbreiten kann. Insbesondere haben Versuche aufgezeigt, dass ein optimales Breite-zu-Dicke-Seitenverhältnis für erfolgreich betreibbare Vorverbrennungskammern 4:1 beträgt.

**[0030]** In Anbetracht der obigen Besprechung und weiterhin unter Bezugnahme auf [Fig. 6](#) wird das neue und verbesserte Doppelbrennkammersystem zur Verwendung in verbrennungskraftbetriebenen Werkzeugen zum Eintreiben von Befestigungselementen offenbart und allgemein durch das Bezugszeichen **10** bezeichnet. Insbesondere wird bei **12** eine erste, obere Vorverbrennungskammer und bei **14** eine zweite, untere Endverbrennungskammer offenbart. Das stromabwärtige oder Auslassende der Vorverbrennungskammer **12** ist durch eine in einer die erste Vorverbrennungskammer **12** praktisch von der zweiten Endverbrennungskammer **14** trennenden Wand **17** definierte Öffnung **16** mit dem stromaufwärtigen oder Einlassende der Endverbrennungskammer **14** strömungsverbunden, und das stromabwärtige oder Auslassende der Endverbrennungskammer **14** ist einem Arbeitskolben **18** wirkzugeordnet. Der Arbeitskolben **18** ist in einer START-Position in einem Zylinderkopf **20** eines verbrennungskraftbetriebenen Werkzeugs zum Eintreiben von Befestigungselementen angeordnet, und, wie es herkömmlich der Fall ist, bildet der Zylinderkopf **20** einen stromaufwärtigen Teil eines nicht gezeigten Zylindergehäuses, in dem der Arbeitskolben **18** beweglich angeordnet ist. Der Arbeitskolben **18** ist wiederum mit einem ebenfalls nicht gezeigten Treiber wirkverbunden, so dass bei Abwärtsbewegung des Arbeitskolbens **18** in dem Zylindergehäuse unter dem Einfluss der in der Endverbrennungskammer **14** auftretenden expandierenden Verbrennungsbedingungen der Treiber das vorderste der Befestigungselemente, das von dem Werkzeugbefestigungselementmagazin in das nicht gezeigte Werkzeugführungsrohr vorgerückt wird, durch das Führungsrohr und in das Substrat oder Werkstück treibt.

**[0031]** Zur Herstellung der ersten Vorverbrennungskammer **12** gemäß den Grundzügen und Lehren der vorliegenden Erfindung wird ein spiralförmiges, wendelförmiges oder schraubenförmiges Kernglied **22**, wie es in [Fig. 2](#) gezeigt wird, zum Formen oder Gießen der ausführlicher in [Fig. 3](#) gezeigten Vorverbrennungskammer **12** verwendet. Insbesondere umfasst das Kernglied **22** praktisch ein Steckglied, um das praktisch die Aufnahmeverbrennungskammer **12** geformt oder gegossen ist, wobei ihre wendelförmigen Teile im Wesentlichen koplanar verlaufen. Wie leicht aus [Fig. 2](#) hervorgeht, weist das Steckkernglied **22** einen radial außen liegenden, stromaufwärtigen Endteil **24** und einen radial innen liegenden, stromabwärtigen Endteil **26** auf, der im Wesentlichen

an oder neben der axialen Mitte des Steckkernglieds **22** angeordnet ist. Wenn die Aufnahmeverbrennungskammer **12** gemäß den Form- oder Gießtechniken bezüglich des Steckkernglieds **22** hergestellt ist, bildet oder definiert der stromaufwärtige Endteil **24** des Steckkernglieds **22** praktisch einen stromaufwärtigen Eintritts- oder Einlassendteil **28** in der Aufnahmeverbrennungskammer **12**, während der stromabwärtige Endteil **26** des Steckkernglieds **22** ebenfalls praktisch einen Austritts- oder Auslassendteil **30** bildet oder definiert, der zur Strömungsverbindung mit der Öffnung **16** ausgeführt ist, die die Vorverbrennungskammer **12** mit der Endverbrennungskammer **14** strömungsverbindet, wie in [Fig. 6](#) dargestellt.

**[0032]** Der stromaufwärtige Endteil der Vorverbrennungskammer **12** definiert darüber hinaus einen Gehäuseteil **32**, in dem geeigneten, nicht gezeigten Zündgenerator- und Zündkerzenkomponenten zur Einleitung von Verbrennung in der Vorverbrennungskammer **12** untergebracht sein können, und es versteht sich, dass bei Einleitung von Verbrennung in der Vorverbrennungskammer **12** die Flammenfront oder der Flammenstrahl entlang der in der Wendel- oder spiralförmigen Vorverbrennungskammer **12** definierten, sich in Längsrichtung erstreckenden Bohrung **33** im Uhrzeigersinn fortschreitet, wie durch die Pfeile F gezeigt, um sich von dem stromaufwärtigen Eintritts- oder Einlassendteil **28** davon zum stromabwärtigen Austritts- oder Auslassendteil **30** davon zu bewegen. Infolge der Wendel- oder spiralförmigen Konfiguration der Vorverbrennungskammer **12** liegt auf der Hand, dass gemäß einem der einzigartigen und neuen Strukturmerkmale der vorliegenden Erfindung die Struktur der Vorverbrennungskammer **12** ziemlich kompakt ist, und dennoch liegt gemäß einem anderen der einzigartigen und neuen Strukturmerkmale der vorliegenden Erfindung das Seitenverhältnis der longitudinalen Längsabmessungen der Vorverbrennungskammer **12** im Vergleich zur Breiten- oder diametralen Erstreckung der Vorverbrennungskammer **12** in einem Bereich von 30:1.

**[0033]** Gemäß noch einem anderen einzigartigen und neuen Strukturmerkmal der vorliegenden Erfindung und immer noch auf die [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) Bezug nehmend, ist zu sehen, dass das Steckkernglied **22** eine Stange oder ein röhrenförmiges Glied umfasst, wobei der Außenumfangswandteil eine vorbestimmte diametrale Außenumfangserstreckung  $D_1$  aufweist, und in dem Außenumfangswandteil des Kernglieds **22** ist eine durchgehende spiral- oder schraubenförmige Nut **34** vorgesehen, wobei die Nut **34** eine vorbestimmte diametrale Erstreckung  $D_2$  aufweist, die kleiner ist als die diametrale Erstreckung  $D_1$  des Außenumfangswandteils. Wenn das Steckkernglied **22** zur Herstellung der Vorverbrennungskammer **12** mittels geeigneter Form- oder Gießtechniken verwendet wird, geht leicht aus [Fig. 3](#) hervor, dass der Innenum-

fangswandteil **35** der Vorverbrennungskammer **12**, der die Bohrung **33** der Vorverbrennungskammer **12** definiert, eine diametrale Erstreckung aufweist, die im Wesentlichen der äußeren diametralen Erstreckung  $D_1$  des Steckkernglieds **22** entspricht. Darüber hinaus sei darauf hingewiesen, dass der Innenumfangswandteil oder die Bohrung **33** der Vorverbrennungskammer **12** mit einem durchgehenden spiralförmigen oder schraubenförmigen Rippen- oder Ansatzglied **36** versehen ist, wobei einzelne Teile der durchgehenden spiralförmigen oder schraubenförmigen Rippe oder des solchen Ansatzglieds **36** praktisch an mehreren Stellen, die axial entlang der Längserstreckung der Bohrung **33** der Vorverbrennungskammer **12** beabstandet sind ausgebildet oder angeordnet sind, um zusammen effektiv den durchgehenden spiralförmigen Ansatz oder das durchgehend spiralförmige Rippenglied **36** zu bilden, der bzw. das eine innere diametrale Erstreckung  $D_2$  aufweist, die der äußeren oder externen diametralen Erstreckung  $D_2$  des durchgehenden spiralförmigen oder schraubenförmigen genuteten Bereichs **34** des Steckkernglieds **22** im Wesentlichen entspricht.

**[0034]** Der Zweck einer solchen Bereitstellung des durchgehenden spiralförmigen oder schraubenförmigen Rippen- oder Ansatzglieds **36** an dem Innenumfangswandteil **35** der Vorverbrennungskammer **12**, so dass sie sich über die ganze Längserstreckung der Vorverbrennungskammer **12** erstreckt, besteht darin, dass entdeckt worden ist, dass die Ausbildung, Anordnung oder Platzierung eines solchen Rippen- oder Ansatzglieds **36** in der Nähe oder neben dem Innenumfangswandteil **35** der Vorverbrennungskammer **12** die Brennrate des in der Vorverbrennungskammer **12** angeordneten Luft-Brennstoff-Gemisches sowie die Geschwindigkeit, mit der sich der Flammenstrahl oder die Flammenfront axial oder longitudinal stromabwärts in der Vorverbrennungskammer **12** fortbewegt oder ausbreitet, dramatisch verbessert. Auf ähnliche Weise, und wie am besten aus **Fig. 4** hervorgeht, können statt der Ausbildung des durchgehenden spiralförmigen Rippen- oder Ansatzglieds **36** an dem Innenumfangswandteil **35** der Vorverbrennungskammer **12** an axial oder longitudinal beabstandeten Stellen über die Längserstreckung der Vorverbrennungskammer **12** mehrere solche Unterlegscheibenglieder, die zum Beispiel bei **38–46** offenbart werden, nur entlang einem sich axial oder longitudinal erstreckenden Teil der Vorverbrennungskammer **12** angeordnet werden. Die Anordnung oder die Verwendung solcher mehrerer axial oder longitudinal beabstandeter Unterlegscheibenglieder erreicht insofern im Wesentlichen die gleiche Wirkung wie die Verwendung des durchgehenden spiralförmigen Rippen- oder Ansatzglieds **36**, als die Platzierung oder Anordnung solcher ringförmiger Unterlegscheibenglieder in der Nähe oder neben dem Innenumfangswandteil **35** der Vorverbrennungskammer **12** ebenfalls die Brennrate des in der Vorverbrennungskam-

mer **12** angeordneten Luft-Brennstoff-Gemisches sowie die Geschwindigkeit, mit der sich der Flammenstrahl oder die Flammenfront axial oder longitudinal stromabwärts in der Vorverbrennungskammer **12** fortbewegt oder ausbreitet, verbessert.

**[0035]** Statt der einzelnen ringförmigen Unterlegscheibenglieder, wie zum Beispiel der Unterlegscheibenglieder **38–46**, die in **Fig. 4** schematisch dargestellt sind, können weiterhin Halbunterlegscheibenglieder an diametral gegenüberliegenden Innenumfangswandteilen der Vorverbrennungskammer **12** und an anderen Stellen entlang der axialen oder Längserstreckung der Vorverbrennungskammer **12** befestigt werden. Insbesondere können statt vollständig ringförmiger Unterlegscheibenglieder **38** nur ein Halbunterlegscheiben- oder halbkreisförmiges Unterlegscheibenglied **38'** fest an der besonders erwähnten axialen Stelle und an einem oberen Innenumfangswandteil der Vorverbrennungskammer **12** angebracht werden, wie in **Fig. 4** dargestellt, und in Verbindung mit Halbunterlegscheiben- oder halbkreisförmigen Unterlegscheibengliedern **38'** können zusätzliche Halbunterlegscheiben- oder halbkreisförmige Unterlegscheibenglieder **40', 42', 44', 46'** fest an unteren bzw. oberen Innenumfangswandteilen der Vorverbrennungskammer **12** angebracht werden. Dabei liegt auf der Hand, dass auf diese Weise eine im Wesentlichen spiralförmige, konvexe Struktur, der dem durchgehenden spiralförmigen Rippen- oder Ansatzglied **36** in etwa ähnelt, gebildet wird, um so die Brennrate des in der Vorverbrennungskammer **12** angeordneten Luft-Brennstoff-Gemisches sowie die Geschwindigkeit, mit der sich der Flammenstrahl oder die Flammenfront axial oder in Längsrichtung stromabwärts in der Vorverbrennungskammer **12** fortbewegt oder ausbreitet, ebenfalls dramatisch zu verbessern.

**[0036]** Nunmehr auf **Fig. 5** Bezug nehmend, kann ebenfalls eine Struktur in der Vorverbrennungskammer **12** eingebaut werden, um die Brennrate des in der Vorverbrennungskammer **12** angeordneten Luft-Brennstoff-Gemisches sowie die Geschwindigkeit, mit der sich der Flammenstrahl oder die Flammenfront axial oder in Längsrichtung stromabwärts in der Vorverbrennungskammer **12** fortbewegt oder ausbreitet, auf eine Weise zu beeinflussen, die praktisch gegenteilig zu den durch das oben genannte Vorsehen des durchgehenden spiralförmigen Rippen- oder Ansatzglieds **36** in Verbindung mit dem Innenumfangswandteil **35** der Vorverbrennungskammer **12**, wie in **Fig. 3** dargestellt, oder den durch das oben genannte Vorsehen der ringförmigen oder halbkreisförmigen Unterlegscheibenglieder **38–46**, **38'–46'** in Verbindung mit dem Innenumfangswandteil **35** der Vorverbrennungskammer **12**, wie auch in **Fig. 4** dargestellt, erzielten Ergebnissen ist. Insbesondere sind mehrere Stifte **48** in axial beabstandeten Seitenwandteilen der Vorverbrennungskammer

**12** fest so angebracht, dass sie sich quer oder diametral durch die Vorverbrennungskammer **12** erstrecken, so dass sie eine im Wesentlichen senkrecht zur Längsachse der Vorverbrennungskammer **12** und der Bewegungs- oder Ausbreitungsrichtung **F** der Flammenfront oder des Flammenstrahls verlaufende Ausrichtung aufweisen.

**[0037]** Statt des Vorsehens der mehreren quer ausgerichteten Stifte **48** in der Vorverbrennungskammer **12** oder in Verbindung damit können auch mehrere Kugeln, Scheiben oder Platten **50** an axial beabstandeten Stellen entlang der Längsachse oder an einer axial mittleren Stelle der Bohrung **33** der Vorverbrennungskammer **12** in der Vorverbrennungskammer **12** angeordnet werden. Infolge der oben genannten Anordnung und Ausrichtung der mehreren Stifte **48** oder Kugeln, Scheiben oder Platten **50** in der Vorverbrennungskammer **12** ist entdeckt oder festgestellt worden, dass die Brennrate des in der Vorverbrennungskammer **12** angeordneten Luft-Brennstoff-Gemisches sowie die Geschwindigkeit, mit der sich der Flammenstrahl oder die Flammenfront axial oder in Längsrichtung stromabwärts in der Vorverbrennungskammer **12** fortbewegt oder ausbreitet, verzögert werden kann.

**[0038]** Demgemäß können durch gezieltes Auswählen der Anzahl der in der Vorverbrennungskammer **12** angeordneten Stifte **48** und Kugeln, Scheiben oder Platten **50** sowie der bestimmten axialen Stellen, an denen die Stifte **48** und Kugeln, Scheiben oder Platten **50** in der Vorverbrennungskammer **12** angeordnet sind, verschiedene Verzögerungsgrade der Brennrate des in der Vorverbrennungskammer **12** angeordneten Luft-Brennstoff-Gemisches sowie der Geschwindigkeit, mit sich der Flammenstrahl oder die Flammenfront axial oder in Längsrichtung stromabwärts in der Vorverbrennungskammer **12** fortbewegt oder ausbreitet, erreicht werden. Darüber hinaus geht leicht hervor, dass gemäß den Grundzügen und Lehren der vorliegenden Erfindung die Brennrate- und Ausbreitungsgeschwindigkeitsverzögerungsstrukturen **48**, **50**, wie in [Fig. 5](#) dargestellt, mit den Brennrate- und Ausbreitungsgeschwindigkeitsverzögerungsstrukturen **36** und **38–46**, **38'–46'**, wie in den [Fig. 3](#) bzw. [Fig. 4](#) dargestellt, strukturell kombiniert werden können, um die Luft-Brennstoff-Gemisch-Brennrate- und die Flammenstrahl- oder Flammenfrontausbreitungsgeschwindigkeitseigenschaften der Vorverbrennungskammer **12** optimal zu steuern. Es ist von entscheidender Bedeutung zu gewährleisten, dass die Flammenfront- oder Flammenstrahlausbreitungsgeschwindigkeit so groß ist, dass eine Entzündung in der Endverbrennungskammer **14** optimal stattfinden kann, wenn die Flammenfront oder der Flammenstrahl in die Endverbrennungskammer **14** eintritt.

**[0039]** Nunmehr auf [Fig. 6](#) Bezug nehmend, wer-

den die Einzelheiten der verschiedenen strukturellen Komponenten, die die Endverbrennungskammer **14** bilden, um die vollständige und schnelle Verbrennung des in der Endverbrennungskammer **14** angeordneten Luft-Brennstoff-Gemisches sowie die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Flammenfront oder des Flammenstrahls zu verbessern oder vorteilhaft beeinflussen, offenbart. Insbesondere breitet sich, wie oben bereits erwähnt, infolge des Entzündens eines Teils des Luft-Brennstoff-Gemisches in der Vorverbrennungskammer **12** eine Flammenfront oder ein Flammenstrahl durch die Vorverbrennungskammer **12** aus und drückt einen Restteil des Luft-Brennstoff-Gemisches praktisch vor die Flammenfront oder den Flammenstrahl, so dass das restliche Luft-Brennstoff-Gemisch und die Flammenfront oder der Flammenstrahl die Öffnung **16** durchqueren und in die Endverbrennungskammer **14** eintreten. Gemäß den einzigartigen und neuen Grundzügen und Lehren der vorliegenden Erfindung und zur Verbesserung oder vorteilhaften Beeinflussung der vollständigen und schnellen Verbrennung des Luft-Brennstoff-Gemisches in der Endverbrennungskammer **14** sowie der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Flammenfront oder des Flammenstrahls ist ein Hindernis **52** fest in der Endverbrennungskammer **14** so eingebaut, dass es in der Nähe oder neben der Öffnung **16** angeordnet ist.

**[0040]** Insbesondere umfasst das Hindernis **52** eine massive oder dreidimensionale geometrische Figur, die zum Beispiel die Form eines Kegels aufweist, dessen Scheitelteil **54** zur Öffnung **16** weist oder daneben angeordnet ist. Auf diese Weise treffen das Luft-Brennstoff-Gemisch und die Flammenfront oder der Flammenstrahl auf den Scheitelteil **54** des kegelförmigen Hindernisses **52**, wenn das ankommende Luft-Brennstoff-Gemisch und die bzw. der ankommende Flammenfront oder Flammenstrahl aus der Vorverbrennungskammer **12** in die Endverbrennungskammer **14** eintreten, wodurch das Luft-Brennstoff-Gemisch und die Flammenfront oder der Flammenstrahl effektiv in eine Vielzahl von Flüssen geteilt werden, die schematisch als **F<sub>1</sub>** und **F<sub>2</sub>** dargestellt sind. Es versteht sich, dass in Wirklichkeit das ursprüngliche Luft-Brennstoff-Gemisch und die Flammenfront oder der Flammenstrahl effektiv in zahlreiche Flüsse geteilt werden, und zwar aufgrund der dreidimensionalen Beschaffenheit der Endverbrennungskammer **14** und des Hindernisses **52** in mehr als die schematisch dargestellten Flüsse **F<sub>1</sub>** und **F<sub>2</sub>**. Darüber hinaus liegt weiterhin auf der Hand, dass die stromaufwärts liegenden Wandteile **56**, die teilweise die Endverbrennungskammer **14** kombinieren, von der Öffnung **16** radial nach außen divergieren und im Wesentlichen der geometrischen Konfiguration des Hindernisses **52** entsprechen, um mit dem kegelförmigen Flächenteil des kegelförmig konfigurierten Hindernisses **52** operativ zusammenzuwirken, indem sie effektiv die Strömungskanäle **58**, in denen die ver-

schiedenen Fluidströme F1 und F2 auf ihre oben genannte radial divergierende Weise geleitet werden können, definieren. Demgemäß ähneln die Strömungskanäle **58** fluidisch insofern in etwa dem in der Bohrung **33** der Vorverbrennungskammer **12** definierten Strömungskanal, als der Fluidstrom durch die Kanäle **58** verbessert oder beschleunigt ist.

**[0041]** Wenn die Flammenfront oder der Flammenstrahl stromabwärts der Öffnung **16** zum Arbeitskolben **18** fortschreitet oder fließt, neigt insbesondere die Flammenfront oder der Flammenstrahl aufgrund wohlbekannter Grenzflächenbedingungen oder -eigenschaften dazu, in der Nähe der Innenflächenteile sowohl der stromaufwärtigen Wandteile **56** der Endverbrennungskammer **14** als auch der Hindernisse **52** haften zu bleiben oder zu verweilen, so dass sie bzw. er praktisch eine ringförmige Flammenfront oder einen ringförmigen Flammenstrahl, die bzw. der kontinuierlich radial nach außen expandiert, bildet. Auf diese Weise hüllt die Flammenfront oder der Flammenstrahl das nicht verbrannte Luft-Brennstoff-Gemisch in der ganzen Endverbrennungskammer **14** praktisch ein oder berührt es, um es in der Tat so zu entzünden. Weiterhin sei darauf hingewiesen, dass die stromabwärtigen Wandteile **60** der Endverbrennungskammer **14** zueinander konvergieren, um die durch Verbrennung erzeugte(n) Druckkräfte, Leistung und Energie, die in der Endverbrennungskammer **14** entsteht, effektiv zum Arbeitskolben **18** zu leiten und abzulenken, um mit der gewünschten Menge an Arbeitsenergie und -kraft auf denselben aufzutreffen. Es versteht sich, dass infolge der Verwendung, Anordnung und des Vorhandenseins des kegelförmigen Hindernisses **52** im stromaufwärtigen Ende der Endverbrennungskammer **14** und weiterhin infolge der Verwendung, Anordnung und des Vorhandenseins des kegelförmigen Hindernisses **52** in Kombination mit den schräg ausgerichteten oder divergierenden stromaufwärtigen Wandteilen **56** der Endverbrennungskammer **14** die Flammenfront oder der Flammenstrahl die gesamte Breite oder diametrale Erstreckung der Endverbrennungskammer **14** vollständig umgeben kann, um die beiden äußerst wichtigen Merkmale oder Eigenschaften der Verbrennung in der Endverbrennungskammer **14**, das heißt die vollständige Verbrennung des in der Endverbrennungskammer **14** vorhandenen Luft-Brennstoff-Gemisches und seine Verbrennung mit dem erforderlichen Geschwindigkeitsgrad oder der ordnungsgemäß Geschwindigkeitsrate, zu erreichen.

**[0042]** Besonders sei zum Beispiel darauf hingewiesen, dass bei zu geringer Geschwindigkeit der Flammenfront oder des Flammenstrahls in der Endverbrennungskammer **14** effektiv eine teilweise Verbrennung des Luft-Brennstoff-Gemisches in der Endverbrennungskammer erfolgt, so dass eine Bewegung des Arbeitskolbens eingeleitet wird, bevor der Verbrennungsprozess die Spitzenleistung und -energie

in Verbindung mit dem Heraustreiben der Befestigungselemente durch das und aus dem Werkzeug **10** erzeugt. Wenn andererseits die Geschwindigkeit der Flammenfront oder des Flammenstrahls in der Brennkammer **14** zu groß ist, so dass sie bzw. er ihr bzw. sein Durchqueren der Endverbrennungskammer **14** beendet, ohne das gesamte Luft-Brennstoff-Gemisch vollständig zu entzünden, dann kann wiederum keine Spitzenleistungs- und -Energieabgabe von dem Verbrennungsprozess abgeleitet werden, und darüber hinaus wird die Flammenfront oder der Flammenstrahl mittels des Arbeitskolbens **18** nachteiligerweise wieder in die Endverbrennungskammer **14** zur Öffnung **16** zurück reflektiert. All dies ist insofern nicht wünschenswert, als es die Verbrennungsbedingungen in der Endverbrennungskammer **14** sowie auch die Übertragung der Druckkräfte, Leistung und Energie, die in der Endverbrennungskammer **14** erzeugt werden, auf den Arbeitskolben **18** nachteilig beeinflussen würde, wodurch sich wiederum nachteilige betriebliche Auswirkungen in Verbindung mit dem Antrieb der Befestigungselemente ergeben würden.

**[0043]** Nunmehr auf die [Fig. 7a](#)–[Fig. 7b](#) Bezug nehmend, entspricht [Fig. 7a](#) insofern im Wesentlichen [Fig. 6](#), als [Fig. 7a](#) die Verwendung eines kegelförmig konfigurierten Hindernisses **52** im stromaufwärtigen Endteil der zweiten Endverbrennungskammer **14** offenbart, und es sei für Lehr- oder Offenbarungszwecke der [Fig. 7a](#)–[Fig. 7h](#) besonders darauf hingewiesen, dass, wie zu sehen, zur ordnungsgemäß oder optimalen Definition der Strömungskanäle **58** und der Fluidströme  $F_1$  und  $F_2$  dadurch, wie weiter oben besprochen, die Wandteile **56** strukturelle Konfigurationen oder Konturen aufweisen, die jenen der Seitenwandteile des kegelförmig konfigurierten Hindernisses **52** im Wesentlichen entsprechen. Gemäß den Grundzügen und Lehren der vorliegenden Erfindung können des Weiteren Hindernisse, die andere geometrische Konfigurationen aufweisen als die kegelförmige Konfiguration des Hindernisses **52**, in der zweiten Endverbrennungskammer **14** verwendet werden. Insbesondere offenbart [Fig. 7b](#) ein Hindernis **152**, das eine im Wesentlichen kegelförmige Konfiguration aufweist, jedoch sei darauf hingewiesen, dass anstelle des kegelförmigen Hindernisses **152**, das lineare Seitenwandteile aufweist, die stromaufwärtigen Seitenwandteile des Hindernisses **152** im Wesentlichen konkav gekrümmmt sind, während die stromabwärtigen Seitenwandteile des Hindernisses **152** konvex gekrümmmt sind. Dementsprechend sei darauf hingewiesen, dass die Wandglieder **156** teilweise die Endverbrennungskammer **114** definieren, die Konfigurationen oder Konturen aufweist, welche mit jenen der Seitenwandteile des Hindernisses **152** praktisch übereinstimmen, um mit den Seitenwandteilen des Hindernisses **152** strukturell zusammenzuwirken und so die Strömungskanäle **158** ordnungsgemäß oder optimal zu definieren oder zu bilden.

[0044] Weiterhin zeigt [Fig. 7c](#) ein Hindernis **252**, das eine im Wesentlichen kugelförmige Konfiguration aufweist, und dementsprechend weisen die stromaufwärtigen Wandteile **256** der Endverbrennungskammer, die die Endverbrennungskammer **214** teilweise definieren, Konfigurationen oder Konturen auf, die mit jenen der Seitenwandteile des kugelförmigen Hindernisses **252** praktisch übereinstimmen, um mit den Seitenwandteilen des Hindernisses **252** strukturell zusammenzuwirken und so die Strömungskanäle **258** ordnungsgemäß oder optimal zu definieren oder zu bilden. Unter Bezugnahme auf [Fig. 7d](#) wird analog dazu ein Hindernis **352** dargestellt, das eine im Wesentlichen kegelförmige Konfiguration aufweist, außer dass anstelle linearer Seitenwandteile die Seitenwandteile des Hindernisses **352** konkav gekrümmmt sind. Dementsprechend weisen die stromaufwärtigen Wandteile **356** der Endverbrennungskammer, die die Endverbrennungskammer **314** teilweise definieren, Konfigurationen oder Konturen auf, welche mit jenen der Seitenwandteile des kugelförmigen Hindernisses **352** praktisch übereinstimmen, um mit den Seitenwandteilen des Hindernisses **352** strukturell zusammenzuwirken und so die Strömungskanäle **358** ordnungsgemäß oder optimal zu definieren oder zu bilden.

[0045] Wie in [Fig. 7e](#) dargestellt, kann des Weiteren ein Hindernis **452** mit einer Konfiguration, die im Wesentlichen der einer flachen Platten entspricht, in der Endverbrennungskammer **414** verwendet werden, während in [Fig. 7f](#) ein Hindernis **252** mit einer im Wesentlichen tränenförmigen Konfiguration offenbart wird. Dementsprechend weisen die stromaufwärtigen Wandteile **556** der Endverbrennungskammer, die die Endverbrennungskammer **514** teilweise definieren, Konfigurationen oder Konturen auf, welche mit jenen der Seitenwandteile des tränenförmigen Hindernisses **552** praktisch übereinstimmen, um mit den Seitenwandteilen des Hindernisses **552** strukturell zusammenzuwirken und so die Strömungskanäle **558** ordnungsgemäß oder optimal zu definieren oder zu bilden. [Fig. 7g](#) offenbart ein Hindernis **652**, das dem tränenförmigen Hindernis **552**, wie es in [Fig. 7f](#) offenbart wird, insofern im Wesentlichen entspricht, als es eine im Wesentlichen tränenförmige Gestalt oder Konfiguration aufweist, jedoch ist die Längsausrichtung des tränenförmigen Hindernisses **652** bezüglich der Ausrichtung des tränenförmigen Hindernisses **552**, wie es in [Fig. 7f](#) offenbart wird, praktisch umgedreht. Demgemäß liegt weiterhin auf der Hand, dass die stromaufwärtigen Wandteile **656** der Endverbrennungskammer, die die Endverbrennungskammer **614** teilweise definieren, Konfigurationen oder Konturen aufweisen, die jenen der Seitenwandteile des tränenförmigen Hindernisses **652** ebenfalls praktisch entsprechen, um mit den Seitenwandteilen des Hindernisses **652** strukturell zusammenzuwirken und so die Strömungskanäle **658** ähnlich wie das in [Fig. 7f](#) gezeigte Behinderungssystem, aber umgekehrt dazu,

ordnungsgemäß oder optimal zu definieren oder zu bilden. Wie in [Fig. 7h](#) gezeigt, kann schließlich ebenfalls ein Hindernis **752**, das eine Konfiguration aufweist, die der der flachen Platte **452** von [Fig. 7e](#) im Wesentlichen ähnelt, außer dass die stromaufwärtige Fläche des Hindernisses **752**, die zur Öffnung **716** hin angeordnet ist, eine konkave oder sichelförmige Konfiguration aufweist, in der Endverbrennungskammer **714** verwendet werden.

[0046] Weiterhin sei darauf hingewiesen, dass in Verbindung sowohl mit den Hindernissen **452**, **752** in Form einer flachen Platte als auch einer Sichel solche Hindernisse **452**, **752** optimal weiter stromabwärts oder weiter von den Öffnungen **416**, **716** weg als die entsprechende Anordnung der Hindernisse **52**, **152**, **252**, **352**, **552**, **652** bezüglich der Öffnungen **16**, **116**, **216**, **316**, **516**, **616** als in den [Fig. 7a](#)–[Fig. 7d](#), [Fig. 7f](#) bzw. [Fig. 7g](#) offenbart ist, angeordnet sind, um einen unerwünschten Rückschlag der ankommenden Flammenfronten zu den Öffnungen **416**, **716** zurück zu verhindern und dementsprechend den geteilten Fluidströmen  $F_1$  und  $F_2$  zu gestatten, radial nach außen zu den stromaufwärtigen Endverbrennungsseitenwänden **456** und **756** zu fließen. Des Weiteren ist demgemäß zu sehen, dass die stromaufwärtigen Seitenwandteile **456**, **756** der Endverbrennungskammer, die die jeweiligen Endverbrennungskammern **414**, **714** teilweise definieren, Konfigurationen oder Konturen aufweisen, die zwar offensichtlich nicht mit den Konfigurationen oder Konturen der Hindernisse **452**, **752** übereinstimmen, aber nichtsdestotrotz die Fluidströme  $F_1$  und  $F_2$  in den Strömungskanälen **458**, **758** effektiv erleichtern oder fördern.

[0047] Schließlich auf die [Fig. 8a](#)–[Fig. 8f](#) Bezug nehmend, kann das in [Fig. 7a](#) offenbart Hindernis **52** zwar, wie zuvor offenbart, einen wahren geometrischen Kegel umfassen, so dass seine Querschnittskonfiguration entlang der Linie 8-8 von [Fig. 7a](#) der eines Kreises **852a** entspricht, wie in [Fig. 8a](#) offenbart, aber es können als Alternative dazu auch Hindernisse, die zwar eine axiale Querschnittskonfiguration behalten, die der des Kegels **52** ähneln würde, so konfiguriert werden, dass ihre Querschnittskonfigurationen nicht mehr kreisförmig sind und andere geometrische Konfigurationen umfassen können. Insbesondere kann als Alternative ein dem Hindernis **52** ähnelndes Hindernis transversale Querschnittskonfigurationen aufweisen, die zum Beispiel wahlweise ein Fünfeck, wie bei **852b** in [Fig. 8b](#) gezeigt, ein Rechteck, wie bei **852c** in [Fig. 8c](#) gezeigt, ein Kreuz oder X, wie bei **852d** in [Fig. 8d](#) gezeigt, einen Kreis mit diametralen Erstreckungen, wie bei **862e** in [Fig. 8e](#) gezeigt, und ein geeignetes unregelmäßige Vieleck, wie bei **852f** in [Fig. 8f](#) gezeigt, umfassen.

[0048] Somit ist zu sehen, dass gemäß den Lehren und Grundzügen der vorliegenden Erfindung ein neu-

es und verbessertes Brennkammersystem zur Verwendung in einem verbrennungskraftbetriebenen Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen in Werkstücke oder Substrate und ein neues und verbessertes verbrennungskraftbetriebenes Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen, in dem das neue und verbesserte Brennkammersystem eingebaut ist, offenbart worden ist, wobei das Brennkammersystem zum Beispiel ein Doppelbrennkammersystem umfasst, das zum Beispiel eine erste, stromaufwärtige Vorverbrennungskammer und eine zweite, stromabwärtige Endverbrennungskammer umfasst, wobei sich die erste, stromaufwärtige Vorverbrennungskammer durch ein großes Seitenverhältnis auszeichnet und wobei weiterhin vorbestimmt verschiedene Hindernisse fest darin eingebaut sind, um die Brennrate und die Geschwindigkeitsrate der Flammenfront oder des Flammenstrahls, die bzw. der sich durch eine solche Vorverbrennungskammer ausbreitet, entweder gezielt zu verzögern oder zu verbessern. Auf ähnliche Weise ist ein Hindernis, das eine vorbestimmte dreidimensionale oder massive geometrische Konfiguration aufweist, in der zweiten, stromabwärtigen Endverbrennungskammer an einer Stelle angeordnet, die unmittelbar stromabwärts der Öffnung angeordnet ist, die eine Fluidverbindung zwischen der ersten, stromaufwärtigen Vorverbrennungskammer und der zweiten, stromabwärtigen Endverbrennungskammer herstellt.

**[0049]** Auf diese Weise divergiert der Flammenstrahl oder die Flammenfront bei seinem bzw. ihrem Eintritt in die Endverbrennungskammer **14** und wird in mehrere Abschnitte oder Komponenten geteilt, die radial nach außen zu den Wänden der Endverbrennungskammer fließen und deshalb die gesamte diametrale Erstreckung der Endverbrennungskammer durchqueren, um dadurch alle Bereich des nicht verbrannten Luft-Brennstoff-Gemisches, das sich in der Endverbrennungskammer befindet, vollständig und schnell zu entzünden. Der Flammenstrahl oder die Flammenfront trifft schließlich auf den Arbeitskolben, währenddessen die infolge der schnellen, aber kontrollierten Verbrennung in der Endverbrennungskammer erzeugten Druckkräfte effektiv auf den Arbeitskolben einwirken können, um eine Bewegung der Kolbentreiberanordnung mit der gewünschten Spitzenenergie und -leistung zu bewirken und so wiederum zu bewirken, dass das in dem Führungsrohr des Werkzeugs angeordnete bestimmte Befestigungselement ausgetragen und in das bestimmte Substrat oder Werkstück getrieben wird.

**[0050]** Natürlich sind viele Variationen und Modifikationen der vorliegenden Erfindung angesichts der obigen Lehren möglich. Deshalb versteht sich, dass die vorliegende Erfindung im Schutzbereich der anhängigen Ansprüche auch auf andere Weise ausgeübt werden kann als hierin besonders beschrieben.

## Bezugszeichenliste

### Fig. 1 (STAND DER TECHNIK)

- 8 BRENNSTOFFZUFUHRVORRICHTUNG
- 9 LUFTZUFUHRVORRICHTUNG
- 11 HOCHSPANNUNGSGENERATOR

## Patentansprüche

1. Brennkammersystem (**10**) zur Verwendung in verbrennungskraftbetriebenen Werkzeugen zum Eintreiben von Befestigungselementen, das Folgendes umfasst:

eine Vorverbrennungskammer (**12**) mit in einem stromaufwärtigen Endteil (**24**) davon definierten Mitteln zum Einleiten von Verbrennung eines sich mittels einer Flammenfront durch die Vorverbrennungskammer ausbreitenden Luft-Brennstoff-Gemisches; eine Endverbrennungskammer (**14**), die durch eine Öffnung (**16**) mit einem stromabwärtigen Endteil (**26**) der Vorverbrennungskammer strömungsverbunden ist und einen Arbeitskolben (**18**) aufweist, der an einem stromabwärtigen Endteil davon zum Heraustreiben von Befestigungselementen (**5**) aus dem Werkzeug in ein Substrat wirkangeordnet ist; und ein in der Vorverbrennungskammer angeordnetes Vorverbrennungsbehinderungsmittel (**38**) zum gezielten Verbessern und Verzögern der Brennrate des Luft-Brennstoff-Gemisches in der Vorverbrennungskammer und der Geschwindigkeit, mit der sich die Flammenfront durch die Vorverbrennungskammer ausbreitet;

**dadurch gekennzeichnet**, dass es weiterhin ein Endbehinderungsmittel (**52**) umfasst, das in der Endverbrennungskammer (**14**) angeordnet ist, um die schnelle und vollständige Verbrennung des Luft-Brennstoff-Gemisches in der Endverbrennungskammer zu gewährleisten, so dass der Arbeitskolben zum Heraustreiben von Befestigungselementen aus dem Werkzeug in ein Substrat mit Spitzenenergie und -leistung beaufschlagt werden kann.

2. System nach Anspruch 1, wobei:  
die Vorverbrennungskammer ein durch das Verhältnis der Längenabmessung der Vorverbrennungskammer bezüglich der Breitenabmessung der Vorverbrennungskammer definiertes Seitenverhältnis aufweist, das mindestens 2:1 beträgt.

3. System nach Anspruch 2, wobei:  
die Vorverbrennungskammer eine wendelförmige Konfiguration aufweist, in der wendelförmige Teile der Vorverbrennungskammer im Wesentlichen koplanar bezüglich einander sind; und das Seitenverhältnis 30:1 beträgt.

4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei:  
das in der Vorverbrennungskammer (**12**) angeordne-

te Vorverbrennungsbehinderungsmittel zum Verbessern der Brennrate des Luft-Brennstoff-Gemisches in der Vorverbrennungskammer (12) und der Geschwindigkeit, mit der sich die Flammenfront durch die Vorverbrennungskammer ausbreitet, ein in der Nähe von Innenumfangswandteilen (35) der Vorverbrennungskammer angeordnetes Behinderungsmittel (36) umfasst, das sich im Wesentlichen von dem stromaufwärtigen Endteil (24) der Vorverbrennungskammer zum stromabwärtigen Endteil (26) der Vorverbrennungskammer erstreckt.

5. System nach Anspruch 4, wobei:

das in der Vorverbrennungskammer angeordnete Vorverbrennungsbehinderungsmittel zum Verbessern der Brennrate des Luft-Brennstoff-Gemisches in der Vorverbrennungskammer und der Geschwindigkeit, mit der sich die Flammenfront durch die Vorverbrennungskammer ausbreitet, ein durchgehendes spiralförmiges Rippenglied (36) umfasst, das an einem Innenumfangswandflächenteil (35) der Vorverbrennungskammer angeordnet ist und sich im Wesentlichen von dem stromaufwärtigen Endteil der Vorverbrennungskammer zum stromabwärtigen Endteil der Vorverbrennungskammer erstreckt.

6. System nach Anspruch 4 oder 5, wobei:

das in der Vorverbrennungskammer angeordnete Vorverbrennungsbehinderungsmittel zum Verbessern der Brennrate des Luft-Brennstoff-Gemisches in der Vorverbrennungskammer und der Geschwindigkeit, mit der sich die Flammenfront durch die Vorverbrennungskammer ausbreitet, mehrere ringförmige Unterlegscheiben umfasst, die in axial beabstandeten Positionen angeordnet sind, welche sich entlang der Längserstreckung der Vorverbrennungskammer, die sich im Wesentlichen von dem stromaufwärtigen Endteil der Vorverbrennungskammer zum stromabwärtigen Endteil der Vorverbrennungskammer erstreckt, befinden (38–46).

7. System nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei:

das in der Vorverbrennungskammer angeordnete Vorverbrennungsbehinderungsmittel zum Verbessern der Brennrate des Luft-Brennstoff-Gemisches in der Vorverbrennungskammer und der Geschwindigkeit, mit der sich die Flammenfront durch die Vorverbrennungskammer ausbreitet, mehrere halbkreisförmige Unterlegscheiben (38) umfasst, die an diametral gegenüberliegenden Seitenwandteilen der Vorverbrennungskammer und an abwechselnd axial beabstandeten Positionen angeordnet sind, die sich entlang der Längserstreckung der Vorverbrennungskammer befinden, welche sich im Wesentlichen von dem stromaufwärtigen Endteil der Vorverbrennungskammer zum stromabwärtigen Endteil der Vorverbrennungskammer erstreckt.

8. System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wo-

bei:

das in der Vorverbrennungskammer angeordnete Vorverbrennungsbehinderungsmittel zum Verzögern der Brennrate des Luft-Brennstoff-Gemisches in der Vorverbrennungskammer und der Geschwindigkeit, mit der sich die Flammenfront durch die Vorverbrennungskammer ausbreitet, Behinderungsmittel (50) umfasst, die entlang der Längsachse der Vorverbrennungskammer angeordnet sind und sich im Wesentlichen von dem stromaufwärtigen Endteil der Vorverbrennungskammer zum stromabwärtigen Endteil der Vorverbrennungskammer erstrecken.

9. System nach Anspruch 8, wobei:

das in der Vorverbrennungskammer angeordnete Vorverbrennungsbehinderungsmittel zum Verzögern der Brennrate des Luft-Brennstoff-Gemisches in der Vorverbrennungskammer und der Geschwindigkeit, mit der sich die Flammenfront durch die Vorverbrennungskammer ausbreitet, mehrere Stifte (48) umfasst, die sich in Querrichtung durch die Seitenwandteile der Vorverbrennungskammer erstrecken, so dass sie im Wesentlichen senkrecht zum Flammenfrontfluss durch die Vorverbrennungskammer ausgerichtet und in axial beabstandeten Positionen, die sich entlang der Längserstreckung der Vorverbrennungskammer angeordnet befinden, welche sich vom stromaufwärtigen Endteil der Vorverbrennungskammer zum stromabwärtigen Endteil der Vorverbrennungskammer erstreckt, angeordnet sind.

10. System nach Anspruch 8 oder 9, wobei:

das in der Vorverbrennungskammer angeordnete Vorverbrennungsbehinderungsmittel zum Verzögern der Brennrate des Luft-Brennstoff-Gemisches in der Vorverbrennungskammer und der Geschwindigkeit, mit der sich die Flammenfront durch die Vorverbrennungskammer ausbreitet, mehrere axial beabstandete Kugeln (50) umfasst, die entlang der mittleren Längsachse der Vorverbrennungskammer angeordnet sind, die sich vom stromaufwärtigen Endteil der Vorverbrennungskammer zum stromabwärtigen Endteil der Vorverbrennungskammer erstreckt.

11. System nach Anspruch 8 oder 9, wobei:

das in der Vorverbrennungskammer angeordnete Vorverbrennungsbehinderungsmittel zum Verzögern der Brennrate des Luft-Brennstoff-Gemisches in der Vorverbrennungskammer und der Geschwindigkeit, mit der sich die Flammenfront durch die Vorverbrennungskammer ausbreitet, mehrere axial beabstandete Platten (50) umfasst, die entlang der mittleren Längsachse der Vorverbrennungskammer angeordnet sind, welche sich vom stromaufwärtigen Endteil der Vorverbrennungskammer zum stromabwärtigen Endteil der Vorverbrennungskammer erstreckt.

12. System nach Anspruch 8 oder 9, wobei:

das in der Vorverbrennungskammer angeordnete Vorverbrennungsbehinderungsmittel zum Verzögern

der Brennrate des Luft-Brennstoff-Gemisches in der Vorverbrennungskammer und der Geschwindigkeit, mit der sich die Flammenfront durch die Vorverbrennungskammer ausbreitet, mehrere axial beabstandete Scheiben (50) umfasst, die entlang der mittleren Längsachse der Vorverbrennungskammer angeordnet sind, welche sich vom stromaufwärtigen Endteil der Vorverbrennungskammer zum stromabwärtigen Endteil der Vorverbrennungskammer erstreckt.

13. System nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei das in der Endverbrennungskammer (14) angeordnete Endbehinderungsmittel (52) zur Gewährleistung der schnellen und vollständigen Verbrennung des Luft-Brennstoff-Gemisches in der Endverbrennungskammer Folgendes umfasst:  
eine massive geometrische Figur, die in einem stromaufwärtigen Endteil (56) der Endverbrennungskammer und neben der die Vorverbrennungskammer (12) mit der Endverbrennungskammer (14) strömungsverbindenden Öffnung (16) angeordnet ist, um auf die sich von der Vorverbrennungskammer in die Endverbrennungskammer ausbreitende Flammenfront zu treffen und die sich ausbreitende Flammenfront in radial divergierende Flammenfrontteile aufzuteilen, um so alle Bereiche des in der Endverbrennungskammer angeordneten Luft-Brennstoff-Gemisches brennbar zu entzünden.

14. System nach Anspruch 13, wobei:  
die massive geometrische Figur einen Kegel umfasst, wobei ein Scheitelteil (54) des Kegels zu der die Vorverbrennungskammer mit der Endverbrennungskammer strömungsverbindenden Öffnung (16) weist.

15. System nach Anspruch 14, weiterhin mit:  
divergierenden Wandteilen, die die Endverbrennungskammer teilweise definieren und mit der massiven geometrischen konischen Figur operativ zusammenwirken, um ringförmige Strömungskanalteile (58) zu definieren, in denen die geteilten radial divergierenden Flammenfrontteile sich mit einer verbesserten Geschwindigkeitsrate ausbreiten können, um die Brennentzündung aller Bereiche des in der Endverbrennungskammer angeordneten Luft-Brennstoff-Gemisches zu erreichen, während die Spitzenergie- und -leistung zur Beaufschlagung des Arbeitskolbens zum Heraustreiben der Befestigungselemente (5) aus dem Werkzeug in ein Substrat erzeugt werden.

16. System nach Anspruch 15, weiterhin mit:  
konvergierenden Wandteilen, die die Endverbrennungskammer teilweise definieren und stromabwärts der die Endverbrennungskammer teilweise definierenden divergierenden Wandteile (58) angeordnet sind, um in der Endverbrennungskammer entstehende, verbrennungskrafterzeugte Druckkräfte, Leistung und Energie zum Arbeitskolben abzulenken, um die-

sen zum Heraustreiben der Befestigungselemente (5) aus dem Werkzeug in ein Substrat zu beaufschlagen und zu bewegen.

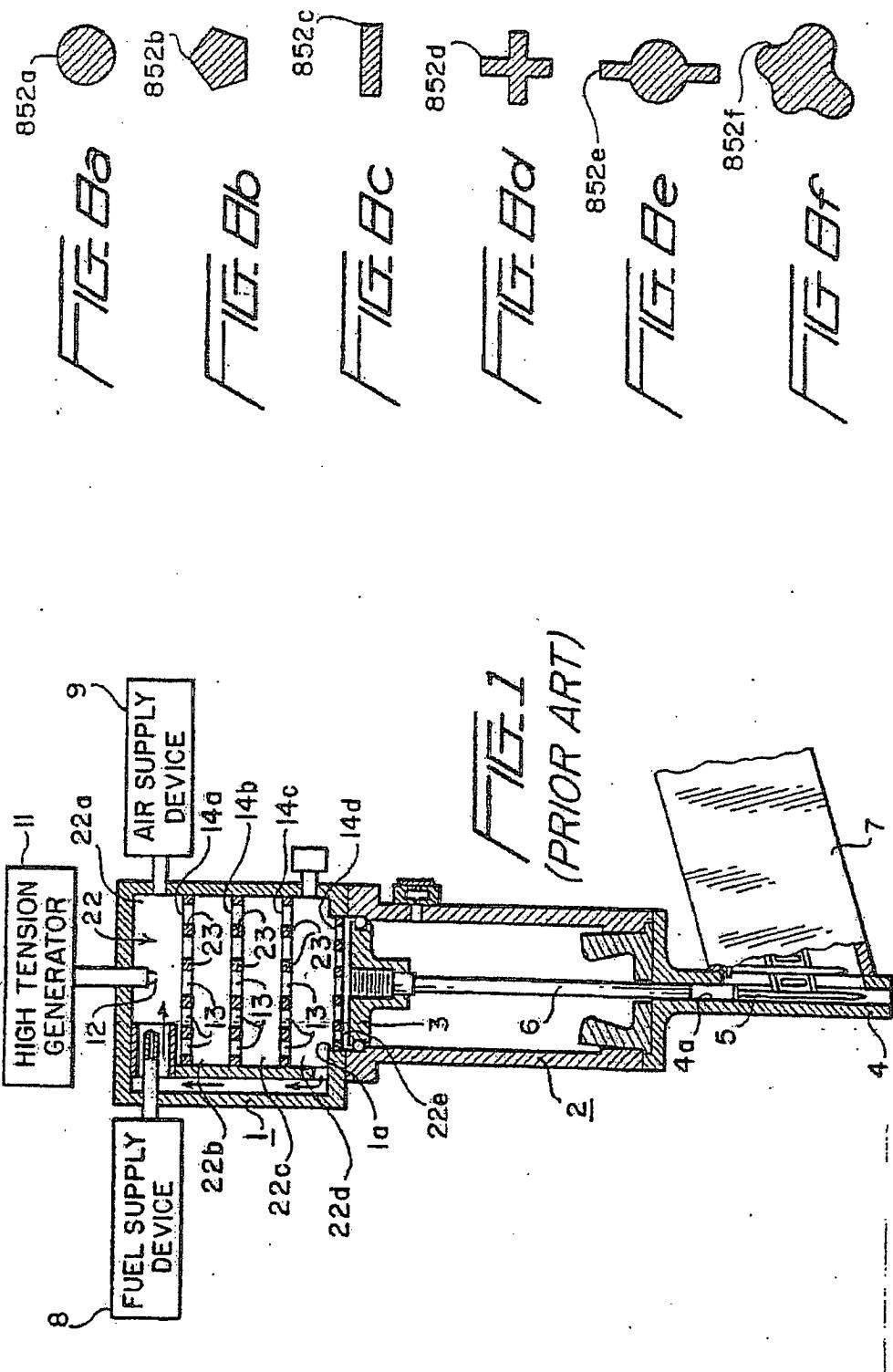
17. System nach einem der Ansprüche 13 bis 16, wobei:  
die massive geometrische Figur aus der aus einem Kegel, einer Kugel, einer Platte und einer Träne bestehenden Gruppe ausgewählt ist.

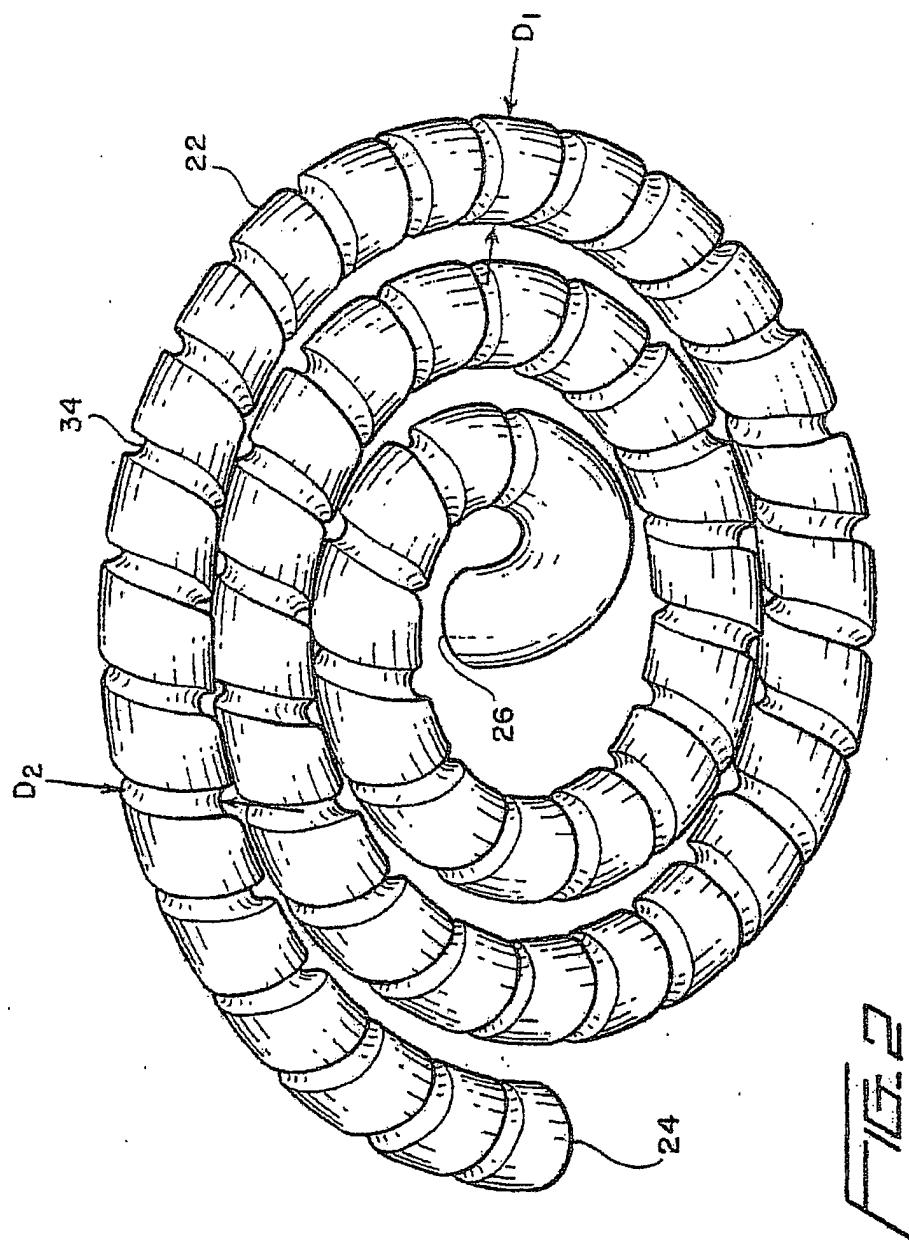
18. System nach Anspruch 17, wobei:  
wenn die massive geometrische Figur die Kegel-, die Kugel- oder die Tränenfigur umfasst, die Endverbrennungskammer teilweise definierenden Wandteile geometrische Konfigurationen aufweisen, die den Konturen von Seitenwandteilen der Kegel-, der Kugel- oder der Tränenfigur im Wesentlichen entsprechen, um mit der massiven geometrischen Figur operativ zusammenzuwirken und so ringförmige Strömungskanalteile zu definieren, in denen sich die geteilten radial divergierenden Flammenfrontteile mit einer verbesserten Geschwindigkeitsrate ausbreiten können, um die Brennentzündung aller Bereiche des in der Endverbrennungskammer angeordneten Luft-Brennstoff-Gemisches zu erreichen, während die Spitzenergie- und -leistung zur Beaufschlagung des Arbeitskolbens zum Heraustreiben der Befestigungselemente aus dem Werkzeug in ein Substrat erzeugt werden.

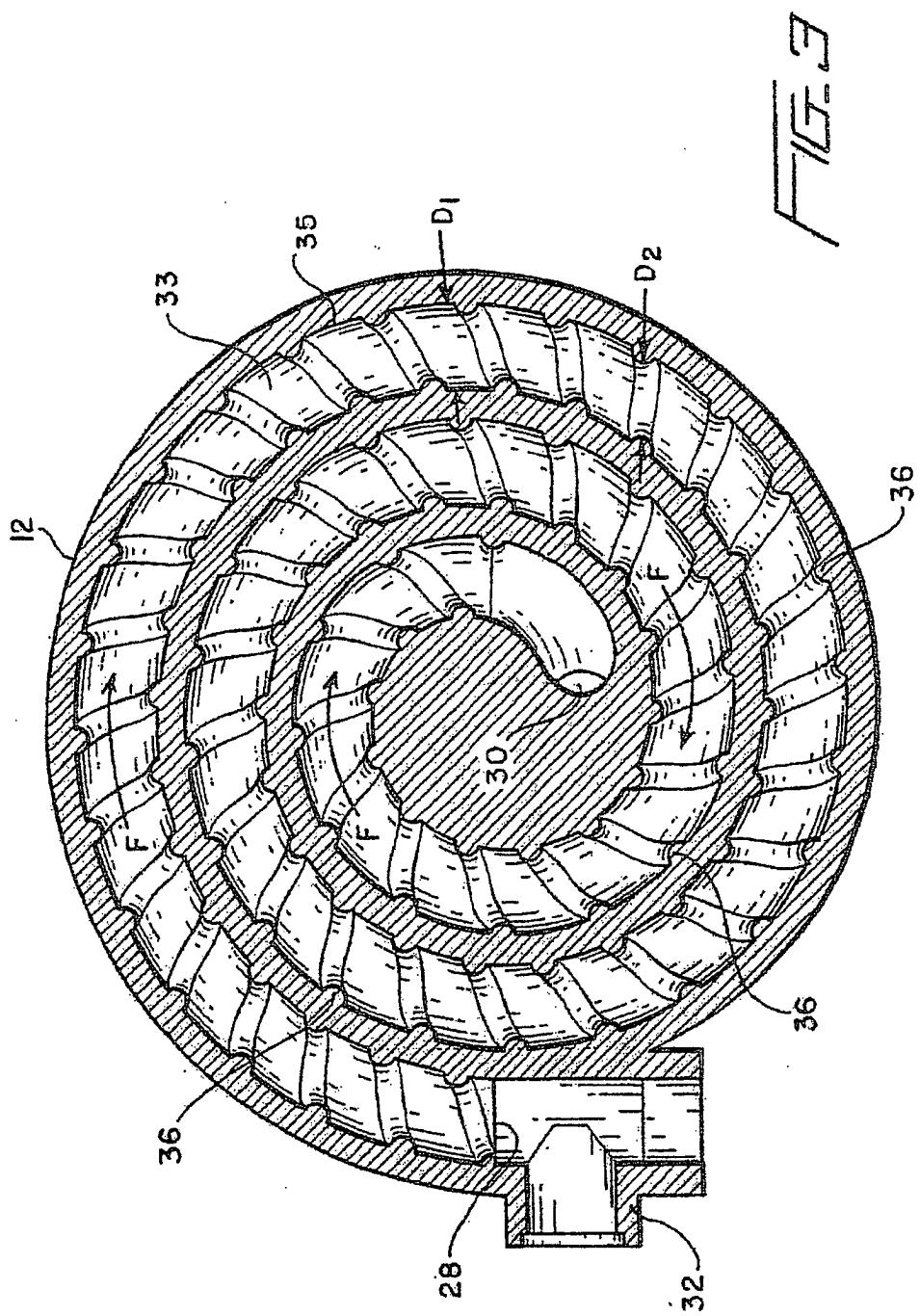
19. System nach einem der Ansprüche 13 bis 18, wobei:  
die massive geometrische Figur einen in Querrichtung verlaufenden Querschnitt aufweist, der aus der einen Kreis, ein Fünfeck, ein Rechteck, ein Kreuz und ein unregelmäßiges Vieleck umfassenden Gruppe ausgewählt ist.

20. Verbrennungskraftbetriebenes Werkzeug zum Eintreiben von Befestigungselementen in Substrate, das Folgendes umfasst:  
einen Arbeitskolben zum Heraustreiben von Befestigungselementen aus dem Werkzeug in ein Substrat und  
ein Brennkammersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 19.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen







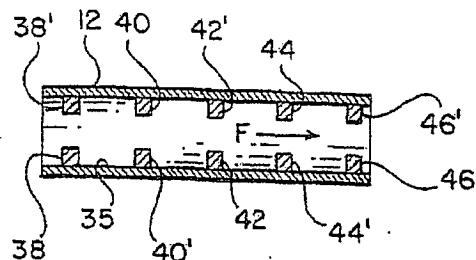


FIG. 5

