



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

- (43)

Veröffentlichungstag:  
27.11.2024 Patentblatt 2024/48
- (51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):  
F23D 14/58<sup>(2006.01)</sup>
- (21)

Anmeldenummer: 24176946.2
- (52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
F23D 14/58; F23D 2203/102
- (22)

Anmeldetag: 21.05.2024

- (84)

Benannte Vertragsstaaten:  
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL  
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
BA  
Benannte Validierungsstaaten:  
GE KH MA MD TN
- (72)

Erfinder:  
• Lemagnen, Thomas  
44360 St Etienne de M (FR)  
• Chaillou, Tony  
44980 Sainte Luce sur Loire (FR)  
• Rolland, Rodolphe  
44130 Bouvron (FR)  
• Rouxel, Jean-François  
44260 La Chapelle Launay (FR)
- (30)

Priorität: 23.05.2023 DE 102023113398
- (71)

Anmelder: Vaillant GmbH  
42859 Remscheid NRW (DE)
- (74)

Vertreter: Popp, Carsten  
Vaillant GmbH  
IR-IP  
Berghauser Straße 40  
42859 Remscheid (DE)

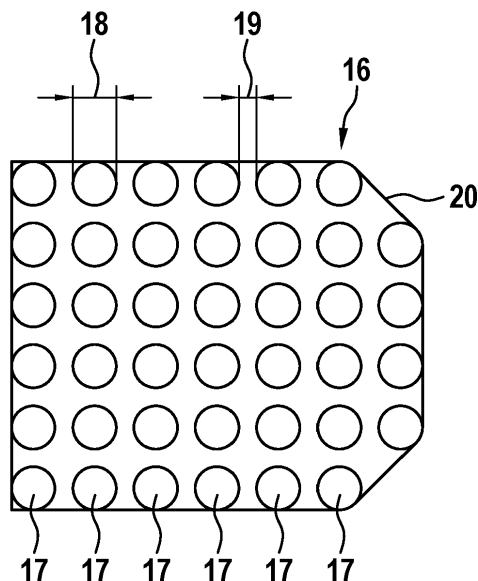
(54)

BRENNER FÜR EIN HEIZGERÄT UND HEIZGERÄT

- (57)

Die Erfindung betrifft einen Brenner (3) für ein Heizgerät (1) zu Verbrennung eines Brenngases, insbesondere Wasserstoff. Der Brenner (3) kann eine Brennzone (15) mit mehrere Ausströmbereichen (16) für das Brenngas mit jeweils einer Vielzahl von Ausströmöffnungen (17) aufweisen, wobei  
- die kumulierte Fläche der Ausströmöffnungen (17) eines Ausströmbereiches (16) mehr als 3 % und weniger als 12,5 % der kumulierten Fläche aller Ausströmöffnungen (17) der Brennzone (15) beträgt, und  
- der Abstand von einer Ausströmöffnung (17) zur nächstliegenden Ausströmöffnung (17) des gleichen Ausströmbereiches (16) kleiner 1 mm ist.

Fig. 2



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Brenner für ein Heizgerät und ein Heizgerät, das mit Wasserstoff und/oder ein wasserstoffhaltiges Brenngas, betreibbar ist.

**[0002]** Wasserstoff als Brenngas oder als Beimischung zu Brenngasen wird immer wichtiger, und es werden große Anstrengen unternommen, neue oder auch existierende Heizgeräte für einen Betrieb damit zu ertüchtigen. Dabei geht es nicht nur um große Anlagen, sondern auch um Wandgeräte zur Erwärmung von Wasser und generell um Heizgeräte für die Beheizung von Gebäuden und/oder die Bereitstellung von warmem Wasser.

**[0003]** Brenner für zum Einsatz in derartigen Heizgeräten sind weithin bekannt. Ein solcher Brenner ist häufig an einer Brenntür montiert, die in eine Verbrennungskammer mit umliegendem Wärmetauscher eingebaut ist. Der Brenner kann dabei einen Brennerkörper mit zumindest einem perforierten Bereich, aus dem ein vorgemischtes, brennbares Brenngas-Luft-Gemisch (Verbrennungsgemisch) austreten kann, umfassen. Das Verbrennungsgemisch strömt durch die Brenntür in den Brenner und tritt durch den perforierten Bereich in die Brennkammer aus und verbrennt. Der Brenner kann dabei eine Zylinderform oder (Halb-)Kugelform aufweisen oder flach ausgebildet sein.

**[0004]** In den perforierten Bereich sind Löcher (Ausströmöffnungen) eingebracht, bevorzugt derart, dass die Ausströmgeschwindigkeit des Brenngas-Luft-Gemisches in den Verbrennungsraum auf die jeweilige (vom Brenngas abhängige) Flammgeschwindigkeit abgestimmt ist. Darüber hinaus ist es wichtig, dass die Flamme mit einem gewissen Abstand zu einer Oberfläche eines Brennerkörpers brennt, um dessen Temperatur niedrig zu halten. Dies ist über einen gesamten Modulationsbereich (Bereich unterschiedlicher einstellbarer Leistung) des Heizgerätes anzustreben. Die Temperatur des Brennerkörpers darf in keinem Fall die Zündtemperatur des Brenngas-Luft-Gemisches erreichen, um ein Rückzünden innerhalb des Brenners (Flammenrückschlag in einen Innenraum des Brennerkörpers) zu verhindern.

**[0005]** Wasserstoff unterscheidet sich bei seiner Verbrennung in mehreren Punkten von bisher verwendeten Brenngasen, insbesondere ist eine Wasserstofflamme für das menschliche Auge fast unsichtbar (strahlt aber im ultravioletten Spektralbereich), strahlt weniger Wärme ab als mit kohlenstoffhaltigen Brennstoffen erzeugte Flammen, brennt aber heißer. Die vorliegende Erfindung soll Heizgeräte besonders auch geeignet machen für eine Umstellung auf einen Betrieb mit reinem Wasserstoff oder mit Brenngas, das zu mehr als 50%, insbesondere mehr als 97% aus Wasserstoff besteht.

**[0006]** Bei der Konstruktion von Brennerkörpern zu Verbrennung von Wasserstoff oder diesen enthaltenden Brenngasen muss eine erhöhte Flammgeschwindigkeit gegenüber fossilen Brenngasen einbezogen werden, da diese ein Auftreten von Flammenrückschlägen begünstigt. Um dem entgegenzuwirken kann der Brenner mit einem erhöhten Lambda (Verbrennungsluftverhältnis, Luftzahl) betrieben werden. So ist bekannt, dass das Risiko eines Flammenrückschlages mit abnehmendem Lambda, also einer Annäherung an das stöchiometrische Verbrennungsluftverhältnis ( $\lambda=1$ ), ansteigt. Zudem ist die Flammentemperatur bei der Verbrennung von Wasserstoff höher und der Abstand der Flamme zur Brenneroberfläche geringer als bei der Verbrennung von fossilen Brenngasen. Somit können mehrere Faktoren erkannt werden, die eine besondere Bemühung zur Vermeidung von Flammenrückschlägen bei der Verbrennung von Wasserstoff begründen.

**[0007]** Allerdings kann bei einer Annäherung des Lambda an das stöchiometrische Verbrennungsluftverhältnis die Effizienz der Verbrennung und damit des Heizgerätes gesteigert werden. Daher muss bei einem Betreiben eines Heizgeräts, insbesondere mit zumindest anteilig Wasserstoff, eine Abwägung zwischen einer sicheren Verbrennung mit einem möglichst geringen Risiko von Flammenrückschlägen und einer effizienten Verbrennung abgewogen werden.

**[0008]** Hierzu wird in der WO 2021/ 140 036 A1 ein Brenner mit einer Brenneroberfläche vorgeschlagen, aufweisend Oberflächenbereiche mit Löchern und Trennungsbereiche, die die Oberflächenbereiche mit Löchern voneinander beabstanden, wobei eine kumulierte Fläche der Löcher weniger als 5,0 % der Brenneroberfläche ist. Die Oberflächenbereiche mit Löchern definieren dabei Reaktionszonen, die ein Ausbreiten der Flamme über die Trennungsbereiche verhindern. Die Möglichkeit einer sicheren Verbrennung ohne Flammenrückschlag wäre jedoch mit noch einem niedrigeren Lambda, als der vorgestellte Brenner ermöglicht, wünschenswert.

**[0009]** Auch die WO 2023/ 078 949 A1 beschreibt einen Brenner, der dazu eingerichtet ist, ein wasserstoffhaltiges Brenngas zu verbrennen und der Teil eines Heizgerätes sein kann. Dort wird vorgeschlagen, dass das Material der Brenneroberfläche einen Koeffizient der Wärmeleitfähigkeit von mindestens 80 W/(mK) und ein Elastizitätsmodul von 150 GPa oder weniger aufweist. Jedoch wäre ein Brenner wünschenswert, der eine sichere Verbrennung, ohne Auftreten eines Flammenrückschlages ermöglicht, und zwar insbesondere mit einem noch niedrigeren Lambda als der beschriebene Brenner.

**[0010]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die mit Bezug auf den Stand der Technik geschilderten Probleme wenigstens teilweise zu lösen und insbesondere einen Brenner und ein Heizgerät mit einer niedrigen Flammenrückschlagsgrenze zu schaffen, der mit niedrigem Lambda und somit einer hohen Effizienz der Verbrennung betreibbar ist.

**[0011]** Hierzu trägt ein Brenner für ein Heizgerät eingerichtet zur Verbrennung eines Brenngases bei. Der Brenner weist eine Brennzona mit mehreren Ausströmbereichen für das Brenngas mit jeweils einer Vielzahl von Ausströmöffnungen auf, wobei

- die kumulierte Fläche der Ausströmöffnungen eines Ausströmbereiches mehr als 3 % der kumulierten Fläche aller Ausströmöffnungen der Brennzzone beträgt, und
- der Abstand von einer Ausströmöffnung zur nächstliegenden Ausströmöffnung des gleichen Ausströmbereiches 1 Millimeter [mm] nicht übersteigt.

5

**[0012]** Der Brenner ist dabei für unterschiedliche Heizgeräte, also Geräte zur Heizung und/ oder Warmwasserbereitstellung, einsetzbar, beispielhaft wird ein wandhängendes Heizgerät zur Heizung und Warmwasserbereitstellung genannt. Zur Verbrennung kann dem Heizgerät Verbrennungsluft oder ein Gas mit einem Sauerstoffanteil zugeführt werden. Der Brenner kann unabhängig von der Abgasanlage eingesetzt werden, insbesondere bei einzel- und mehrfachbelegten Abgasanlagen. Der Brenner kann in einer Anordnung als einzelner Brenner oder auch als Bestandteil einer Anordnung mit einer Brennerfunktion eingesetzt werden.

10

**[0013]** Das Heizgerät kann dabei ein teil- oder vollvormischendes Heizgerät sein. Hierzu kann eine Fördereinrichtung des Heizgerätes einem Massestrom Verbrennungsluft über eine Verbrennungsluftzuführung ansaugen und in Richtung einer Brennkammer, in der der Brenner angeordnet ist, fördern. Bei der Fördereinrichtung kann es sich insbesondere um ein Gebläse handeln. Dem angesaugten Massestrom Verbrennungsluft kann entsprechend einem vorgegebenen Verbrennungsluftverhältnis ( $\lambda$ ) ein Massestrom Brenngas zugesetzt werden und das gebildete Verbrennungsgemisch über einen Gemischkanal dem Brenner zugeführt werden. Es sind verschiedene Verfahren zur Gemischbildung bekannt, insbesondere kann das Heizgerät einen pneumatischen oder elektronischen Gas-Luftverbund bilden. Bei einem pneumatischen Gas-Luftverbund wird ein, einem Steuerdruck in einer Drosselstelle (Venturi) der Verbrennungsluftzuführung entsprechender, Massestrom Brenngas zugesetzt. Ein elektronischer Gas-Luftverbund erfasst direkt oder indirekt, beispielsweise über die Drehzahl der Fördereinrichtung, den zugeführten Massestrom Brenngas und steuert den beizufügenden Massestrom Brenngas. Hierzu weisen die Heizgeräte ein Gasventil auf, das einen Massestrom Brenngas dosieren kann.

15

20

**[0014]** Das Heizgerät kann verschiedene Betriebspunkte innerhalb eines Modulations- bzw. Leistungsbereiches anfahren und so mit unterschiedlichen Leistungen betrieben werden. Moderne Heizgeräte weisen zur Steigerung der Effizienz und Standzeit häufig einen großen Modulationsbereich auf, beispielsweise von 2,5 Kilowatt [kW] bis 21 kW oder einer Modulationsrate (Verhältnis von maximaler zu minimaler Leistung) von 1 zu 5. Ein großer Modulationsbereich stellt aufgrund sehr unterschiedlicher Ausbildungen und Eigenschaften der Flamme hohe Anforderungen an den Brenner.

25

**[0015]** Das Heizgerät und der Brenner können zur Verbrennung von Wasserstoff oder eines Brenngases mit einem Wasserstoffanteil eingerichtet sein. Wasserstoff als Brennstoff ist aufgrund der Möglichkeit einer nachhaltigen Herstellung vorteilhaft. Der Wasserstoffanteil im Brenngas kann insbesondere mindestens 50 Prozent [%], mindestens 75 % oder insbesondere mindestens 90 % betragen.

30

**[0016]** Der Brenner kann aus einem beliebigen geeigneten Material hergestellt sein. Häufig kommt aufgrund einer guten Temperatur- und Korrosionsbeständigkeit sowie guter Verfügbarkeit Edelstahl zum Einsatz.

35

**[0017]** Die geometrische Form des Brenners kann dabei eine beliebige Form sein. Insbesondere sind zylinderförmige oder flache Brenner bekannt. Ein Brennerhohlraum kann mit dem Gemischkanal des Heizgerätes verbunden sein, und eintretendes Brenngas kann über in einer Brennzzone angeordnete Ausströmöffnungen aus dem Brennerhohlraum in die Brennkammer geleitet werden und verbrennen.

**[0018]** Die Brennzzone kann als Teilbereich der Brennoberfläche, eingerichtet das Verbrennungsgemisch der Verbrennung zuzuführen, verstanden werden. Hierfür weist die Brennzzone Ausströmöffnungen (Löcher) auf. Die Fläche der Brennzzone kann dabei als von den Ausströmöffnungen umrissene Fläche angesehen werden, also der kleinsten zusammenhängenden Fläche, in der alle Ausströmöffnungen angeordnet sind. Die Brennzzone kann dabei eine monolithische Einheit mit dem Brennerkörper bilden oder lösbar, beispielsweise mittels einer Schraubverbindung, mit diesem verbunden sein.

40

**[0019]** Dabei kann die Brennzzone eine, zumindest weitgehend flache (ebene) oder auch eine dreidimensionale Form aufweisen. Eine dreidimensionale Form kann dabei in einer Erhöhung oder Vertiefung gegenüber dem Brennerkörper oder einer anderen Form, beispielsweise einer Auswölbung bestehen.

45

**[0020]** Die Brennzzone und der Brennerkörper können dabei die gleiche Materialstärke (Dicke) aufweisen und in einem bekannten Bereich liegen. Es sind, insbesondere bei einer lösbar mit dem Brennerkörper verbundenen Brennzzone, auch unterschiedlich Materialstärken von Brennzzone und Brennerkörper denkbar.

50

**[0021]** Die Brennzzone umfasst mehrere Ausströmbereiche für das Brenngas in denen die Ausströmöffnungen angeordnet sind. Es wird vorgeschlagen, dass die kumulierte (aufsummierte) Fläche der Ausströmöffnungen eines Ausströmbereiches mehr als 3 Prozent [%] und weniger als 12,5 Prozent der kumulierten Fläche aller Ausströmöffnungen der Brennzzone beträgt. Es wurde festgestellt, dass mit dem vorgeschlagenen Flächenverhältnis eine verbesserte Kühlung bzw. Wärmeableitung vom Brenner erreicht werden kann.

55

**[0022]** Gemäß einer Ausgestaltung kann der minimale Abstand zwischen zwei Ausströmbereichen mindestens 3 Millimeter [mm] und nicht mehr als 100 Millimeter betragen.

**[0023]** Zudem ist der Abstand von einer Ausströmöffnung zur nächstliegenden Ausströmöffnung des gleichen Aus-

strömbereiches weniger als 1 Millimeter [mm]. Der Abstand sollte jedoch eine mechanische Stabilität der Ausströmöffnungen gewährleisten.

**[0024]** Die Ausströmöffnungen können dabei eine beliebige Form aufweisen, insbesondere werden hier eine kreisrunde, rechteckige, quadratische Form oder die Form eines Langloches genannt. Es ist dabei auch möglich unterschiedliche Formen innerhalb eines Ausströmbereiches zu kombinieren.

**[0025]** Auch die Anordnung der Ausströmöffnungen innerhalb eines Ausströmbereiches ist beliebig. Eine geometrische Form des Ausströmbereiches, als äußere Kontur aller Ausströmöffnungen des Ausströmbereiches kann beispielhaft eine rechteckige, quadratische, annähernd kreisrunde, ovale oder auch die Form eines Rhombus oder Vieleckes sein. Die Ausrichtung von nicht rotationssymmetrischen Aufnahmebereichen bezogen auf eine Ausrichtung der Brennzona kann dabei gleichfalls variiert werden. Gemeinhin sollte die Anordnung der Ausströmöffnungen innerhalb eines Ausströmbereiches zumindest näherungsweise gleichverteilt sein.

**[0026]** Gemäß einer Ausgestaltung kann die kumulierte Fläche aller Ausströmöffnungen eines Ausströmbereiches kleiner 90 Quadratmillimeter [mm<sup>2</sup>], bevorzugt kleiner als 30 mm<sup>2</sup> sein.

**[0027]** Gemäß einer Ausgestaltung kann die jeweilige einzelne Fläche aller Ausströmöffnungen kleiner 2,5 mm<sup>2</sup>, insbesondere kleiner 0,5 mm<sup>2</sup> sein.

**[0028]** Gemäß einer Ausgestaltung kann die Brennzona mindestens 8 Ausströmbereiche aufweisen.

**[0029]** Gemäß einer Ausgestaltung kann jeder Ausströmbereich mindestens 4 Ausströmöffnungen aufweisen.

**[0030]** Gemäß einer Ausgestaltung kann der Brenner eine Flammensperre aufweisen. Diese kann zwischen der Brenneroberfläche und dem Gemischkanal angeordnet sein und aus einem bekannten Material bestehen. Eine Flammensperre kann das Risiko eines Flammenrückschlages weiter minimieren.

**[0031]** Nach einem weiteren Aspekt wird auch ein Heizgerät vorgeschlagen, aufweisend einen hier vorgestellten Brenner. Das Heizgerät kann insbesondere zur Verbrennung von Wasserstoff oder einem wasserstoffhaltigen Brenngas eingerichtet sein.

**[0032]** Hier werden somit ein Brenner für ein Heizgerät und ein Heizgerät vorgeschlagen, welche die mit Bezug auf den Stand der Technik geschilderten Probleme zumindest teilweise lösen. Insbesondere ermöglichen der Brenner und das Heizgerät ein robustes Betreiben des Heizgerätes bei gleichzeitiger Steigerung der Effizienz des Betriebes. Insbesondere kann ein Brenner mit einer geminderten Flammenrückschlagsgrenze vorgeschlagen werden, der einen sicheren Betrieb mit geringerem Lambda gegenüber bekannten Brennern ermöglicht.

**[0033]** So wurde festgestellt, dass die Ausbildung von größeren Ausströmbereichen mit einer vergrößerten Anzahl von Ausströmöffnungen die Temperatur der Brennzona und des Brennkörpers signifikant gemindert werden, und einhergehend die Flammenrückschlagsgrenze gesenkt werden kann.

**[0034]** Weiter vorteilhaft kann der Brenner problemlos auch an bestehenden Heizgeräten nachgerüstet werden.

**[0035]** Die Erfindung sowie das technische Umfeld werden nachfolgend anhand der beiliegenden Figuren näher erläutert. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Erfindung durch die angeführten Ausführungsbeispiele nicht beschränkt werden soll. Insbesondere ist es, soweit nicht explizit anders dargestellt, auch möglich, Teilaspekte der in den Figuren erläuterten Sachverhalte zu extrahieren und mit anderen Bestandteilen und Erkenntnissen aus der vorliegenden Beschreibung zu kombinieren. Insbesondere ist darauf hinzuweisen, dass die Figuren und insbesondere die dargestellten Größenverhältnisse nur schematisch sind. Es zeigen:

Fig. 1: ein hier vorgeschlagenes Heizgerät,

Fig. 2: einen Ausströmbereich eines hier vorgeschlagenen Brenners,

Fig. 3: eine Ausgestaltung einer Brennzona,

Fig. 4: eine alternative Ausgestaltung einer Brennzona,

Fig. 5: Verläufe von Flammenrückschlagsgrenzen von Brennern mit unterschiedlichen Brennzonen, und

Fig. 6 a)-c): Anordnungen von Ausströmöffnungen innerhalb eines Ausströmbereiches.

**[0036]** Fig. 1 zeigt beispielhaft und schematisch ein hier vorgeschlagenes Heizgerät 1. Dieses kann über eine Verbrennungsluftzuführung 4 Verbrennungsluft durch eine Fördereinrichtung 2 ansaugen und über ein Gasventil 5 ein Brenngas aus einer Gaszuführung 13, beispielsweise Wasserstoff, dem angesaugten Massestrom Verbrennungsluft zusetzen. Das Verbrennungsgemisch aus Brenngas und Verbrennungsluft kann nunmehr über einen Gemischkanal 11 einem, in einer Brennkammer 8 angeordneten, Brenner 3 zugeführt werden. Der Brenner 3 kann an einer Brenntür 6 befestigt sein und mit dem Gemischkanal 11 derart verbunden sein, dass Verbrennungsgemisch in einen, von einem Brennerkörper 14 umgebenen Brennerhohlraum strömen kann. Anschließend kann das Verbrennungsgemisch über

eine Brennzzone 15 des Brenners 3 austreten und verbrannt werden.

[0037] Die Verbrennungsprodukte können über ein Abgasrohr 9 aus der Brennkammer 8 einer Abgasleitung (Abgasanlage) 10 zugeführt werden. Dan der Brenntür 6 kann auch eine Flammenüberwachung 12 angeordnet sein kann, beispielsweise ein UV-Sensor. Der UV-Sensor kann, vor den hohen Temperaturen des Brenners 3 geschützt, außerhalb der Brennkammer 8 angeordnet sein. Das Heizgerät 1 kann zudem ein Regel- und Steuergerät 7 aufweisen. Das Heizgerät 1 kann insbesondere zur Verbrennung von Wasserstoff als Brennstoff eingerichtet sein. Hierfür kann der Brenner 3 einen zur Verbrennung von Wasserstoff geeigneten Brennerkörper 14 mit einer Brennzzone 15 aufweisen.

[0038] Fig. 2 zeigt ebenfalls beispielhaft und schematisch einen Ausströmbereich 16 der Brennzzone 15. Diese kann 46 Ausströmöffnungen 17 umfassen, die eine kreisrunde Form haben können, und eine geometrische Form 20 bilden. Die Ausströmöffnungen 17 können einen Durchmesser 18 aufweisen und mit einem Abstand 19 zur nächstliegenden Ausströmöffnung 17 kleiner 1 mm angeordnet sein.

[0039] Fig. 3 zeigt ebenfalls beispielhaft und schematisch eine Brennzzone 15 mit 28 Ausströmbereichen 16 gemäß der Fig. 2. Die Ausströmbereiche 16 können dabei symmetrische bezogen auf eine erste Achse 26 und eine zweite Achse 27 der Brennzzone 15 angeordnet sein. Die Brennzzone 15 kann einen Flansch 28 zur Befestigung an einem Brennerkörper 14 mit Löchern 21 für eine Schraubverbindung mit dem Brennerkörper 14 umfassen. Beispielhaft kann der Durchmesser 18 0,8 mm betragen und der Abstand 19 0,4 mm.

[0040] Fig. 4 zeigt beispielhaft und schematisch eine alternative Ausgestaltung einer Brennzzone 15. Diese umfasst gleichfalls 28 Ausströmbereiche 16 die symmetrisch bezogen auf eine erste Achse 26 und eine zweite Achse 27 der Brennzzone 15 angeordnet sind. Die Ausströmöffnungen 17 der Aufnahmebereiche 16 sind hier in einer näherungsweise kreisrunden geometrischen Form 20 angeordnet.

[0041] Fig. 5 zeigt beispielhaft vier Verläufe 22, 23, 24, 25 einer Flammenrückschlagsgrenze unterschiedlicher Brenner 3 mit Brennzonen 15. Es wird als Flammenrückschlagsgrenze die minimal mögliche Wärmeleistung ohne Auftreten eines Flammenrückschlages in Abhängigkeit des Lambda angegeben In nachfolgender Tabelle sind Eigenschaften der entsprechenden Brennzonen 15 der den Verläufen 22, 23, 24, 25 zuzuordnenden Brenner 3 gegeben:

| Verlauf                                                                | 22                  | 23                  | 24                  | 25                  |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Brennzzone                                                             | flach               | flach               | gewölbt             | gewölbt             |
| Summe Fläche aller Auströmöffnungen                                    | 400 mm <sup>2</sup> | 400 mm <sup>2</sup> | 520 mm <sup>2</sup> | 520 mm <sup>2</sup> |
| Durchmesser Ausströmöffnung                                            | 0,6 mm              | 0,6 mm              | 0,6 mm              | 0,6 mm              |
| Geometrische Form Ausströmbereich                                      | Rhombus             | Quadrat             | Sechseck            | Quadrat             |
| Ausströmöffnungen pro Ausströmbereich                                  | 12                  | 49                  | div. 7/19/37        | 64                  |
| Anzahl Ausströmbereiche                                                | 118                 | 29                  | 100                 | 29                  |
| Fläche von einem Ausströmbereich/ Gesamtfläche aller Ausströmöffnungen | 0,8%                | 3,4%                | 1%                  | 3,4%                |
| Flammenrückschlagsgrenze bei Lambda = 1,3                              | 5,4 kW              | 3,5 kW              | 10 kW               | 6,2 kW              |

[0042] So weisen die Brennzonen 15 zu den Verläufen 22 und 23 die gleiche Summe der Fläche aller Ausströmöffnungen 17 auf. Durch eine Anordnung der Ausströmöffnungen 17 gemäß der vorliegenden Erfindung kann bei dem Brenner 3 gemäß Verlauf 23 eine deutlich niedrigere Flammenrückschlagsgrenze bei Lambda = 1,3 von 3,5 kW gegenüber dem Brenner 3 gemäß Verlauf 22, der bei gleichem Lambda = 1,3 eine Flammenrückschlagsgrenze von 5,4 kW hat. Somit kann ein Heizgerät 1, ausgerüstet mit dem Brenner 3 und einer Brennzzone 15 gemäß dem Verlauf 23 eine effizientere Verbrennung durch ein Absenken des Lambda ermöglichen.

[0043] Analog weisen die Brennzonen 15 gemäß den Verläufen 24 und 25 die gleiche Summe der Flächen aller Ausströmöffnungen 17 auf. Die Brennzonen 15 gemäß den Verläufen 24 und 25 sind nach außen gewölbt, beispielsweise mit einer weitestgehend kreisrunden (hemisphärischen) Wölbung mit einem Durchmesser im Bereich der Ausdehnung der Brennzzone 15 in Richtung der zweiten Achse 27. Der Brenner 3 gemäß Verlauf 24 weist dabei Ausströmbereiche 16 mit einer geometrischen Form 20 eines Sechseckes mit 7, 19 oder 37 Ausströmöffnungen 17 auf. Der Brenner 3 gemäß Verlauf 25 kann, aufgrund einer Anordnung der Ausströmöffnungen 17 gemäß der vorliegenden Erfindung, die Flammenrückschlagsgrenze auf 6,2 kW gegenüber 10 kW des Brenners 3 gemäß Verlauf 24 senken.

[0044] Die Erfindung ermöglicht somit ein Absenken der Flammenrückschlagsgrenze einer Brennzzone 15 eines Brenners 3 bei der Verbrennung von Wasserstoff und damit verbunden wird ermöglicht einen Brenner 3 gemäß der vorliegenden Erfindung mit einem geringeren Lambda zu betreiben. Dies kann die Effizienz der Verbrennung steigern und den Wasserstoffverbrauch senken.

Bezugszeichenliste

[0045]

|    |    |                           |
|----|----|---------------------------|
| 5  | 1  | Heizgerät                 |
|    | 2  | Fördereinrichtung         |
|    | 3  | Brenner                   |
|    | 4  | Verbrennungsluftzuführung |
|    | 5  | Gasventil                 |
| 10 | 6  | Brennertür                |
|    | 7  | Regel- und Steuergerät    |
|    | 8  | Brennkammer               |
|    | 9  | Abgasrohr                 |
|    | 10 | Abgasanlage               |
| 15 | 11 | Gemischkanal              |
|    | 12 | Flammenüberwachung        |
|    | 13 | Gaszuführung              |
|    | 14 | Brennerkörper             |
|    | 15 | Brennzone                 |
| 20 | 16 | Ausströmbereich           |
|    | 17 | Ausströmöffnung           |
|    | 18 | Durchmesser               |
|    | 19 | Abstand                   |
|    | 20 | Geometrische Form         |
| 25 | 21 | Loch Schraubverbindung    |
|    | 22 | Erster Verlauf            |
|    | 23 | Zweiter Verlauf           |
|    | 24 | Dritter Verlauf           |
|    | 25 | Vierter Verlauf           |
| 30 | 26 | Erste Achse               |
|    | 27 | Zweite Achse              |
|    | 28 | Flansch                   |

35 **Patentansprüche**

1. Brenner (3) für ein Heizgerät (1), eingerichtet zur Verbrennung eines Brenngases, aufweisend eine Brennzone (15) mit mehreren Ausströmbereichen (16) für das Brenngas mit jeweils einer Vielzahl von Ausströmöffnungen (17), wobei
  - 40 - die kumulierte Fläche der Ausströmöffnungen (17) eines Ausströmbereiches (16) mehr als 3 % und weniger als 12,5 % der kumulierten Fläche aller Ausströmöffnungen (17) der Brennzone (15) beträgt, und
  - der Abstand von einer Ausströmöffnung (17) zur nächstliegenden Ausströmöffnung (17) des gleichen Ausströmbereiches (16) kleiner 1 mm ist.
- 45 2. Brenner (3) nach Anspruch 1, wobei die Brennzone (15) der kleinsten zusammenhängenden Fläche entspricht, in der alle Ausströmöffnungen (17) angeordnet sind.
3. Brenner (3) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der minimale Abstand zwischen zwei Ausströmbereichen (16) mindestens 3 mm beträgt.
- 50 4. Brenner (3) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die kumulierte Fläche aller Ausströmöffnungen (17) eines Ausströmbereiches (16) kleiner 30 mm<sup>2</sup> ist.
5. Brenner (3) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Fläche einer Ausströmöffnung (17) kleiner 0,5 mm<sup>2</sup> ist.
- 55 6. Brenner (3) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Brennzone (15) mindestens 8 Ausströmbereiche (16) aufweist.

## EP 4 467 872 A2

7. Brenner (3) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei jeder Ausströmbereich (16) mindestens 4 Ausströmöffnungen (17) aufweist.
- 5 8. Brenner (3) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Ausströmöffnungen (17) eine kreisrunde, rechteckige, quadratische Form oder die Form eines Langloches aufweisen
9. Brenner (3) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Brennzzone (15) eine ebene oder dreidimensionale Form hat.
- 10 10. Brenner (3) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Brennzzone (15) lösbar mit dem Brennerkörper (14) verbunden ist.
11. Brenner (3) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Brenner (3) eine Flammensperre aufweist.
- 15 12. Heizgerät (1), aufweisend einen Brenner (3) nach einem der vorangehenden Ansprüche.

20

25

30

35

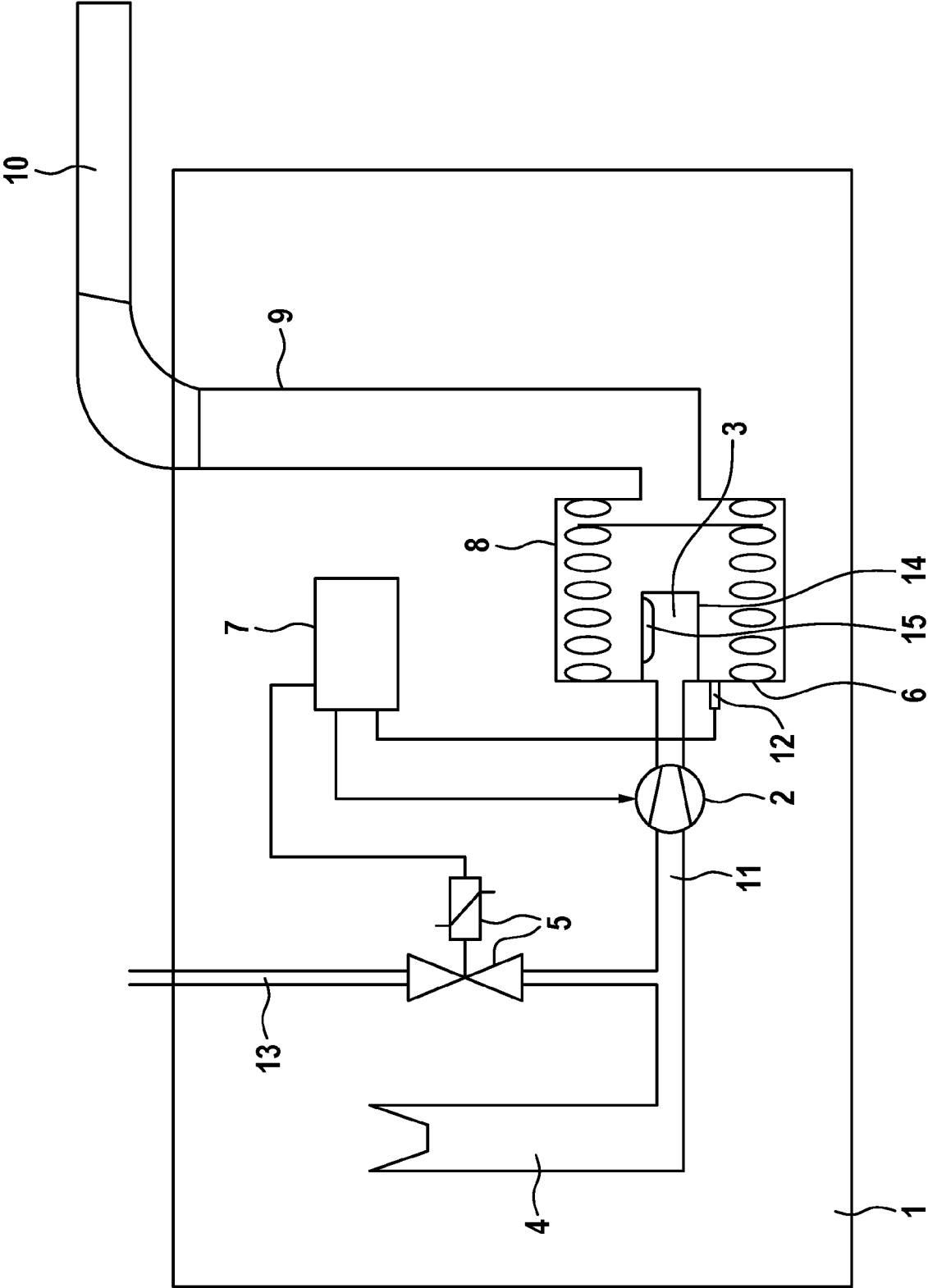
40

45

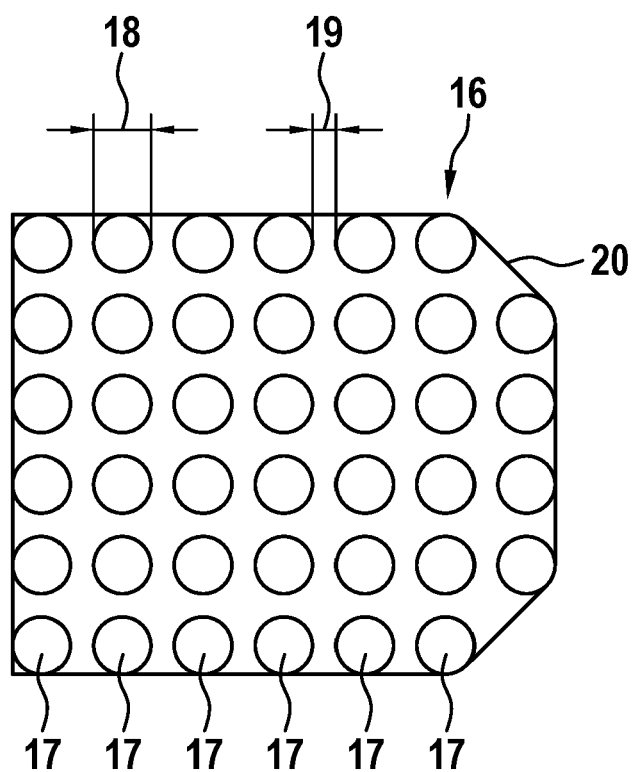
50

55

Fig. 1



**Fig. 2**



**Fig. 3**

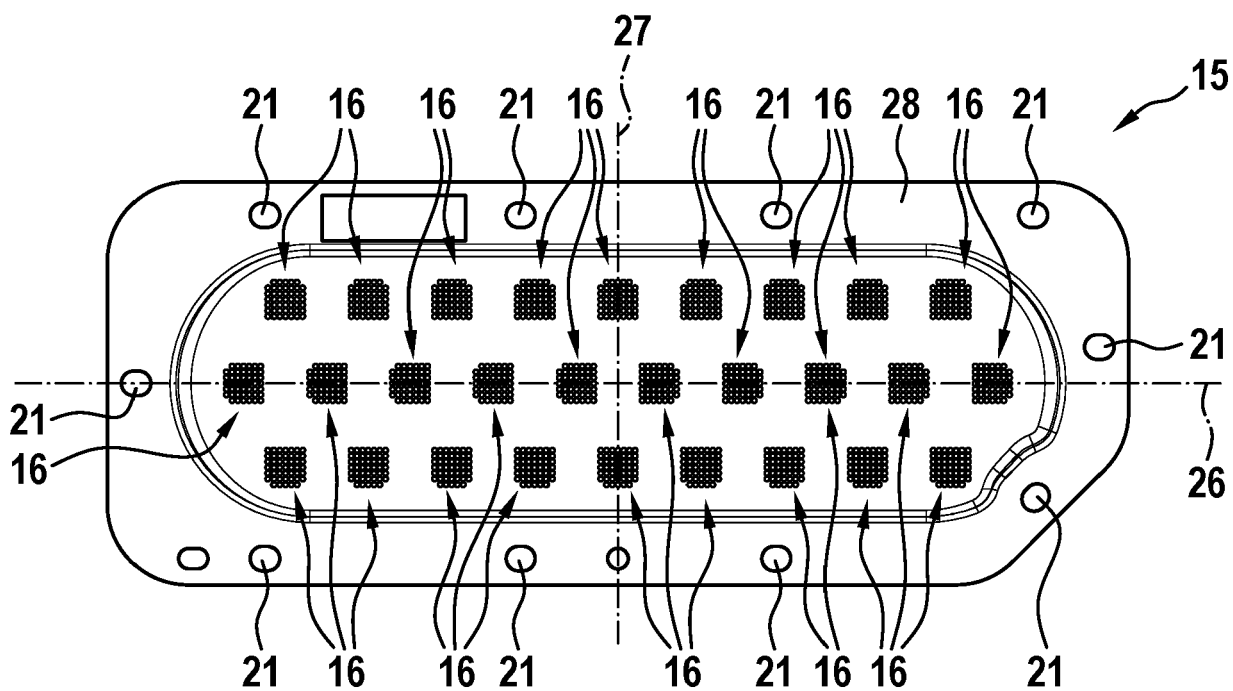


Fig. 4

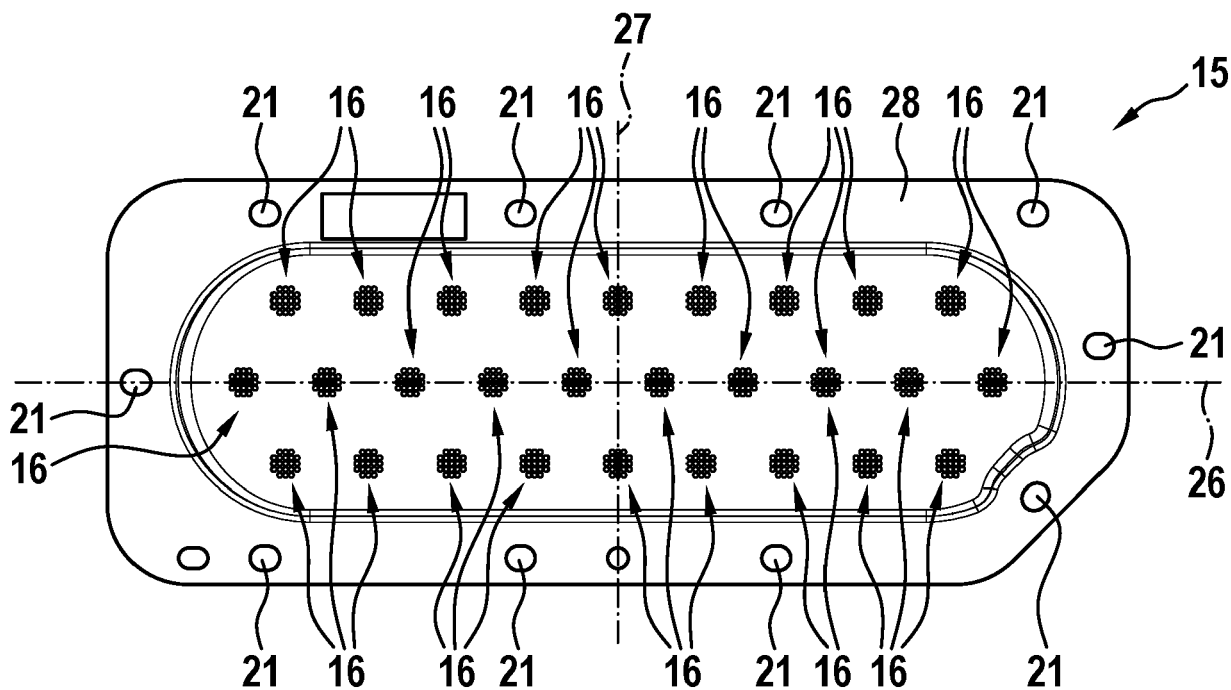
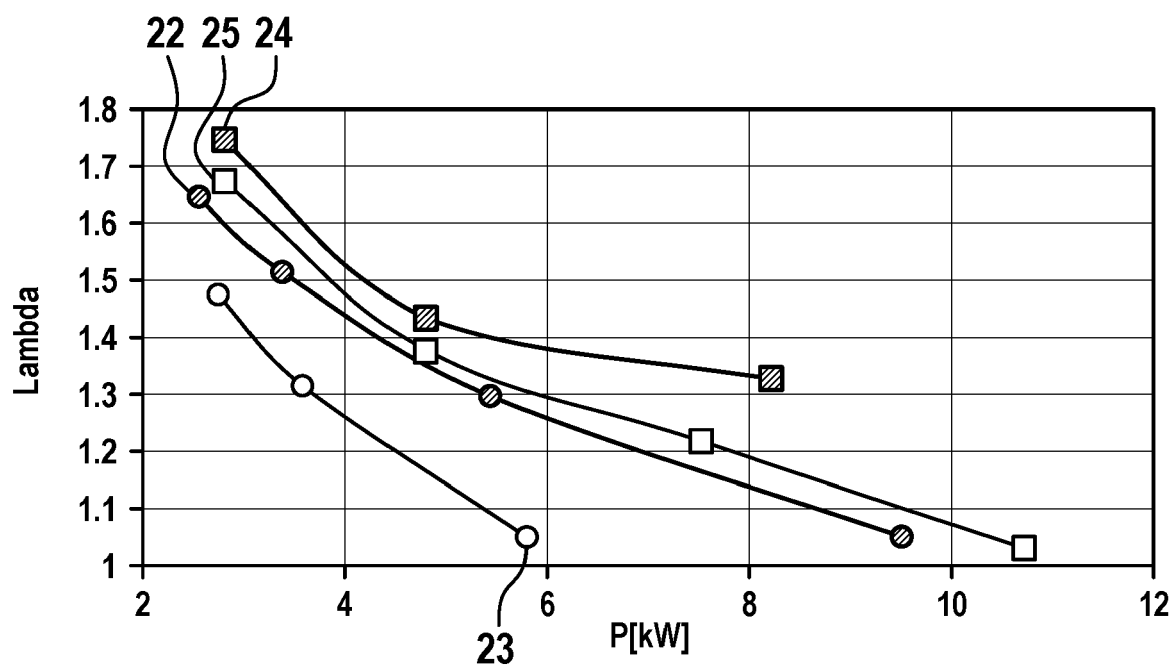
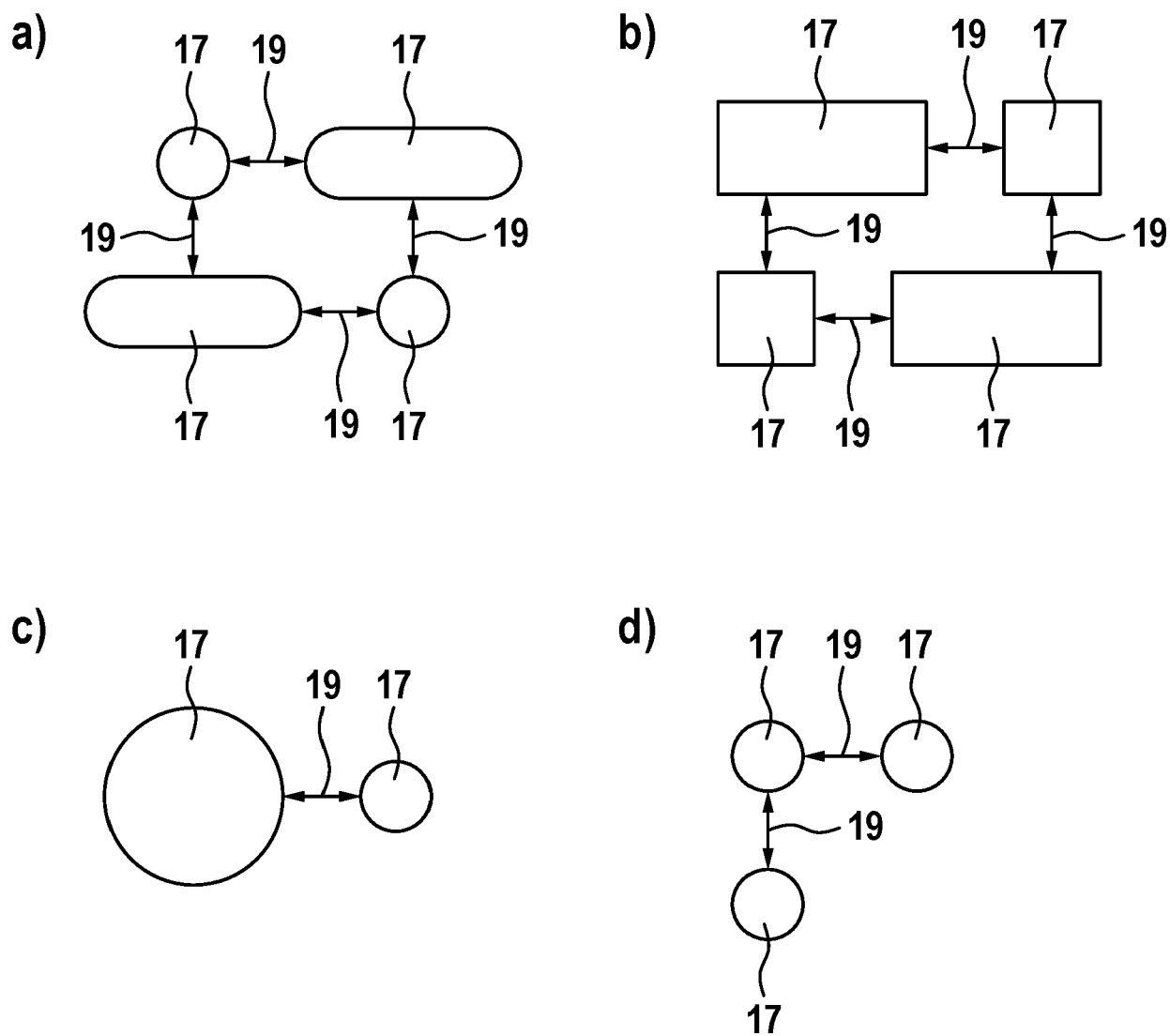


Fig. 5



**Fig. 6**



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- WO 2021140036 A1 [0008]
- WO 2023078949 A1 [0009]