(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 699 289 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.01.1997 Patentblatt 1997/04

(21) Anmeldenummer: **94918778.5**

(22) Anmeldetag: **24.05.1994**

(51) Int Cl.[6]: **F24H 1/00**, F23C 11/00

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP94/01667

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 94/28359 (08.12.1994 Gazette 1994/27)

(54) **WARMWASSERBEREITER**

WATER HEATER

CHAUFFE-EAU

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **26.05.1993 DE 4317554**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.03.1996 Patentblatt 1996/10

(73) Patentinhaber: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.**
80636 München (DE)

(72) Erfinder:
- **LEDJEFF, Konstantin**
  D-79189 Bad Krozingen (DE)
- **GIESHOFF, Jürgen**
  D-79276 Reute (DE)
- **SCHULER, Alex**
  D-79115 Freiburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 332 572
DE-A- 3 425 259
DE-C- 4 204 320

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

EP 0 699 289 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Warmwasserbereiter gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, wie er z.B. aus der DE-A-33 32 572 bekannt ist. Weiterhin wird in dem Patent 42 04 320.4 der Anmelderin ebenfalls ein Warmwasserbereiter beschrieben, der insbesondere eine erste vorteilhafte Verbrennungsstufe aufweist. Im übrigen wird auf diese Anmeldung Bezug genommen zum weiteren Verständnis insbesondere der ersten Verbrennungsstufe sowie auf die ausführlichen Darlegungen zur zweiten Verbrennungsstufe. Zur besseren Übersichtlichkeit entsprechen die Bezugszeichen dieser Anmeldung z.T. denen des Patentes 42 04 320.

1. Einleitung

Bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern entstehen außer dem Treibhausgas Kohlendioxid noch weitere Schadstoffe wie Schwefeldioxid und Stickoxide. Bei herkömmlichen Flammenbrennern sind die Reduzierungsmöglichkeiten, hauptsächlich der Stickoxide, durch die Flammenstabilität und die Bildung von Kohlenmonoxid eingeschränkt. Eine deutliche Reduzierung der Stickoxidemissionen ist bei der flammenlosen Verbrennung an Oxidationskatalysatoren (z.B. Pt) durch die niedrige Reaktionstemperatur zu erreichen. Katalytische Brenner bieten weiterhin den Vorteil, daß Mischungen aus Brennstoffen mit unterschiedlicher Energiedichte in einem weiten Bereich des Mischungsverhältnisses stabil umgesetzt werden können.

2. Stand der Technik

Brenner für Benzin, Diesel oder z.B. Methanol sind heute nur als herkömmliche Flammenbrenner erhältlich. Aufgrund der hohen Reaktionstemperatur (Flammentemperatur) haben solche Brenner hohe Stickoxidemissionen. Es gibt Möglichkeiten auch bei solchen Brennern die Emissionen zu reduzieren, z.B. Flammenkühlung oder Änderung der Luftzahl, dies führt jedoch dazu, daß die Flammenstabilität abnimmt und die Kohlenmonoxidemissionen zunehmen.

Dieser Stand der Technik hat den Nachteil, daß er nicht besonders für flüssige Treibstoffe geeignet ist. Aufgabe der Erfindung ist es daher, den Warmwasserbereiter gem. dem Oberbegriff des Anspruchs 1 so weiterzubilden, daß flüssige Brennstoffe ohne wesentliches Cracken verwendet werden können. Diese Aufgabe wird durch den Warmwasserbereiter nach Anspruch 1 gelöst. Durch die Erfindung ist es möglich, die erste Stufe des zweistufigen katalytischen Brenners thermisch an den Verdampfungsraum anzukoppeln.

Eine vorteilhafte Weiterbildung für den katalytischen Spaltbrenner ist in Anspruch 2 beschrieben.

Gemäß Anspruch 3 ist der Verdampfungsraum als Brennkammer ausgebildet, wozu sie eine Zündeinrichtung aufweist. Als Zündflamme kann ggf. z.B. ein Bypass der Zuführung für den flüssigen Brennstoff dienen. Außerdem weist der Warmwasserbereiter zu diesem Zweck eine Zufuhr von Primärluft zum Verbrennungsraum auf.

Gemäß Anspruch 4 wird der Brennstoff isoliert zugeführt, damit der Brennstoff ohne zu cracken in den Verdampfungsraum gelangt.

Weiterhin ist es vorteilhaft, zur Zerstäubung des Brennstoffs eine Düse oder andere Einrichtungen vorzusehen (Anspruch 5).

Es kann vorteilhaft sein, einen Teil des Abgases aus der ersten Stufe in den Verdampfungsraum zurückzuführen, da dann der flüssige Brennstoff leichter verdampft wird und das beim Verbrennungsvorgang entstehende Wasser bzw. Wasserdampf ebenfalls mögliche Crackreaktionen minimiert.

Gemäß Anspruch 8 kann es vorteilhaft sein, Einrichtungen zur Lenkung des Gasstromes im Verdampfungsraum vorzusehen, insbesondere können diese Einrichtungen thermisch isoliert sein, wenn sie nicht von der ersten Verbrennungsstufe beheizt sind.

Weiterhin kann es von Vorteil sein, den Verdampfungsraum rotationssymmetrisch auszubilden und ihn rotieren zu lassen, da dann der Brennstoff an die Wand gedrückt wird und dort im besseren Kontakt mit der Wand kommt, die auf der Rückseite von der ersten Verbrennungsstufe infolge der Umsetzungsreaktion des Brenngas-Luftgemisches an der Katalysatorschicht beheizt wird.

3. Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Gegenstand der Anmeldung ist ein zweistufiger katalytischer Brenner für flüssige Brennstoffe und deren Gemische mit interner Verdampfung bzw. Vergasung. Im Innenraum des Brenners wird der Brennstoff, eventuell unter Luftzufuhr (Primärluft), verdampft bzw. vergast. Die dafür notwendige Energie wird durch die Verbrennungswärme bereitgestellt. Das Brenngas/Luft-Gemisch (mit zugegebener Sekundärluft, die nach der Startphase die alleinige Luftzufuhr sein kann) überströmt eine katalytische Fläche und reagiert dort zu ca. 80 - 85 % ab. Die Reaktionstemperaturen liegen bei ca. 800 - 900°C. Über Strahlung, Wärmeleitung und Konvektion wird Wärme an das Kühlmedium und an die Verdampfungszone abgegeben. In der zweiten Stufe wird in einem Monolith-Katalysator der restliche Brennstoff umgesetzt. Durch die engen Kanäle wird ein guter Stofftransport und somit eine hohe Leistungsdichte erreicht. Damit werden Temperaturen von ca. 1000°C erreicht, welche einen vollständigen Umsatz ermöglichen. Aus dem Monolith kann ein Teil der Wärme zur Vorheizung der Primärluft abgezogen werden, was z.B. bei intermittierendem Betrieb von Vorteil ist.

Beschreibung:

Der katalytische Brenner (Bild 1) besteht aus zwei

Stufen 16,20. Die erste Stufe besteht aus einem an der Außenseite mit Katalysator 13 beschichteten Metallrohr 31 oder auch Keramikrohr. Dieses Katalysatorrohr wird von einem Keramik- oder Metallrohr und einem Kühlmantel umgeben, so daß zwischen dem Katalysatorrohr und dem Keramikrohr 11 ein Gasspalt entsteht. In diesem Gasspalt strömt das Gemisch aus verdampftem, gasförmigem Brennstoff und Luft und reagiert an der katalysierten Oberfläche des Rohrs 31. Die zweite Stufe, die oberhalb der ersten angeordnet ist, besteht aus einer keramischen Wabenstruktur (Monolith), die mit Katalysator beschichtet wird. Das Abgas aus der ersten Stufe mit dem verbliebenen Restbrennstoff strömt durch diesen Monolith und reagiert dabei vollständig ab. Zentrisch in dem Monolith ist die Zuleitung der Primärluft und des flüssigen Brennstoffgemischs angeordnet.

Zwei konzentrisch angeordnete Rohre 8 und 41, die von oben durch den Monolithen durchgeführt sind, bilden die Zuleitung des flüssigen Brennstoffs und der Primärluft. Im äußeren Rohr 41 strömt die Primärluft, die durch den angrenzenden Monolithen vorgewärmt wird. Im inneren Rohr fließt der flüssige Brennstoff. Dieses wird nur leicht vorgewärmt, da der Gasspalt zwischen diesem Rohr und dem Monolith isolierend wirkt, so daß im Zuleitungsrohr kein Verdampfen oder Cracken eintreten kann. Diese konzentrischen Rohre enden in Höhe der Oberkante der ersten Brennerstufe. Der flüssige Brennstoff wird mittels einer Düse 42 fein zerstäubt in das Innere des Katalyserohrs der ersten Brennerstufe eingebracht, die so den Verdampfungsraum 40 bzw. Brennkammer bildet. Die konzentrisch zugeführte Primärluft, die durch den Monolithen vorgewärmt wurde, strömt durch ringförmig um die Brennstoffzuleitung angebrachte Bohrungen ebenfalls in das Innere des Katalyserohrs. Durch einen hohen Anteil an Primärluft wird erreicht, daß der flüssige Brennstoff weit unterhalb seiner Siedetemperatur verdampft werden kann. Die Zugabe von Primärluft kann im günstigen Fall nach der Startphase abgeschaltet werden. Weiterhin wird durch die feine Zerstäubung des Brennstoffs eine große Verdunstungsoberfläche und durch die Strömung der Primärluft gute Stoffaustauschzahlen erreicht. Die Verdunstungsenergie wird durch die Wärme der vorgeheizten Luft und durch die Wärmezufuhr (Wärmeleitung, Konvektion und Strahlung) von dem Katalyserohr bereitgestellt.

Das Brenngas/Luft-Gemisch strömt im Inneren des Verdampfungsraumes bzw. Brennerraumes nach unten. Ein auf dem Boden des Brenners aufgebauter Kegel 45 leitet das Gas am unteren Ende des Katalysatorrohrs in den Ringspalt zwischen Keramik- und Katalysatorrohr. An dieser Stelle wird die Sekundärluft zugegeben, die direkt von unten in den Ringgasspalt einströmt. Der Kegel hat im wesentlichen zwei Funktionen. Er hat die Aufgabe, das Brenngas /Luft-Gemisch gleichmäßig in den Ringspalt einströmen zu lassen. Ohne diesen Kegel könnten sich leicht Totraumgebiete am Boden des Brenners bilden, an denen sich z.B. evtl. anfallende Crack-Produkte sammeln könnten. Ein weiterer wesentlicher Punkt ist, daß der Kegel durch die Abstrahlung des Verdampfungsraumes (Rückseite des Katalysator raumes) erwärmt wird. Dadurch kann verhindert werden, daß am Boden des Brenners oder bei der Umlenkung in den Gasspalt Teile des Brennstoffs wieder auskondensieren können.

Das Brenngas/Luft-Gemisch mit der zugegebenen Sekundärluft strömt im Ringspalt zwischen Keramik- und Katalysatorrohr nach oben. Dabei reagiert ein Teil des Brennstoffs an der katalytischen Oberfläche ab. Die dabei frei werdende Energie verteilt sich wie folgt:

1. das Katalysatorrohr wird aufgeheizt bzw. auf der Reaktionstemperatur gehalten
2. das Reaktionsgas wird aufgeheizt
3. es wird Wärme an das Innere des Katalysatorrohrs abgegeben; diese wird zur Verdampfung des flüssigen Brennstoffgemisches benötigt; die Wärme wird durch Konvektion, Wärmeleitung und Strahlung übertragen
4. vom Katalysatorrohr wird ebenfalls durch Konvektion, Wärmeleitung und Strahlung Wärme an das Keramikrohr abgegeben; von dort wird die Wärme durch Wärmeleitung weiter nach außen an den mit Kühlmedium (Wasser, Luft) durchflossenen Doppelmantel abgegeben.

Das Katalysatorrohr hat eine Temperatur von ca. 700-900°C. In dieser ersten Stufe werden ca. 80% des Brennstoffs umgesetzt.

Aus dem Ringspalt der ersten Stufe strömt das Gasgemisch nach oben in den erweiterten Raum unterhalb der mit Katalysator (z.B. Pt) beschichteten Wabe. Die Querschnittserweiterung führt zu einer Verlangsamung der Strömungsgeschwindigkeit und zu einer nochmaligen gründlichen Durchmischung vor der zweiten Brennerstufe. Das Gas strömt nun durch die engen Kanäle der Katalysatorwabe, wobei der verbliebene Brennstoff vollständig umgesetzt wird. Der gute Umsatz in dieser zweiten Stufe kommt durch folgende Gegebenheiten zustande:

1. der Stofftransport zum Katalysator ist aufgrund der engen Kanäle sehr gut
2. durch die geringen Wärmeverluste aus der Wabe und die Wärmeproduktion aufgrund der Reaktion erreicht die Wabe Temperaturen von ca. 900-1000°C; die Reaktionsgeschwindigkeit ist bei dieser Temperatur so hoch, daß bei der relativ großen Verweilzeit (niedrige Strömungsgeschwindigkeit) der Brennstoff vollständig umgesetzt werden kann. Obwohl durch die schlechte Wärmeleitfähigkeit des keramischen Monolithen nur sehr wenig Wärme abgeführt wird, kann damit doch die Primärluft, deren Zufuhr im Zentrum der Wabe angebracht ist, ein we nig vorgeheizt werden. All zu hoch darf die Vorheiztemperatur der Primärluft ohnedies nicht

sein, da sonst beim Zusammentreffen mit dem verdüsten Brennstoff Crackreaktionen auftreten könnten.

Die Abluft aus der zweiten Verbrennungsstufe wird dann in einem (nicht dargestellten) Wärmetauscher benutzt, das in der ersten Verbrennungsstufe erwärmte Wasser bzw. Fluid 2 weiter zu erwärmen.

Der Start des gesamten Brenners erfolgt dadurch, daß im Verdampfungsraum eine Flamme entzündet wird. Der Primärluftstrom ist dabei so groß, daß eine vollständige Verbrennung gewährleistet ist. Die Flamme erhitzt durch Strahlung, Wärmeleitung und Konvektion das Katalysatorrohr von Innen. Die heißen Abgase strömen nach unten, werden durch den Kegel am Boden in den Gasspalt geleitet und strömen durch diesen nach oben und durch die Wabe. Dabei gibt das heiße Abgas die Wärme ab und heizt somit den Brenner mit der Wabe auf. Hat der Brenner ein Temperaturniveau erreicht, bei dem die katalytische Reaktion mit entsprechend großer Reaktionsgeschwindigkeit ablaufen kann (ca. 600° C), dann wird die Flamme abgeschaltet. Dies kann erfolgen durch ein kurzfristiges Abschalten der Primärluft und/ oder der Brennstoffzufuhr.

Evtl. entstandene Crackprodukte, die sich an der heißen Innenseite des Katalysatorrohrs abscheiden, können dadurch beseitigt werden, daß in gewissen Zeitabständen im Innenraum des Katalysatorrohrs eine Flamme gezündet wird. Diese Flamme wird mit Luftüberschuß betrieben, so daß die Crackprodukte an den Oberflächen ausgebrannt werden können.

In Bild 2 ist der gleiche Brenner nochmal dargestellt, jedoch sind hier Öffnungen 44 vom Gasraum zwischen erster und zweiter Stufe zum Inneren des Katalysatorrohrs (Verdampfungsraum) angebracht. Diese Öffnungen, die als Düsen ausgestaltet sein können, bewirken, daß ein Teil des Abgases aus der ersten Brennerstufe durch den Verdampfungsraum rezirkulieren kann. Dies bringt folgende Vorteile:

1. durch seitliche Zuströmung bzw. Ansaugung des Abgases aus der ersten Stufe erfolgt eine gute Durchmischung und weitere Verdünnung des Brennstoff/Luft-Gemisches im Inneren des Katalysatorrohrs; dies führt zu einer schnelleren Verdampfung
2. das heiße Abgas bringt zusätzliche, für die Verdampfung benötigte Wärme in den Verdampferraum
3. der im rezirkulierten Abgas vorhandene Wasserdampf aus der Verbrennung bewirkt, daß Teile des Brennstoffes zu Kohlenmonoxid bzw. Kohlendioxid und Wasserstoff reformiert werden, und somit evtl. auftretende Crackreaktionen minimiert werden können
4. bei ausreichender Rezirkulation des Abgases kann auf die Primärluft verzichtet werden.

In Bild 3 ist ein Brenner dargestellt, bei dem im Inneren des Katalysatorrohrs eine hochporöse Struktur 43 angebracht ist. Diese Struktur bewirkt, daß ein Teil der eingedüsten Brennstoff-Tropfen, besonders die größeren, auf dem porösen Körper abgeschieden werden und somit nicht mit der heißen Wand des Katalysatorrohrs in Berührung kommen. Dadurch, daß die Temperaturen dort niedrig gehalten werden, kann kein Crakken auftreten. Die poröse Struktur kann aus Keramik oder Metall bestehen und als Quader, Zylinder oder auch als Rohr ausgestaltet sein. Die Struktur kann auch mit Katalysatormaterial beschichtet sein, um die Verdampfungsreaktion zu beschleunigen.

Erfindungsgemäß wird die erste Stufe des zweistufigen katalytischen Brenners thermisch an den Verdampfungsraum angekoppelt. Der Verdampfungsraum dient gleichzeitig als Brennkammer für die Vorheizung. Die thermische Kopplung zwischen der ersten Katalysatorstufe und Verdampfungsraum ermöglicht während der Startphase einen Wärmestrom aus diesem Raum, der dann Brennraum ist, zu der ersten Katalysatorstufe und bei katalytischem Brennerbetrieb umgekehrt einen Wärmestrom von der ersten Katalysatorstufe zum Verdampfungsraum, um dort die erforderliche Verdampfungsenthalpie bereitzustellen.

Der prinzipielle Aufbau des erfindungsgemäßen Brenners ist nicht auf die skizzierte Rohrgeometrie beschränkt, sondern auch auf rechteckige Kanäle oder plattenförmigen Anordnungen übertragbar.

Der Warmwasserbereiter kann vorteilhafterweise auch zur Erwärmung von Warmluft oder eines anderen zu erheizenden Fluids verwendet werden.

Patentansprüche

1. Warmwasserbereiter mit einem Einlaß (8) für flüssige Brennstoffe, mehreren Einlässen (41, 46) für Frischluft, einem Einlaß für ein aufzuheizendes Fluid (2), mindestens zwei von dem Brennstoff-Luft-Gemisch durchströmten Verbrennungsstufen (16, 20) mit katalytischen Brennkammem, die zumindest teilweise von mindestens einer mit dem Fluid (2) gefüllten Fluidkammer (4) umgeben sind und mit einem Abgaswärmetauscher für das zu erwärmende Fluid (2), der von dem aus den Brennkammern entweichenden Abgas durchströmt ist,
dadurch gekennzeichnet,
daß die erste Verbrennungsstufe (16) einen Verdampfungsraum (40) aufweist, der auf der Außenseite seiner Berandung (31) mindestens teilweise die Katalysatorschicht (13) der katalytischen Brennkammer (11) der ersten Verbrennungsstufe (16) aufweist.

2. Warmwasserbereiter nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die erste katalytische Brennkammer (11) der

ersten Verbrennungsstufe (16) als ein katalytischer Spaltbrenner (11) ausgebildet ist.

3. Warmwasserbereiter nach den Ansprüchen 1 - 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Verdampfungsraum (40) als Brennkammer zum Starten des Warmwasserbereiters ausgebildet ist und eine Zufuhr (41) für Primärluft und eine Zündeinrichtung mit ggf. eigener Zuleitung für Brenngas bzw. beheizter Zuleitung für den flüssigen Brennstoff aufweist.

4. Warmwasserbereiter nach den Ansprüchen 1 - 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Brennstoffzufuhr in den Verdampfungsraum thermisch isoliert ausgebildet ist.

5. Warmwasserbereiter nach den Ansprüchen 1 - 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Düse (42) z.B. Piezokristalle, poröse Keramik oder Verwirbelungsdüse, und/oder eine poröse Struktur (43) zur Zerstäubung und/oder Verdampfung des Brennstoffes vorgesehen sind.

6. Warmwasserbereiter nach den Ansprüchen 1 - 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Öffnung (44) zur Abgasrezirkulation aus dem Ausgang der ersten Verbrennungsstufe in den Verdampfungsraum vorgesehen ist.

7. Warmwasserbereiter nach den Ansprüchen 1 - 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Verbrennungsraum eine Einrichtung (45) zur Lenkung des Gasstroms vorgesehen ist.

8. Warmwasserbereiter nach den Ansprüchen 1 - 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Verbrennungsraum bewegbar, z.B. rotierbar ausgebildet ist.

9. Warmwasserbereiter nach den Ansprüchen 1 - 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Berandung (31) des Verdampfungsraums (40) ein Zylinder ist, der auf der äußeren Mantelfläche mindestens teilweise die Katalysatorschicht (13) aufweist.

Claims

1. Hot water heater with an inlet (8) for liquid fuels, a plurality of inlets (41, 46) for fresh air, an inlet for a fluid (2) to be heated, at least two combustion stages (16, 20) traversed by the fuel-air mixture with catalytic combustion chambers surrounded at least partially by at least one fluid chamber (4) filled with fluid (2) and with an offgas heat exchanger for the fluid (2) to be heated,said heat exchanger being traversed by the offgas escaping from the combustion chambers,
characterised in that
the first combustion stage (16) has an evaporation chamber (40) which has on the outside of its margin (31), at least partially, the catalyst layer (13) of the catalytic combustion chamber(11) of the first combustion stage (16).

2. Hot water heater according to Claim 1, characterised in that the first catalytic combustion chamber (11) of the first combustion stage (16) is designed as a catalytic cracking burner (11).

3. Hot water heater according,to Claims 1-2, characterised in that the evaporation chamber (40) is designed as a combustion chamber for starting the hot water heater and a source (41) of primary air and an ignition device, possibly with its own source of combustion gas, or a heated inlet for liquid fuel.

4. Hot water heater according to Claims 1-3, characterised in that the supply of fuel to the evaporation chamber is thermally insulated.

5. Hot water heater according to Claims 1-4, characterised in that a nozzle (42), for example a piezocrystal, porous ceramic, or vorticisation nozzle, and/or a porous structure (43) for atomistion and/or evaporation of the fuel are provided.

6. Hot water heater according to Claims 1-5, characterised in that an opening (44) is provided for offgas recirculation from the outlet of the first combustion stage to the evaporation chamber.

7. Hot water heater according to Claims 1-6, characterised in that a device (45) is provided in the combustion chamber for guiding the gas stream.

8. Hot water heater according to Claims 1-7, characterised in that the combustion chamber is made movable, e.g. rotatable.

9. Hot water heater according to Claims 1-8, characterised in that the margin (31) of the evaporation chamber (40) is a cylinder, which has the catalyst layer (13) at least partly on the outer jacket surface.

Revendications

1. Chauffe-eau comprenant une entrée (B) de combustible liquide, plusieurs entrées (41, 46) pour l'air frais, l'entrée pour le fluide (2) à chauffer, au moins deux étages de combustion (16, 20) traversés par le mélange combustion/air avec des chambres de combustion catalytiques qui sont au moins partiel-

lement entourées par au moins une chambre à fluide (4) remplie de fluide et un échangeur de chaleur pour le fluide (2) à chauffer, traversé par les gaz de combustion sortant des chambres de combustion, caractérisé en ce que
le premier étage de combustion (16) comporte une chambre de vaporisation (40) ayant sur le côté extérieur de son bord (31) au moins partiellement la couche de catalyseur (13) de la chambre de combustion catalytique (11) du premier étage de combustion (16).

2. Chauffe-eau selon la revendication 1, caractérisé en ce que
la première chambre de combustion catalytique (11) du premier étage de combustion (16) est réalisée comme brûleur catalytique divisé (11).

3. Chauffe-eau selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que
la chambre de vaporisation (40) est une chambre de combustion pour démarrer le chauffe-eau et comporte une alimentation (41) en air primaire et une installation d'allumage avec le cas échéant sa propre alimentation en gaz combustible ou une conduite chauffée pour le carburant liquide.

4. Chauffe-eau selon les revendications 1-3, caractérisé en ce que
l'alimentation en combustible vers la chambre de vaporisation est isolée thermiquement.

5. Chauffe-eau selon les revendications 1-4, caractérisé par
une buse (42), par exemple des cristaux piezo-électriques, une céramique poreuse ou une buse à turbulence et/ou une structure poreuse (43) sont prévus pour pulvériser et/ou vaporiser le combustible.

6. Chauffe-eau selon les revendications 1-5, caractérisé par
une ouverture (44) pour la remise en circulation des gaz de combustion de la sortie du premier étage de combustion vers la chambre de vaporisation.

7. Chauffe-eau selon les revendications 1-6, caractérisé en ce que
la chambre de combustion comporte une installation (15) pour guider la veine de gaz.

8. Chauffe-eau selon les revendications 1-7, caractérisé en ce que
la chambre de combustion est mobile, par exemple rotative.

9. Chauffe-eau selon les revendications 1-8, caractérisé en ce que
le bord (31) de la chambre de vaporisation (40) est un cylindre dont la surface-enveloppe extérieure comporte au moins partiellement la couche de catalyseur (13).

Bild 1

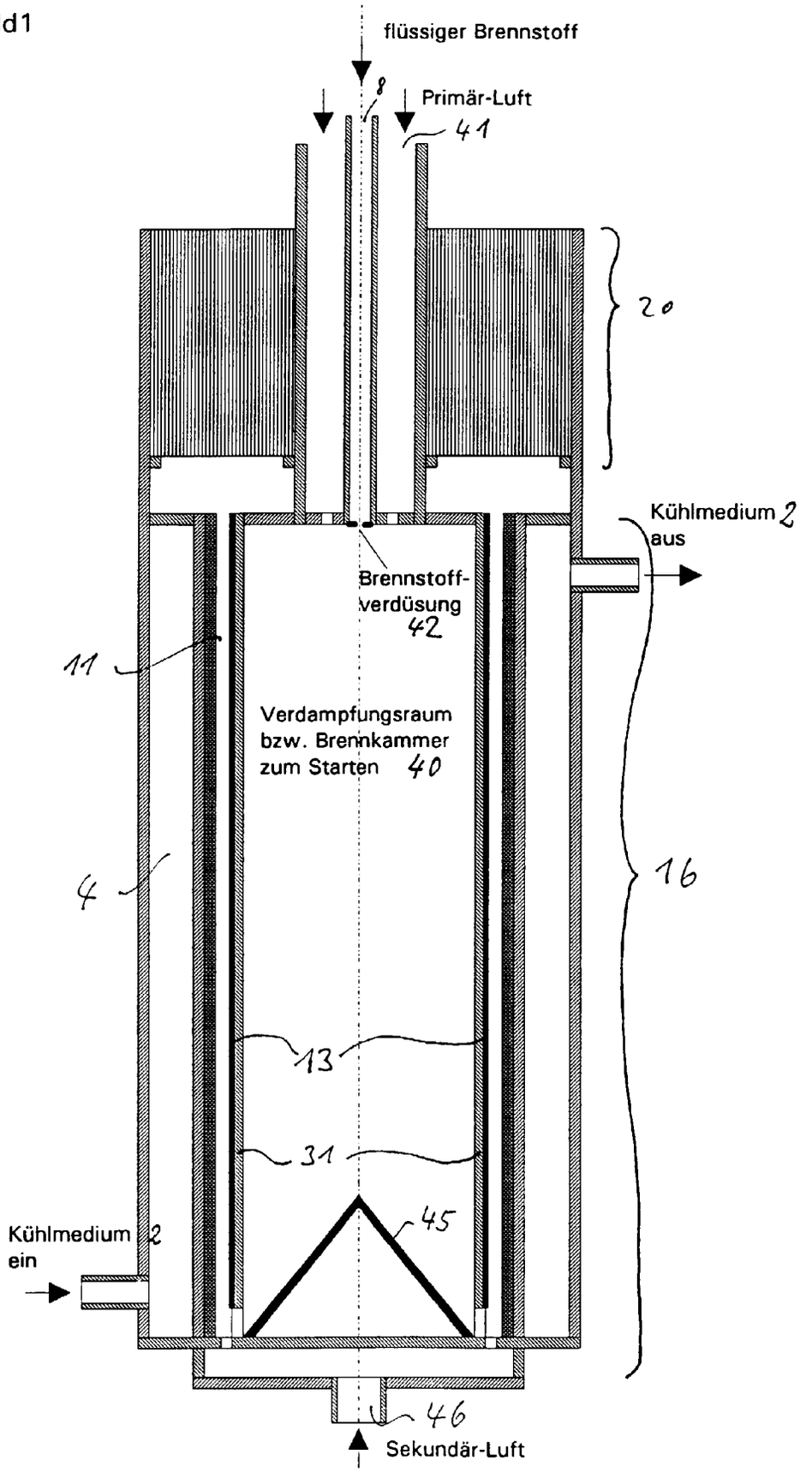

flüssiger Brennstoff
8
Primär-Luft
41
20
Kühlmedium 2
aus
Brennstoff-
verdüsung
42
11
Verdampfungsraum
bzw. Brennkammer
zum Starten 40
4
16
13
31
45
Kühlmedium 2
ein
46
Sekundär-Luft

Bild 2

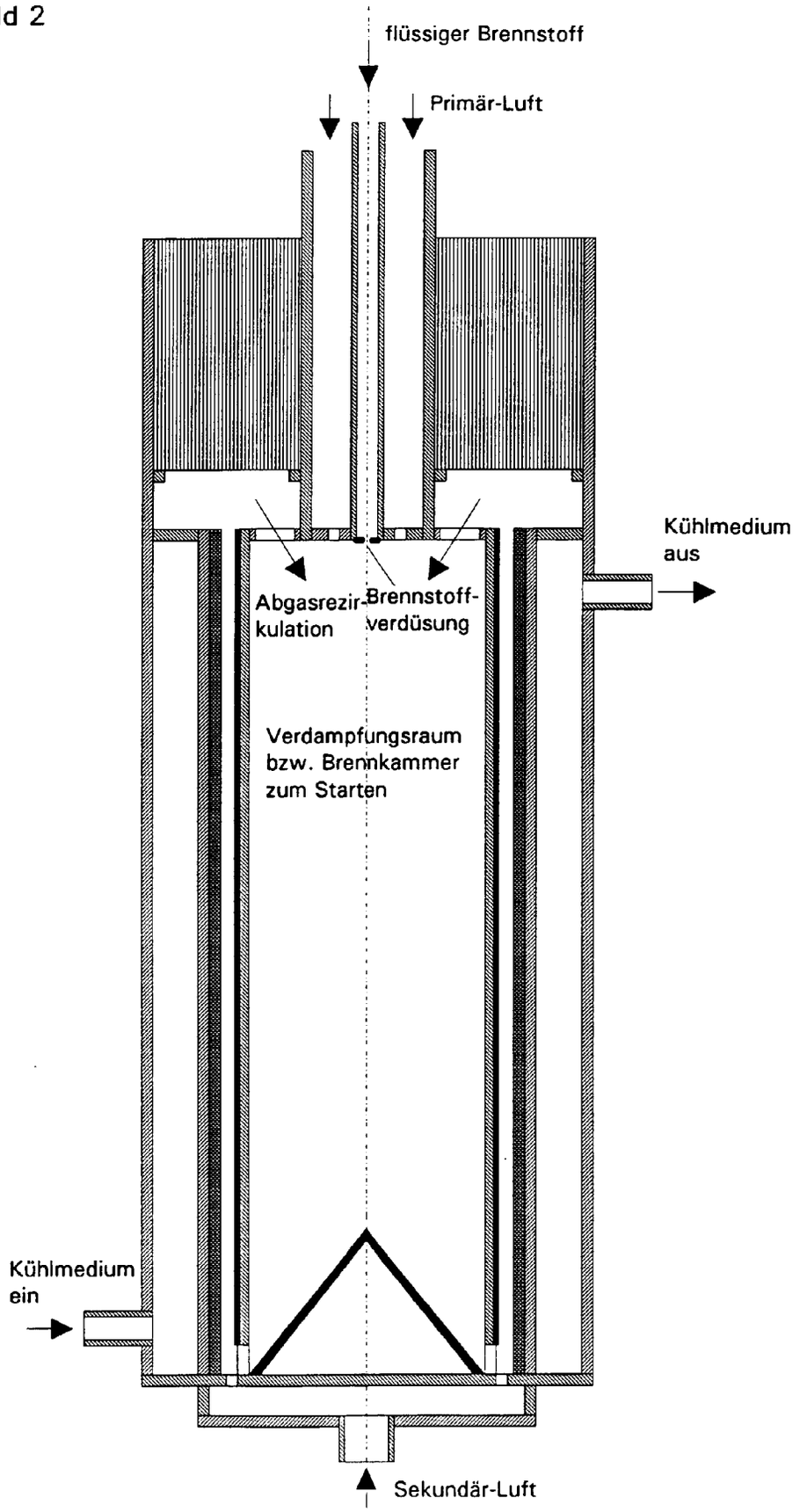
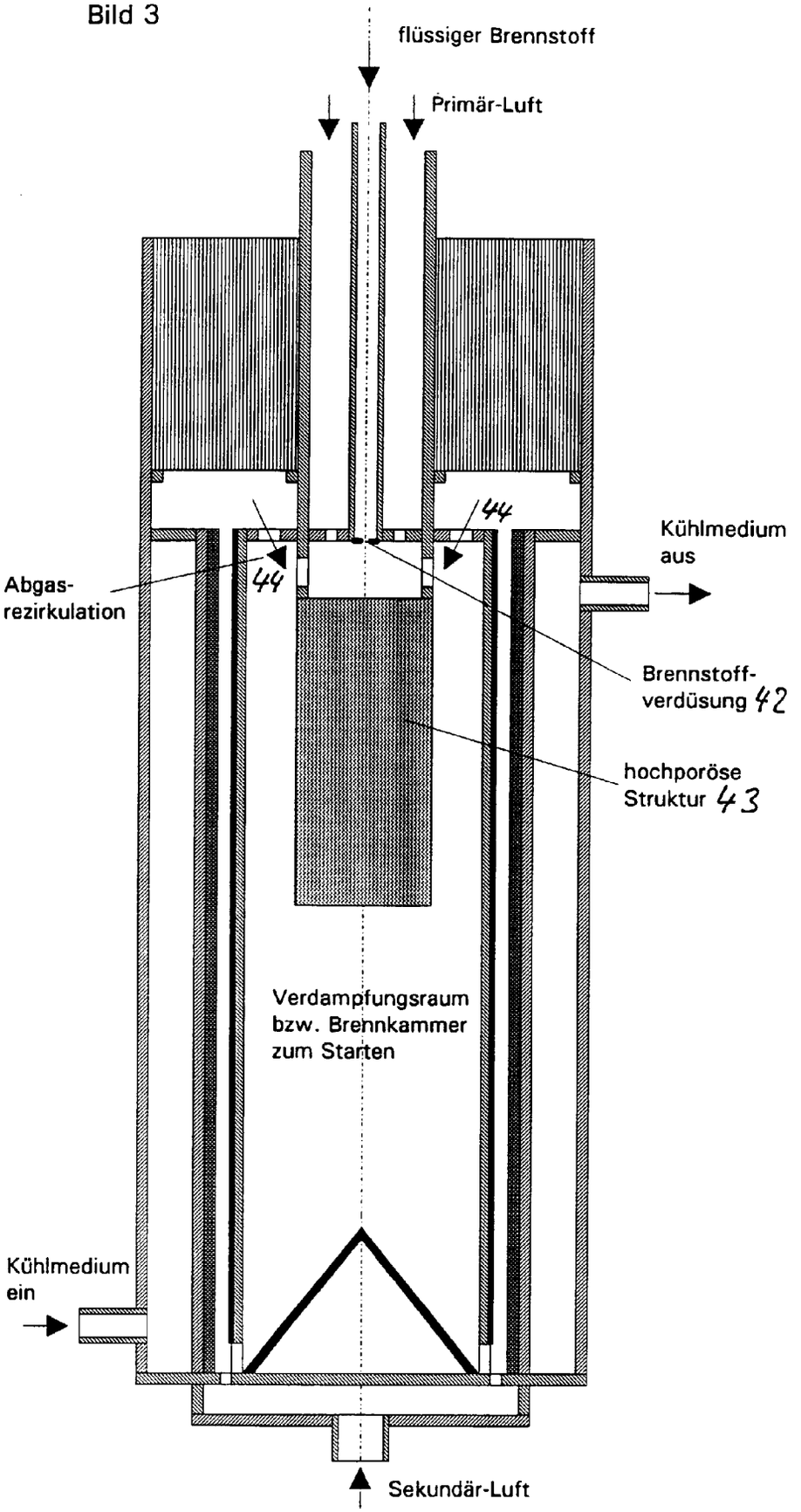

flüssiger Brennstoff
Primär-Luft
Kühlmedium
aus
Abgasrezir-
kulation
Brennstoff-
verdüsung
Verdampfungsraum
bzw. Brennkammer
zum Starten
Kühlmedium
ein
Sekundär-Luft

Bild 3


flüssiger Brennstoff
Primär-Luft
44
44
Kühlmedium aus
Abgas-rezirkulation
Brennstoff-verdüsung 42
hochporöse Struktur 43
Verdampfungsraum bzw. Brennkammer zum Starten
Kühlmedium ein
Sekundär-Luft