

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 765 675 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.04.1997 Patentblatt 1997/14

(51) Int. Cl.⁶: A62C 4/02

(21) Anmeldenummer: 96115191.7

(22) Anmeldetag: 21.09.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB IE IT LI NL SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
SI

(30) Priorität: 29.09.1995 DE 19536292

(71) Anmelder:
• Leinemann GmbH & Co.
38110 Braunschweig (DE)
• DEUTSCHE FORSCHUNGSANSTALT FÜR
LUFT- UND RAUMFAHRT e.V.
51147 Köln (DE)

(72) Erfinder:
• Eichert, Helmut, Prof. Dr.-Ing.
08459 Neukirchen (DE)
• Heinrich, Frank, Dipl.-Ing.
38110 Braunschweig (DE)
• Kratzel, Thomas, Dipl.-Ing.
71332 Waiblingen (DE)
• Pantow, Eberhard, Dipl.-Ing.
70567 Stuttgart (DE)

(74) Vertreter: Lins, Edgar, Dipl.-Phys. Dr.jur.
Gramm, Lins & Partner,
Theodor-Heuss-Strasse 1
38122 Braunschweig (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Abschwächen einer Detonation in einem Behälter- bzw. Rohrleitungssystem**

(57) Das Abschwächen einer Detonation in einem Behälter- bzw. Rohrleitungssystem durch Aufteilung der anlaufenden Detonationsfront und Zusammenführen in einem Expansionsraum (17,17',30) wird dadurch erheblich effektiver, daß die Aufteilung der Detonationsfront in eine Hauptfront und eine Nebenfront erfolgt und daß die Hauptfront mit einer längeren Laufzeit in den Expansionsraum (17,17',30) geleitet wird, so daß beim Eintritt der Hauptfront in den Expansionsraum (17,17',30) dieser Verbrennungsgase der Nebenfront enthält.

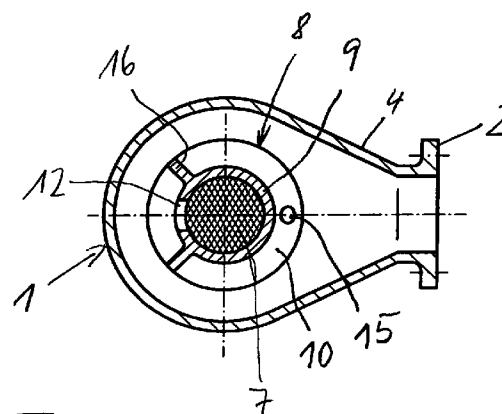
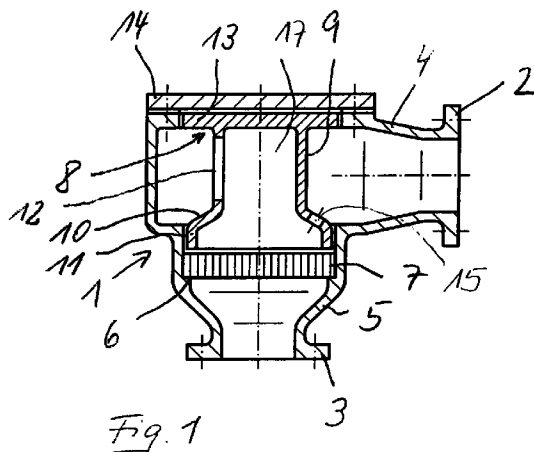


Fig. 2

EP 0 765 675 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abschwächen einer Detonation in einem Behälter- bzw. Rohrleitungssystem, bei dem eine anlaufende Detonationsfront aufgeteilt und in einem Expansionsraum wieder zusammengeführt wird.

Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zum Abschwächen einer Detonation in einem Behälter- bzw. Rohrleitungssystem mit einer im Fortpflanzungsweg der Detonationsfront liegenden Wandanordnung zum Aufteilen und Umlenken der Detonationsfront und mit einem Expansionsraum, in dem die aufgeteilte Detonationsfront wieder zusammengeführt wird.

Die Ausbreitung einer Explosion eines zündfähigen Gasgemisches in einem Behälter- bzw. Rohrleitungssystem kann als Detonation oder als Deflagration erfolgen. Bei der Detonation überlagern sich die Flammenfront und die durch die Druckwelle der Explosion gebildete Stoßfront, während bei der Deflagration die Stoßwellen der Flammenfront vorseilen. Die Flammenfortpflanzungsgeschwindigkeit von Deflagrationen liegen bei einigen 100 m/sec. und die Verbrennungsdrücke in Stoßrichtung bei bis zu 10 bar (bei einem Ausgangsdruck der Gemische von 1 bar), während bei Detonationen Flammenfortpflanzungsgeschwindigkeiten von mehreren 1.000 m/sec. und Drücke in Stoßrichtung von bis zu 100 bar auftreten können.

Es ist bekannt, die zerstörerische Wirkung von Detonationen durch Abschwächung bzw. Beendigung der Detonation zu vermeiden und vorzugsweise dabei die Flammen der Flammenfront der Detonation zum Erlöschen zu bringen. Häufig werden daher sogenannte "Detonationsbremsen" bzw. "Detonationsstoßfänger" mit einer Flammensperre kombiniert, die eine Vielzahl enger und langer Spalte aufweist, in denen die Flamme so stark abgekühlt wird, daß sie zum Erlöschen kommt.

Eine Detonationssicherung bestehend aus einer Detonationsbremse und einer Flammensperre ist durch die DE-PS 1 192 980 bekannt. Die sich durch eine Rohrleitung fortpflanzende Detonationsfront wird bei der bekannten Vorrichtung durch die konvexe Außenseite einer kreiszylindrisch ausgebildeten Wand aufgeteilt und gelangt in einen Expansionsraum mit einem gegenüber der Rohrleitung vergrößerten Volumen. Die aufgeteilte Detonationsfront kann erst nach mehreren Umlenkungen gegen die Flammensperre laufen, die in einem Ausgangstutzen befestigt ist, der um 90° gegenüber der Rohrleitung abgewinkelt ist, in der sich die Detonation ursprünglich ausgebreitet hat. Die mehreren Umlenkungen werden dadurch erforderlich, daß eine zweite halbkreiszyklindrische Wand mit einem kleineren Durchmesser vorgesehen ist, wobei die zueinander zeigenden Feinwandstücke einander überlappend angeordnet sind und dadurch eine Art Labyrinth bilden. Bei diesen bekannten Vorrichtungen können die aufeinander zulaufenden Teil-Detonationsfronten eine Nachde-

tonation auslösen, insbesondere, wenn ungünstige Gemischbedingungen vorliegen. Es ist daher erforderlich, die Flammensperre so zu dimensionieren, daß sie auch in diesem Fall eine sichere flammenlöschende Wirkung aufweist. Die flammenlöschenden Spalte der Flammensperre müssen ausreichend lang und ausreichend eng dimensioniert sein, wodurch jedoch für den Normalbetrieb bei der Durchströmung des Betriebsmediums ein relativ hoher Druckverlust in Kauf genommen werden muß. Darüberhinaus entsteht durch enge und lange Durchtrittspalte ein erhöhter Wartungsaufwand.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, durch die die Abschwächung einer Detonation in einem Behälter- bzw. Rohrleitungssystem verbessert werden kann.

Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren der eingangs erwähnten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Aufteilung der Detonationsfront in eine Hauptfront und eine Nebenfront erfolgt, und daß die Hauptfront mit einer längeren Laufzeit in den Expansionsraum geleitet wird, so daß beim Eintritt der Hauptfront in den Expansionsraum dieser Verbrennungsgase der Nebenfront enthält.

Während die Wirkungsweise der bekannten Vorrichtungen zur Detonationsabschwächung darauf beruhten, daß die Detonationsfront möglichst effektiv und häufig umgelenkt wird, um so die Fortpflanzungsgeschwindigkeit herabzusetzen und Energie zu verbrauchen, beruht die erfindungsgemäße Lösung darauf, daß ein vorzugsweise kleinerer Teil der Detonationsfront als Nebenfront in den Expansionsraum geleitet wird und dort, vorzugsweise in Form einer Deflagration, abbrennt, so daß die Hauptfront beim Eintritt in den Expansionsraum im wesentlichen Abgase vorfindet, wodurch die Fortpflanzung der Detonation behindert wird, so daß diese regelmäßig zerfällt. Dies wird sichergestellt, wenn die Laufzeit der Hauptfront relativ zur Nebenfront so dimensioniert wird, daß die Nebenfront in dem Expansionsraum bereits vollständig zerfallen ist, wenn die Hauptfront in den Expansionsraum eintritt.

Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich in allen Behälter- bzw. Rohrleitungssystemen einsetzen, um Detonationen zu vernichten bzw. zumindest abzuschwächen. Für Verbindungsstellen in andere Systeme oder in den Außenbereich wird zweckmäßigerweise eine Kombination mit einer herkömmlichen Flammensperre vorgenommen, wobei die verbesserte Wirkung der erfindungsgemäßen Detonationsabschwächung dazu führt, daß die Flammensperre weniger enge und/oder wenige lange Flammen löschende Spalte aufweisen muß, so daß der durch die Flammensperre bewirkte Druckabfall für den normalen Betriebszustand verringert wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders wirksam, wenn die Nebenfront in den ausgangsseitigen Teil des Expansionsraum geleitet wird, also beispielsweise bis kurz vor eine dort angeordnete Flammensperre, bevor sie in den Expansionsraum eintreten

kann. Das dadurch bewirkte gegenläufige Abbrennen der Nebenfront und Eintreten der Hauptfront in die Expansionskammer führt zu einer noch verbesserten und noch sichereren Abschwächung der Detonation.

Eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren funktionierende Vorrichtung der eingangs erwähnten Art ist dadurch gekennzeichnet, daß die Wandanordnung einen ersten Leitungsweg für die Hauptfront und einen zweiten Leitungsweg für die Nebenfront der Detonationsfront bildet, wobei die Leitungswege so dimensioniert sind, daß die Hauptfront gegenüber der Nebenfront verzögert in den Expansionsraum eintritt. Dabei ist vorzugsweise der Gesamtquerschnitt des ersten Leitungswegs wesentlich größer, vorzugsweise mindestens vier mal so groß, als der Gesamtquerschnitt des zweiten Leitungswegs.

Um sicherzustellen, daß die Detonation der Nebenfront beim Eintritt in die Expansionskammer in eine Deflagration übergegangen ist, ist der zweite Leitungsweg in einer bevorzugten Ausführungsform aus wenigstens einer Öffnung oder wenigstens einem Leitungsstück gebildet, dessen Durchmesser jeweils unterhalb des kritischen Durchmessers liegt. Der Begriff "kritischer Durchmesser" legt die Erkenntnis zugrunde, daß unterhalb eines bestimmten Durchmessers eines Leitungsstücks Stoßfront und Flammenfront nicht mehr gemeinsam voranschreiten können und daher getrennt werden. Erläuterungen des Begriffes "kritischer Rohrdurchmesser" finden sich in dem Artikel von Lee, J.H.S. Dynamic Parameters of Gaseous Detonations, Ann.Rev.Fluid.Mech. 16 (1984), Seiten 311 bis 336.

Aus den oben erwähnten Gründen kann der Expansionsraum am bezüglich der Wandanordnung strömungsmäßig anderen Ende durch eine Flammensperre mit flammenlöschenden Spalten abgeschlossen sein.

Für einen kompakten Aufbau der Vorrichtung, die unnötig lange Verzögerungen der Hauptfront vermeidet, ist es zweckmäßig, wenn der zweite Leitungsweg den direkten Durchtritt der Nebenfront in den Expansionsraum im wesentlichen ohne Umlenkung erlaubt. Dies ist insbesondere dann zweckmäßig, wenn bereits durch die Unterschreitung des kritischen Durchmessers für eine Trennung von Flammenfront und Stoßfront gesorgt wird, so daß energiezehrende Umlenkungen für die Nebenfront nicht mehr erforderlich sind. Da die Nebenfront im wesentlichen unverzögert fortschreitet, ist die für die Hauptfront benötigte Verzögerung minimiert.

Der zweite Leitungsweg kann in einer einfachen Ausführungsform durch wenigstens eine in Fortpflanzungsrichtung der Detonationsfront liegende Öffnung der Wandanordnung gebildet sein. Alternativ hierzu ist der zweite Leitungsweg durch wenigstens ein in Fortpflanzungsrichtung der Detonationsfront liegendes Leitungsstück gebildet. Das Leitungsstück kann zweckmäßigerweise kurz vor der Flammensperre enden, um die Gegenläufigkeit des Abbrennens der Flamme der Nebenfront und des Eintritts der Hauptfront in den Expansionsraum zu gewährleisten. Bei einer in

einem abgewinkelten Rohrstück angeordneten Flammensperre ist das Leitungsstück zweckmäßigerweise entsprechend gebogen. Die Wandanordnung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann in an sich bekannter Weise einen kreiszylindrischen Wandabschnitt aufweisen, der die Detonationsfront in zwei Hauptfronten aufteilt und umlenkt und der wenigstens eine Öffnung bzw. ein Leitungsstück für den Durchtritt der Nebenfront aufweist.

In einer alternativen konstruktiven Ausführungsform weist die Wandanordnung eine anlaufende Detonationsfront umfassende becherförmige Wand auf, in deren Boden sich wenigstens eine Öffnung bzw. ein Leitungsstück als zweiter Leitungsweg für den Durchtritt der Nebenfront befindet, wobei der erste Leitungsweg an der Außenseite der zylindrischen Abschnitte der becherförmigen Wand verläuft.

Die Erfindung soll im folgenden anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Es zeigen:

Figur 1 - einen Vertikalschnitt durch ein erstes, als Winkelstück ausgeführtes Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Figur 2 - einen Horizontalschnitt durch das erste Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1,

Figur 3 - einen Vertikalschnitt durch ein als Winkelstück ausgebildetes zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Figur 4 - einen Horizontalschnitt durch das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3,

Figur 5 - einen Vertikalschnitt durch ein drittes, als Winkelstück ausgeführtes Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Figur 6 - einen Horizontalschnitt durch das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 5,

Figur 7 - einen Vertikalschnitt durch ein linear ausgebildetes viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Figur 8 - einen Vertikalschnitt durch ein linear ausgebildetes fünftes Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Figur 9 - einen Vertikalschnitt durch ein linear ausgeführtes sechstes Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Die in den Figuren 1 und 2 dargestellte Vorrichtung weist ein als Winkelstück ausgebildetes Gehäuse 1 mit einem bezüglich der möglichen Detonation eingangsseitigen Anschlußflansch 2 und einem dazu um 90° abgewinkelten ausgangsseitigen Anschlußflansch 3

auf. Beide Anschlußflansche 2,3 weisen Wandungen 4,5 auf, die sich zum Inneren des Gehäuses 1 hin konisch erweitern. In dem erweiterten Teil der Wandung 5 des ausgangsseitigen Anschlußflansches 3 befindet sich eine Stufe 6, auf die eine übliche Flammensperre 7 aufgelegt ist. Die Flammensperre 7 wird mit Hilfe eines Einsatzes 8 des Gehäuses 1 an ihrem Ort gehalten. Der Einsatz 8 weist eine im wesentlichen kreiszylindrische Wandung 9 auf, die durch ein Übergangsstück 10 in einen unteren freien Rand 11 erweitert ist, der an der Flammensperre 7 anliegt.

Die kreiszylindrische Wandung 9 weist an der dem eingangsseitigen Flansch 2 gegenüberliegenden Seite eine schlitzförmige Öffnung 12 auf und ist auf der dem ausgangsseitigen Anschlußflansch 3 gegenüberliegenden Seite durch eine flache Platte 13 abgeschlossen. Der Einsatz 8 wird insgesamt durch einen auf das Gehäuse 1 aufgeschraubten Deckel 14 an Ort und Stelle abgedichtet gehalten.

Im Übergangsstück 10 befindet sich in der vertikalen Mittelebene des eingangsseitigen Anschlußflansches 2 eine Öffnung 15 mit einem Durchmesser, der weniger als 1/4 des Durchmessers des eingangsseitigen Anschlußflansches 2 beträgt und einen noch wesentlich geringeren Teil des erweiterten Querschnitts des Gehäuses 1 vor der kreiszylindrischen Wandung 9 einnimmt.

Die kreiszylindrische Wandung 9 weist ferner in dem dem Eingangsflansch 2 gegenüberliegenden Bereich seitlich von der Öffnung 12 radiale Verstärkungsrippen 16 auf, die sich radial bis zur Höhe des freien Randes 11 erstrecken.

Eine durch den eingangsseitigen Anschlußflansch 2 des Gehäuses 1 einlaufende Detonationsfront gelangt auf die kreiszylindrische Wandung 9 und wird dort aufgeteilt. Wegen der Symmetrie der Anordnung werden zwei Hauptfronten gebildet, die um die kreiszylindrische Wandung 9 und die Verstärkungsrippen 16 herumlaufen und durch die Öffnung 12 in den einen Expansionsraum 17 bildenden Innenraum der kreiszylindrischen Wandung 9 eintreten. Die Hauptfronten gelangen somit über den beschriebenen ersten Leitungsweg in den Expansionsraum 17 und zur Flammensperre 7.

Ein kleiner Teil der anlaufenden Detonationsfront tritt durch die Öffnung 15 als Nebenfront hindurch und gelangt direkt in den Expansionsraum 17, und zwar dicht vor der Flammensperre 7. Die Öffnung 15 bildet somit einen zweiten Leitungsweg, auf dem eine Nebenfront der Detonationsfront in den Expansionsraum 17 gelangt.

Da die Hauptfronten über den ersten Leitungsweg einen längeren Weg in den Expansionsraum 17 als die Nebenfront zurücklegen müssen, gelangt die Nebenfront zeitlich vor den Hauptfronten in den Expansionsraum 17. Die Nebenfront zerfällt im Expansionsraum 17 und brennt als Deflagration ab. Wenn die Hauptfronten in den Expansionsraum eintreten, ist dieser somit - zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig - mit Abgasen gefüllt, so daß die Hauptfronten im Expansi-

onsraum 17 keine brennbaren Gase mehr oder nur noch geringe Mengen davon vorfinden und keine ausreichende Energie zur Fortpflanzung aufnehmen können. Auch die Hauptfronten zerfallen daher in dem Expansionsraum 17, bevor sie zur Flammensperre 7 gelangen.

Die Flammensperre 7 braucht somit nur noch für die wesentlich weniger gefährlichen Deflagrationen ausgelegt zu sein, kann also wesentlich weniger enge und/oder weniger lange Spalte aufweisen. Dadurch wird ein geringerer Strömungswiderstand gebildet und die Wartung der Flammensperre 7 erleichtert.

Bei dem in den Figuren 3 und 4 dargestellten Ausführungsbeispiel bildet der Einsatz 8' zugleich den Deckel 14 des Längsgehäuses 1 die kreiszylindrische Wandung 9' weist einen Durchmesser auf, der dem Außendurchmesser der Flammensperre 7 entspricht. Mit der Öffnung 12 auf der dem eingangsseitigen Anschlußflansch gegenüberliegenden Seite fluchtet ein weiterer kreiszylindrischer Wandabschnitt 18, der konzentrisch zu der kreiszylindrischen Wand 9', jedoch mit kleinerem Durchmesser angeordnet ist. Eine Öffnung 19 des kreiszylindrischen Wandabschnitts 18 zeigt zum eingangsseitigen Anschlußflansch 2, so daß die durch die kreiszylindrische Wand 9' gebildeten Teil-Hauptfronten durch ein durch die Öffnung 12, 19 gebildetes Labyrinth in den Expansionsraum 17' oberhalb der Flammensperre 7 gelangen.

In der Achse des eingangsseitigen Anschlußflansches 2 befindet sich in der kreiszylindrischen Wand 9' ein in den Expansionsraum 17' ragendes Leitungsstück 20, das mit einem Durchmesser unterhalb des kritischen Rohrdurchmessers eine Nebenfront ohne Umlenkung in den Expansionsraum 17' leitet, während die Hauptfront mehrfach umgelenkt und verzögert in den Expansionsraum 17' gelangen.

Bei dem in den Figuren 5 und 6 dargestellten dritten Ausführungsbeispiel ist gegenüber dem zweiten Ausführungsbeispiel der Figuren 3 und 4 das Leitungsstück 20' nach unten abgewinkelt, um die Nebenfront in einer größeren Nähe zur Flammensperre 7 in den Expansionsraum 17' einzuleiten. Darüberhinaus ist die kreiszylindrische Wandung 9'' als halbkreisförmiger Abschnitt ausgebildet. Der zweite kreiszylindrische Wandabschnitt 18 ist mit radialen Rippen 16' versehen, die zusammen mit den Enden des kreisförmigen Wandabschnitts 9'' Eintrittsöffnungen 12' bilden, die sich seitlich an der Wandanordnung befinden und zusammen mit der Öffnung 19 die mehrfachen Umlenkungen der Hauptfronten bewirken. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird der Einsatz 8'' - wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel - eine separaten Deckel 14 befestigt.

Bei dem in Figur 7 dargestellten vierten Ausführungsbeispiel weist ein Gehäuse 21 einen in einer gemeinsamen Achse liegenden eingangsseitigen Anschlußflansch 22 und ausgangsseitigen Anschlußflansch 23 auf. Der eingangsseitige Anschlußflansch 22 mündet mit einem zylindrischen Rohrstück 24 in den Innenraum des Gehäuses 21 und wird dort von einer

becherförmigen Wand 25 überlappend übergriffen. Die becherförmige Wand 25 besteht aus einer zylindrischen Mantelwand 26 und einem vom eingangsseitigen Anschlußflansch 22 weggewölbten Boden 27. Zwischen dem rohrförmigen Leitungsstück 24 des eingangsseitigen Anschlußflansches 22 und der zylindrischen Wand 26 der becherförmigen Wand 25 einerseits wie zwischen der zylindrischen Wand 26 und dem Gehäuse 21 andererseits, sind Ringspalte 28,29 ausgebildet, die ein Labyrinth für eine in die becherförmige Wand 25 einlaufende Detonationsfront bilden, die aus der becherförmigen Wand 25 über den inneren Ringspalt 28 reflektiert austritt und nach Umlenkung um 180° durch den äußeren Ringspalt 29 in eine Expansionskammer 30 eintritt, die durch eine Flammensperre 7 abgeschlossen ist. Die Flammensperre 7 ist zwischen zwei als Befestigungsflansche 31 abgeschlossene Teile des Gehäuses 21 eingelegt und durch Verschraubung der Befestigungsflansche 31 verspannt, wobei das nicht den Expansionsraum 30 enthaltende Teil des Gehäuses 21 lediglich die Verjüngung auf den ausgangsseitigen Anschlußflansch 23 enthält.

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die Nebenfront durch eine in der Achse des eingangsseitigen Anschlußflansches 22 liegende Öffnung 32 in den Expansionsraum 30 ohne Umlenkung geleitet.

Bei dem in Figur 8 dargestellten Ausführungsbeispiel, das im wesentlichen mit dem in Figur 7 dargestellten Ausführungsbeispiel übereinstimmt, sind im Boden 27 der becherförmigen Wand 25 mehrere Öffnungen 32 symmetrisch zur Achse des eingangsseitigen Anschlußflansches 22 angeordnet, von denen in der vertikalen Schnittachse 3 Öffnung 32 zu sehen sind.

Das in Figur 9 dargestellte Ausführungsbeispiel entspricht dem in Figur 7 dargestellten Ausführungsbeispiel mit dem Unterschied, daß statt der Öffnung 32 ein Leitungsstück 32' vorgesehen ist, durch das die Nebenfront in größerer Nähe zur Flammensperre 7 in den Expansionsraum 30 eingeleitet wird.

Alle dargestellten Ausführungsbeispiele erlauben eine wirksame Schwächung bzw. Beendigung der Detonation und daher eine geringe Belastung der in diesen Ausführungsbeispielen vorgesehenen Flammensperren 7.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abschwächen einer Detonation in einem Behälter- bzw. Rohrleitungssystem, bei dem eine anlaufende Detonationsfront aufgeteilt und in einem Expansionsraum (17,17',30) wieder zusammengeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Aufteilung der Detonationsfront in eine Hauptfront und eine Nebenfront erfolgt und das die Hauptfront mit einer längeren Laufzeit in den Expansionsraum (17,17',30) geleitet wird, so daß beim Eintritt der Hauptfront in den Expansionsraum (17,17',30) dieser Verbrennungsgase der Nebenfront enthält.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Nebenfront wesentlich kleiner als die Hauptfront ausgebildet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Laufzeit der Hauptfront relativ zur Nebenfront so dimensioniert wird, daß die Nebenfront in dem Expansionsraum (17,17',30) bereits vollständig zerfallen ist, wenn die Hauptfront in den Expansionsraum (17,17',30) eintritt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** nach dem Zerfallen der Detonation das Gas zum Löschen einer etwaig noch bestehenden Flamme durch ein flammenlöschende Spalte aufweisende Flammensperre (7) geleitet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Nebenfront bezüglich der Hauptfront an einem gegenüberliegenden Ende in den Expansionsraum (17,17',30) geleitet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 und 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Nebenfront bis kurz vor die Flammensperre (7) geleitet wird, bevor sie in den Expansionsraum (17,17',30) eintritt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich die Hauptfront gegenläufig zur Nebenfront im Expansionsraum (17,17',30) ausbreitet.

8. Vorrichtung zum Abschwächen einer Detonation in einem Behälter- bzw. Rohrleitungssystem mit einer im Fortpflanzungsweg der Detonationsfront liegenden Wandanordnung zum Aufteilen und Umlenken der Detonationsfront und mit einem Expansionsraum (17,17',30) in dem die aufgeteilte Detonationsfront wieder zusammengeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Wandanordnung (9,16; 9',18; 9'',16',18; 24,25) einen ersten Leitungsweg für Hauptfront und einen zweiten Leitungsweg für eine Nebenfront der Detonationsfront bildet, wobei die Leitungswege so dimensioniert sind, daß die Hauptfront gegenüber der Nebenfront verzögernd in den Expansionsraum (17,17',30) eintritt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Gesamtquerschnitt des ersten Leitungswegs wesentlich größer ist als der Gesamtquerschnitt des zweiten Leitungswegs.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Gesamtquerschnitt des zweiten Leitungswegs weniger als 1/4 des Gesamtquerschnitts des ersten Leitungswegs beträgt.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Leitungsweg aus wenigstens einer Öffnung (15,32) bzw. wenigstens einem Leitungsstück (20,20',32') gebildet ist, dessen Durchmesser jeweils unterhalb 5
des kritischen Rohrdurchmessers liegt.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, daß der Expansionsraum (17,17',30) am bezüglich der Wandanordnung 10
strömungsmäßig anderen Ende durch eine Flammensperre (7) mit flammenlöschenden Spalten abgeschlossen ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, 15
dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Leitungsweg den direkten Durchtritt der Nebenfront in den Expansionsraum (17,17',30) im wesentlichen ohne Umlenkung erlaubt.
20

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Leitungsweg durch wenigstens eine in Fortpflanzungsrichtung der Detonationsfront liegende Öffnung (15,32) gebildet ist. 25

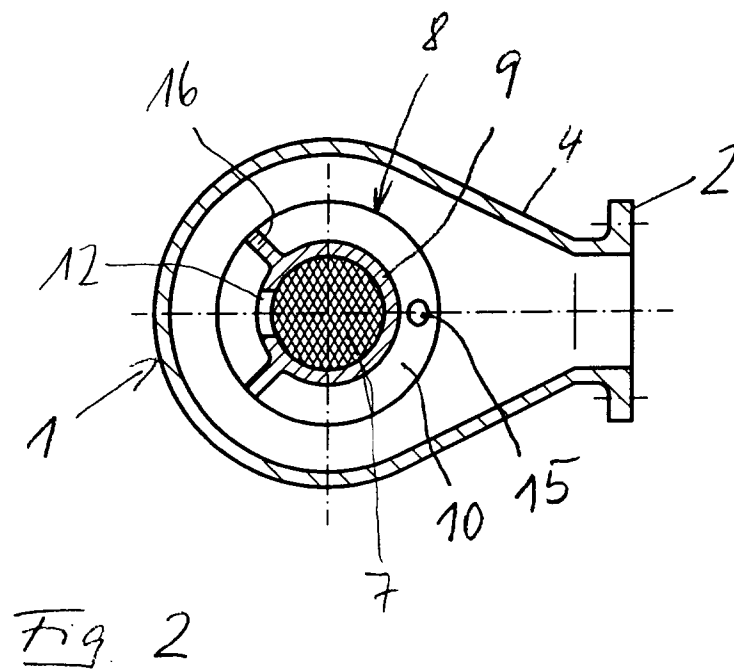
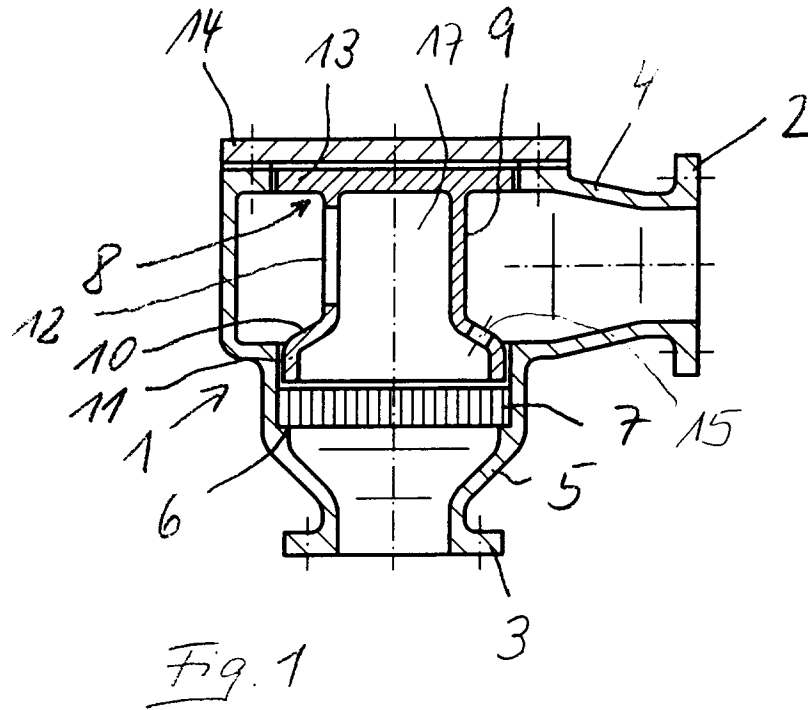
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Leitungsweg durch wenigstens ein in Fortpflanzungsrichtung der Detonationsfront liegendes 30
Leitungsstück (20,20',32') gebildet ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Leitungsstück (20,20',32') kurz vor der Flammensperre (7) endet. 35

17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Leitungsstück (20') auf die in einem abgewinkelten Rohrstück angeordnete Flammensperre (7) abgebogen ist. 40

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 17,
dadurch gekennzeichnet, daß die Wandanordnung in an sich bekannter Weise kreiszylindrische Wand (9,9') aufweist, die die Detonationsfront in 45
zwei Hauptfronten aufteilt und umlenkt und wenigstens eine Öffnung (15) bzw. ein Leitungsstück (20,20') für den Durchtritt der Nebenfront aufweist.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 17, 50
dadurch gekennzeichnet, daß die Wandanordnung eine die anlaufende Detonationsfront umfassende becherförmige Wand (25) aufweist, in deren Boden (27) wenigstens eine Öffnung (32) bzw. ein Leitungsstück (32') ein zweiter Leitungsweg für den 55
Durchtritt der Nebenfront befindet, und daß der erste Leitungsweg (28,29) an der Außenseite der zylindrischen Abschnitte (26) der becherförmigen Wand (25) entlang verläuft.



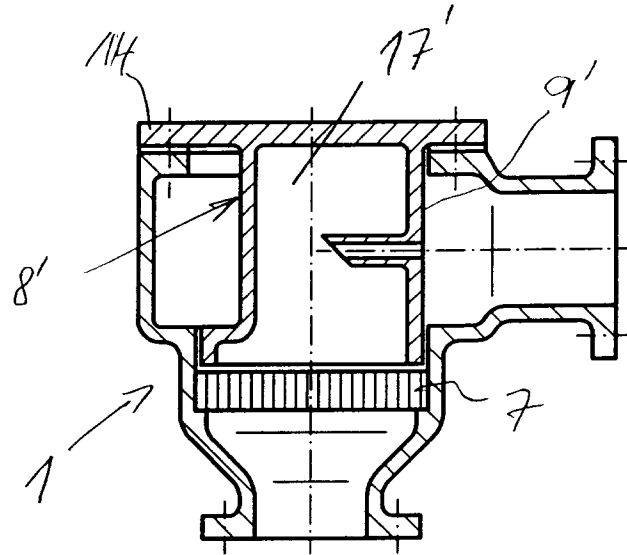


Fig. 3

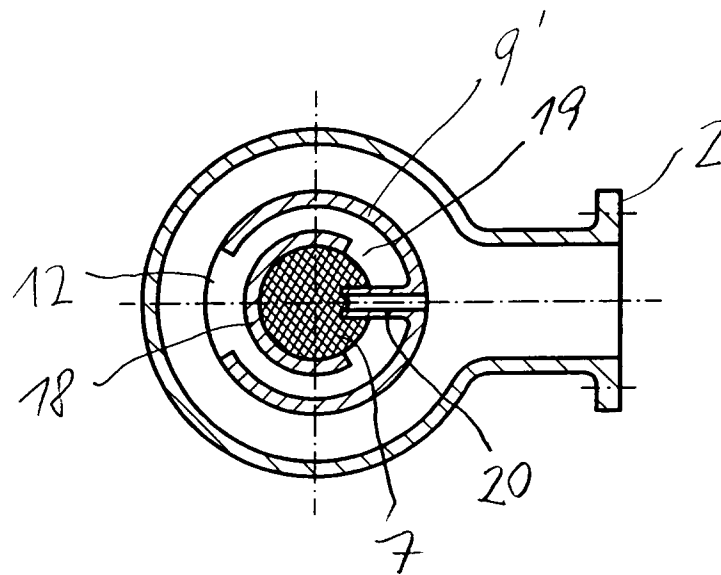


Fig. 4

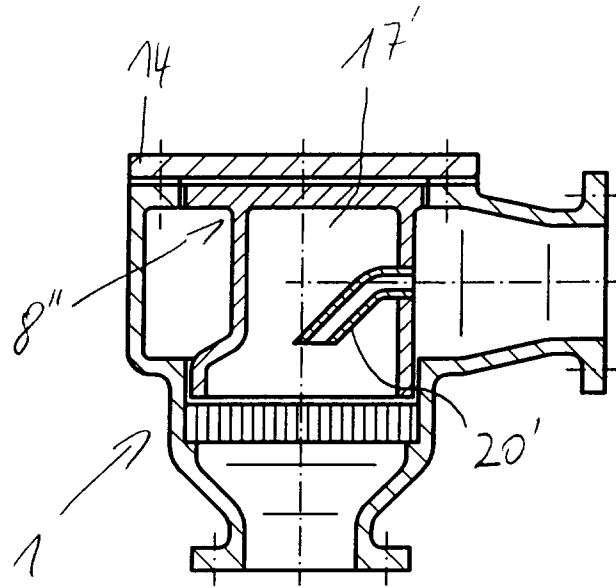


Fig 5

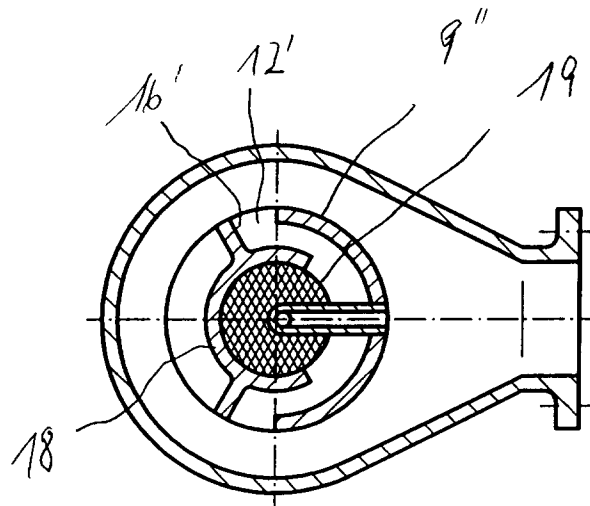
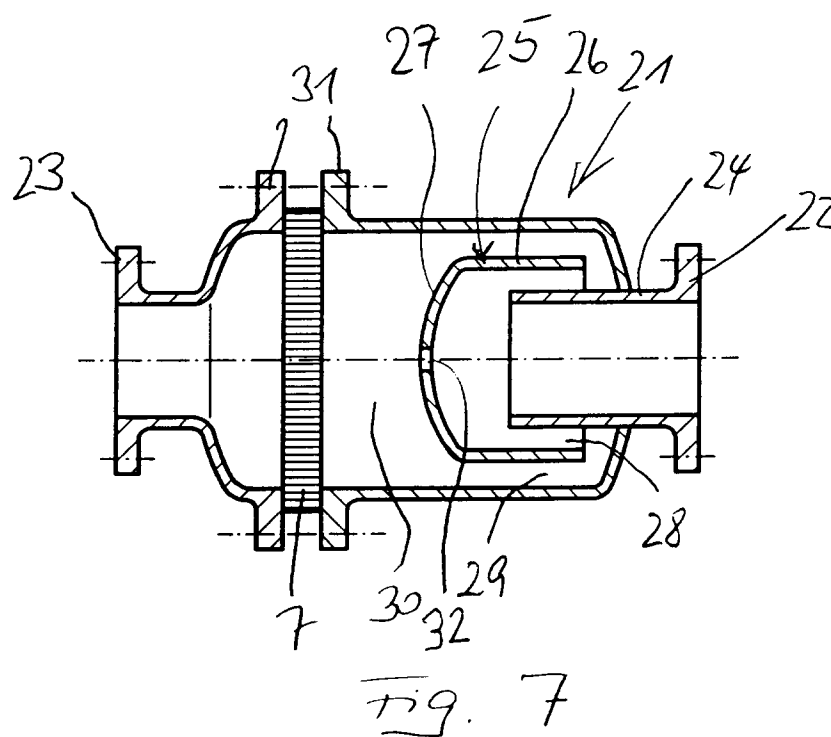


Fig. 6



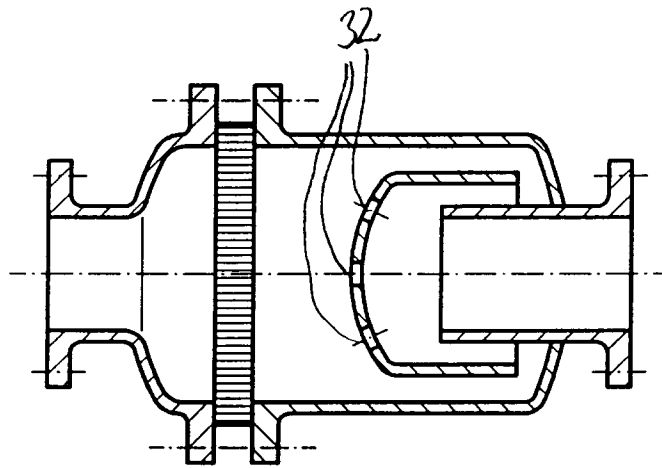


Fig. 8

