

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. Januar 2017 (19.01.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/009384 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F04F 5/04 (2006.01) A62C 4/02 (2006.01)
F04F 5/46 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/066673

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Juli 2016 (13.07.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
15176871.0 15. Juli 2015 (15.07.2015) EP

(71) Anmelder: BASF SE [DE/DE]; Carl-Bosch-Str. 38, 67056 Ludwigshafen am Rhein (DE).

(72) Erfinder: ZAHN, Volker; 11900 Shadow Creek Parkway APT 925, Pearland, Texas 77584 (US). BLANCHARD, Robert John; C7, 21, 68159 Mannheim (DE).

(74) Anwalt: KUDLA, Karsten; Isenbruck Bösl Hörschler LLP Patentanwälte, EASTSITE ONE, Seckenheimer Landstraße 4, 68163 Mannheim (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

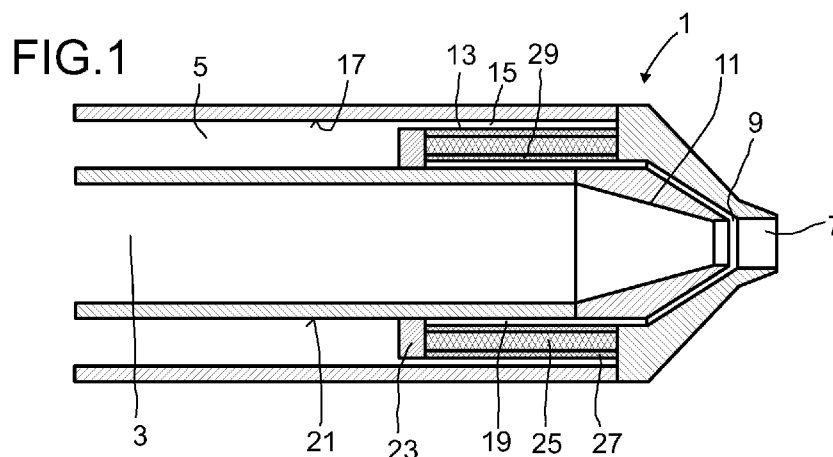
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: EJECTOR NOZZLE AND USE OF THE EJECTOR NOZZLE

(54) Bezeichnung : EJEKTORDÜSE UND VERWENDUNG DER EJEKTORDÜSE



(57) Abstract: The invention relates to an ejector nozzle (1) with a liquid-carrying channel (3) and with a gas-carrying channel (5), said gas-carrying channel (5) opening into the liquid-carrying channel (3) upstream from an outlet opening (7), characterized in that an insert (13) acting as a flame arrester is positioned in the gas-carrying channel (5), wherein the insert (13) is designed such that no gas is able to flow around the insert (13). The invention further relates to a use of the ejector nozzle in a jet loop reactor.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Ejektordüse (1) mit einem flüssigkeitsführenden Kanal (3) und einem gasführenden Kanal (5), wobei der gasführende Kanal (5) stromauf einer Austrittsöffnung (7) in den flüssigkeitsführenden Kanal (3) mündet, dadurch gekennzeichnet, dass im gasführenden Kanal (5) ein als Flammensperre wirkender Einsatz (13) positioniert ist, wobei der Einsatz (13) so gestaltet ist, dass kein Gas den Einsatz (13) umströmen kann. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Verwendung der Ejektordüse in einem Strahlschlaufenreaktor.



WO 2017/009384 A1

Ejektordüse und Verwendung der Ejektordüse

Beschreibung

5

Die Erfindung geht aus von einer Ejektordüse mit einem flüssigkeitsführenden Kanal und einem gasführenden Kanal, wobei der gasführende Kanal stromauf einer Austrittsöffnung in den flüssigkeitsführenden Kanal mündet.

10 Ejektordüsen, das heißt Ejektoren, Strahldüsen und Ejektorstrahldüsen, die zusammenfassend als Ejektordüsen bezeichnet werden, werden zum Beispiel eingesetzt in Reaktoren, in denen Reaktionen durchgeführt werden, die eine schnelle Durchmischung von Gas und Flüssigkeit erfordern. Ein weiteres Einsatzgebiet sind Schlaufenreaktoren, in denen mit Hilfe der Ejektordüse auch die interne Zirkulationsströmung erzeugt wird. Weiterhin können Ejektordüsen in Gas-
15 Umlaufreaktoren oder Gas-Flüssig-Absorbern eingesetzt werden.

In einer Ejektordüse wird üblicherweise im flüssigkeitsführenden Kanal eine Flüssigkeitsströmung mit hoher Geschwindigkeit erzeugt. Hierdurch bildet sich an der Mündung des gasführenden Kanals in den flüssigkeitsführenden Kanal ein Unterdruck und das Gas wird angesaugt.

20 Aufgrund der hohen Geschwindigkeit ist die Strömung turbulent und es erfolgt eine schnelle Durchmischung von Gas und Flüssigkeit. Üblicherweise tritt das Gemisch aus Gas und Flüssigkeit unmittelbar hinter der Mündung des gasführenden Kanals in den flüssigkeitsführenden Kanal durch die Austrittsöffnung aus der Ejektordüse aus.

25 Eine als Treibstrahldüse wirkende Ejektordüse ist zum Beispiel in DE-A 24 10 570 oder in DE-A 24 21 407 beschrieben. Hierbei wird jeweils über einen zentralen Kanal Flüssigkeit zugeführt und über einen den zentralen Kanal umschließenden Kanal das Gas. Aufgrund der hohen Geschwindigkeit der zugeführten Flüssigkeit im Bereich der Düse wird das Gas mitgerissen. Es entsteht eine turbulente Strömung, die zu einer schnellen Durchmischung führt.

30

Um die Durchmischung von Gas und Flüssigkeit zu verbessern, ist aus EP-B 2 066 430 bekannt, in den die Flüssigkeit führenden Kanal einen Drallkörper einzusetzen. Durch den Drallkörper wird auf die Flüssigkeit vor dem Austritt aus dem Kanal eine Drallbewegung aufgeprägt. Die Drallbewegung führt zu einer Aufspreizung des Strahls am Düsenaustritt, wodurch der
35 Strahl definiert auf die nachfolgende Gasdüse trifft und eine größere Gas/Flüssig-Grenzfläche erzeugt werden kann, die wiederum zu einer schnelleren Durchmischung von Gas und Flüssigkeit führt.

40 Problematisch bei allen Ejektordüsen, die in Reaktoren eingesetzt werden, ist jedoch, dass bei explosionsfähigen oder brennbaren Reaktanden eine Flammfront entstehen kann, die sich schnell ausbreitet. Hierbei ist einerseits die Bildung einer Flammfront im Reaktor möglich, die in Richtung der Ejektordüse rückschlagen kann, andererseits besteht jedoch auch die Gefahr, dass die explosionsfähigen oder brennbaren Reaktanden beginnt in der Zufuhrleitung zu brennen und sich die so entstehende Flammfront in Richtung des Reaktors bewegt. Üblicherweise

wird zwischen Deflagrationsfronten und Detonationsfronten unterschieden. Hierbei weisen diese Flammfronten unterschiedliche Geschwindigkeiten, Druckanstiegsraten und Maximaldrücke auf.

5 Insbesondere eine Ausbreitung der Deflagrationsfront oder Detonationsfront kann zu einer Schädigung des Apparats führen und muss abgeschwächt oder verhindert werden. Dabei ist die Zerstörungswirkung insbesondere in geschlossenen Systemen bei der Detonation gewöhnlich um Größenordnungen größer als bei einer Deflagration.

10 Um das Ausbilden einer Flammfront zu verhindern ist es zum Beispiel aus US 5,726,321 bekannt, zu vermeiden, dass sich eine zusammenhängende Gasphase ausbildet. Alternativ ist aus der US 5,948,945 zur Verminderung der Zündwirksamkeit der eingesetzten Stoffe bekannt, in Bereiche, in denen die Zersetzung von Acetylen oder eines Acetylen enthaltenden Gases eingeleitet wird, ein chemisch inertes Öl mit mittlerer Viskosität zuzugeben.

15 Alternativ zu den bekannten Verfahren, bei denen die Entstehung einer Flammfront oder eines explosiven Gemischs durch entsprechende Verfahrensmaßnahmen, beispielsweise die Vermeidung einer zusammenhängenden Gasphase oder das Einspritzen eines chemisch inerten Öls, sind auch bauliche Maßnahmen an der Ejektordüse oder am Reaktor bekannt, mit denen
20 eine Ausbreitung einer möglicherweise entstehenden Flammfront verhindert werden soll.

So ist zum Beispiel in der DE-A 10 2006 002 802 eine Misch- und Injektionsvorrichtung beschrieben, die als Zweikammerrohr mit brennstoffgekühlter, geschlossener Spitze ausgebildet ist. Zum Verbessern des Mischvorganges und zur Erhöhung des Wärmeübergangs beim Küh-
25 len der geschlossenen Spitze sind mikrostrukturierte Oberflächen vorgesehen. Gas und Flüssigkeit werden in einem Ringspalt des Zweikammerrohrs vermischt und durch eine ringförmige Öffnung ausgestoßen.

Aus der US-A 2005/0069831 ist ein Gasbrenner bekannt, bei dem sich stromab der eigentlichen
30 Mischdüse eine durchlässige Barriere befindet, die eine weitere Durchmischung von Brennstoff und Luft beim Durchströmen bewirkt. Gleichzeitig wird durch die Barriere ein Rückschlagen der Flammfront verhindert. Bei dem in der US 5,098,284 beschriebenen Brenner ist eine Flammensperre vorgesehen, die von der Gas/Brennstoff-Mischung durchströmt wird und sich stromauf einer Zündquelle befindet, mit der das Gemisch gezündet wird.

35 Flammensperren sind insbesondere aus Brennereinheiten bekannt. Bei Reaktoren, in denen zündfähige Gemische behandelt werden und die mit einer Ejektordüse versehen sind, wird im Allgemeinen durch verfahrenstechnische Maßnahmen versucht zu verhindern, dass es zu einer Ausbreitung einer Flammfront kommt. Im Unterschied zu Brennern bilden sich üblicherweise in
40 Reaktoren, beispielsweise Strahlschlaufenreaktoren, keine Flammfronten aus. Die Umsetzung erfolgt ohne Flammbildung. Die Positionierung einer Flammensperre stromab der eigentlichen Düse, wie dies bei den Brennern erfolgt, hat den Nachteil, dass der dadurch zusätzlich erzeugte Druckverlust die Geschwindigkeit des Gemischs stark reduziert und damit die eigentliche Funk-

tion der Ejektordüse, nämlich eine schnelle Durchmischung auch mit im Reaktor enthaltener Flüssigkeit zu bewirken, nachteilig beeinflusst wird.

5 Bei Einsatz von brennbaren Edukten lässt sich jedoch nicht ausschließen, dass diese Flammen bilden. Daher ist es notwendig, durch geeignete Maßnahmen eine Ausbreitung einer möglichen Flamme, die zu Schäden in der Anlage führen kann, zu verhindern. Das Schadensausmaß von Deflagrationsfronten und Detonationsfronten kann unterschiedlich ausfallen und hängt von unterschiedlichen Faktoren ab, zum Beispiel Druck, Impuls, Struktur der Umgebung.

10 Wenn die Detonationsfront eine größere Schadenswirkung nach sich zieht als die Deflagrationsfront, kann der Umschlag von einer Deflagration in eine Detonation zum Beispiel durch Einsatz einer Flamm Sperre gezielt unterbunden werden.

15 Um Schäden an den Apparaten zu vermeiden ist es notwendig, Absicherungen zu treffen, mit denen die Ausbreitung einer Flammfront, insbesondere einer Detonationsfront verhindert werden kann.

20 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Ejektordüse bereitzustellen, mit der bei Einsatz in Reaktionen mit brennbaren Edukten eine Ausbreitung einer Flammfront verhindert wird.

25 Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Ejektordüse mit einem flüssigkeitsführenden Kanal und einem gasführenden Kanal, wobei der gasführende Kanal stromauf einer Austrittsöffnung in den flüssigkeitsführenden Kanal mündet und wobei im gasführenden Kanal ein als Flamm Sperre wirkender Einsatz positioniert ist, wobei der Einsatz so gestaltet ist, dass kein Gas den Einsatz umströmen kann.

30 Durch die Positionierung der Flamm Sperre im gasführenden Kanal wird die Geschwindigkeit des aus der Ejektordüse austretenden Mediums, das insbesondere durch die Geschwindigkeit der Flüssigkeit bestimmt wird, nicht signifikant reduziert. Die Funktion der Treibstrahldüse wird somit nicht wesentlich beeinflusst.

35 Reaktoren, die mit einer erfindungsgemäßen Ejektordüse ausgestattet werden können, sind alle Reaktoren, in denen eine schnelle Durchmischung von Gas und Flüssigkeit gewünscht ist und in denen eine Strömung erzeugt werden soll. Entsprechende Reaktoren sind zum Beispiel Strahlschlaufenreaktoren oder Reaktoren, in denen eine Strömung zur Durchmischung aufgebracht wird, die mit einer Ejektordüse erzeugt wird. Auch können Rohrreaktoren, die sich an eine Ejektordüse anschließen, eingesetzt werden. Besonders bevorzugt ist jedoch der Einsatz einer Ejektordüse in einem Strahlschlaufenreaktor. Ein solcher Strahlschlaufenreaktor wird
40 alternativ auch als Treibstrahlreaktor bezeichnet.

Da sich im Allgemeinen in der Gasphase die Flammen bilden und es entsprechend insbesondere in der Gasphase zu einer Ausbreitung der Flammfront kommen kann, befindet sich erfin-

5 dungsgemäß der als Flammensperre wirkende Einsatz im gasführenden Kanal. Die Flammen können sich sowohl in der Zuleitung zu der Ejektordüse bilden als auch in dem Raum, in den die Ejektordüse mündet. Durch den als Flammensperre wirkenden Einsatz im gasführenden Kanal wird eine Ausbreitung der Flammfront in beiden Richtungen wirksam verhindert. Als Flammensperre wirkender Einsatz eignet sich dabei jeder beliebige Einsatz, der einen Durchtritt von Flammen in den gasführenden Kanal verhindern kann. In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der als Flammensperre wirkende Einsatz mindestens eine gesinterte Schicht.

10 Als gesinterte Schicht eignen sich zum Beispiel Sintermetallschichten oder auch gesinterte Schichten aus Materialien, die ausreichend temperaturstabil sind und insbesondere gegenüber den eingesetzten Reaktanden inert sind. Auch darf das für die gesinterte Schicht eingesetzte Material keine katalytisch aktive Wirkung gegenüber den eingesetzten Reaktanden haben. Geeignete Materialien sind neben Sintermetallen zum Beispiel Glas oder Keramik. Bevorzugt sind jedoch Sintermetalle, insbesondere solche basierend auf Edelstahl, Titan, Nickel, und Nickelbasislegierungen. Geeignete Nickelbasislegierungen sind zum Beispiel Monel®, Inconel® und Hastelloy®.

20 Gesinterte Materialien wie gesintertes Glas oder Keramik oder Sintermetalle sind aufgrund ihrer Herstellung porös, so dass diese gasdurchlässig sind. Das durch den gasführenden Kanal zugeführte Gas kann somit den als Flammensperre wirkenden Einsatz durchströmen. Der Aufbau mit sehr kleinen Poren verhindert jedoch ein mögliches Durchtreten von Flammen. Zudem erfolgt in dem als Flammensperre wirkenden Einsatz entgegen der Strömungsrichtung eine Abkühlung, die ebenfalls eine Reduktion der Flambildung bewirkt, so dass die Flammfront den als Flammensperre wirkenden Einsatz nicht durchbricht.

25 Um insbesondere bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten und bei der Ausbreitung von Druckwellen, wie dies zum Beispiel durch eine Flammenfront und im Besonderen bei einer Detonation auftreten kann, eine zusätzliche Verstärkung des als Flammensperre wirkenden Einsatzes zu erhalten und eine Schädigung aufgrund der hohen Strömungsgeschwindigkeiten und/oder Druckwellen auszuschließen ist es bevorzugt, wenn der als Flammensperre wirkende Einsatz zusätzlich eine Stützschiicht umfasst. Durch die Stützschiicht wird zudem auch eine Schädigung des als Flammensperre wirkenden Einsatzes durch eine mögliche Detonationsfront reduziert oder verhindert. Die gesinterte Schicht liegt in diesem Fall an der Stützschiicht an und wird hierdurch zusätzlich verstärkt. Die Stützschiicht kann dabei in Strömungsrichtung des Gases vor der gesinterten Schicht oder hinter der gesinterten Schicht angeordnet sein.

40 Alternativ können auch zwei Stützschiichten vorgesehen sein, wobei eine Stützschiicht in Strömungsrichtung des Gases vor der gesinterten Schicht und eine Stützschiicht in Strömungsrichtung des Gases hinter der gesinterten Schicht angeordnet ist.

Bevorzugt ist es jedoch, zwei gesinterte Schichten vorzusehen, wobei diese so angeordnet sind, dass der als Flammensperre wirkende Einsatz in Strömungsrichtung des Gases durch den

als Flammensperre wirkenden Einsatz eine erste gesinterte Schicht, eine Stützschiicht und eine zweite gesinterte Schicht umfasst.

5 Die Stützschiicht ist vorzugsweise eine Metallschiicht, in der Öffnungen ausgebildet sind, die von dem Gas durchströmt werden können. Die Öffnungen sind dabei so groß, dass der Druckverlust durch die Stützschiicht minimiert wird. Üblicherweise werden die Öffnungen als Bohrung in der Stützschiicht ausgebildet. Die Größe der Öffnungen, zum Beispiel der Durchmesser der Bohrun-
10 gen, ist so zu wählen, dass im laufenden Betrieb das Sintermetall der gesinterten Schicht nicht verformt und zum Beispiel in die Bohrungen gepresst wird. Durch die Verformung der gesinterten Schicht könnte sonst eine Verblockung entstehen, die die Gasströmung merkbar verlangsamt oder sogar vollständig blockiert. Die Anzahl der Öffnungen muss ausreichend groß sein, dass das Gas die Stützschiicht ohne merkbaren Geschwindigkeitsverlust durchströmen kann.

15 Als Material für die gesinterte Schicht und für die Stützschiicht wird vorzugsweise das gleiche Material verwendet. Es ist jedoch auch möglich, gesinterte Schicht und Stützschiicht aus unterschiedlichen Materialien zu fertigen. Besonders bevorzugt als Material für die Stützschiicht sind Metalle wie Edelstahl, Titan und Nickelbasislegierungen. Im Unterschied zu Glas und Keramik sind diese elastisch verformbar und daher weniger anfällig für Bruch.

20 In einer Ausführungsform der Erfindung ist der flüssigkeitsführende Kanal ein zentraler Kanal und der gasführende Kanal umschließt den flüssigkeitsführenden Kanal. Alternativ ist es jedoch auch möglich, dass der gasführende Kanal der zentrale Kanal ist, der vom flüssigkeitsführenden Kanal umschlossen ist. Bevorzugt ist jedoch der flüssigkeitsführende Kanal der zentrale Kanal.
25 Der gasführende Kanal kann als Ringspalt ausgebildet sein und den flüssigkeitsführenden Kanal vollständig umschließen. Alternativ ist es jedoch auch möglich, dass mehrere gasführende Kanäle vorgesehen sind, die den flüssigkeitsführenden Kanal umschließen. In diesem Fall bildet im Allgemeinen jeder gasführende Kanal einen Kreisabschnitt, so dass mehrere nebeneinanderliegende gasführende Kanäle den zentralen Kanal umschließen. Alternativ können die gasführenden Kanäle bei einer Gestaltung mit mehreren gasführenden Kanälen jeden beliebigen Querschnitt aufweisen. Die gasführenden Kanäle sind dabei ringförmig um den zentralen Kanal angeordnet. Dabei kann der Abstand zwischen den gasführenden Kanälen äquidistant sein. Es ist jedoch auch möglich, dass die Abstände zwischen den gasführenden Kanälen unterschiedlich sind. Bevorzugt bei mehreren gasführenden Kanälen ist jedoch, dass sich die zentralen
30 Achsen der Kanäle auf einer den zentralen Kanal äquidistant umschließenden Linie befinden und der Abstand der einzelnen gasführenden Kanäle ebenfalls äquidistant ist. Besonders bevorzugt ist es jedoch, wenn nur ein gasförmiger Kanal vorgesehen ist, der den zentralen flüssigkeitsführenden Kanal ringförmig umschließt.

40 Neben einer Ausgestaltung mit einem zentralen flüssigkeitsführenden Kanal und mehreren gasführenden Kanälen ist es auch möglich, mehrere flüssigkeitsführende Kanäle vorzusehen, die von einem gasführenden, vorzugsweise ringförmigen, Kanal umschlossen sind. Auch ist es möglich, mehrere flüssigkeitsführende und mehrere gasführende Kanäle vorzusehen. Hierbei ist

es jeweils bevorzugt, dass die flüssigkeitsführenden Kanäle von dem mindestens einen gasführenden Kanal umschlossen sind. Die flüssigkeitsführenden Kanäle können jede beliebige Querschnittsform aufweisen, bevorzugt sind die flüssigkeitsführenden Kanäle kreisförmig. In einer bevorzugten Ausführungsform mit mehreren flüssigkeitsführenden Kanälen sind diese gleichmäßig um einen Mittelpunkt angeordnet, wobei zusätzlich ein zentraler Kanal vorgesehen sein kann, um den die übrigen Kanäle angeordnet sind. Um eine gute Funktion zu erhalten ist es jedoch immer bevorzugt, den mindestens einen gasführenden Kanal um den mindestens einen flüssigkeitsführenden Kanal herum anzuordnen. Jedoch ist es auch möglich, den mindestens einen gasführenden Kanal und den mindestens einen flüssigkeitsführenden Kanal zu vertauschen, so dass der mindestens eine flüssigkeitsführende Kanal den mindestens einen gasführenden Kanal umschließt.

Um die Durchmischung von Gas und Flüssigkeit zu verbessern, ist es vorteilhaft, wenn im flüssigkeitsführenden Kanal ein Drallkörper aufgenommen ist. Durch den Drallkörper wird der Flüssigkeitsströmung eine Rotationsbewegung aufgezwungen, wodurch der Flüssigkeitsstrahl zerteilt wird und die Vermischung mit dem Gas verbessert wird. Geeignete Positionen für den Drallkörper und geeignete Gestaltungen für den Drallkörper sind zum Beispiel in der EP-B 2 066 430 beschrieben.

Um weiterhin eine gute Durchmischung des Gas/Flüssigkeits-Strahls, der die Ejektordüse verlässt, mit der Flüssigkeit im Reaktor zu erhalten, ist es weiterhin möglich, im Anschluss an die Treibstahldüse ein Impulsaustauschrohr mit oder ohne Seiteneinzug anzuordnen. Im Anschluss an das Impulsaustauschrohr wird dann üblicherweise ein Diffusor angeordnet. Das die Ejektordüse verlassende Gas/Flüssigkeits-Gemisch tritt in das Impulsaustauschrohr ein und saugt über den Seiteneinzug Flüssigkeit aus dem Reaktor an. Die angesaugte Flüssigkeit wird aufgrund der hohen Geschwindigkeit und der dadurch erzeugten Turbulenz mit dem Gas/Flüssigkeits-Gemisch im Impulsaustauschrohr und dem nachfolgenden Diffusor vermischt. Das so erzeugte Gemisch tritt dann aus dem Diffusor in den Reaktor ein.

Damit bei Ausbildung einer Flammfront und einer Ausbreitung der Flammfront keine Flammen entgegen der Strömungsrichtung des Gases in den gasführenden Kanal gelangen können, ist es erforderlich, dass das gesamte Gas den als Flammensperre wirkenden Einsatz durchströmt. Hierzu ist dieser so gestaltet, dass kein Gas den Einsatz umströmen kann.

In einer Ausführungsform ist der als Flammensperre wirkende Einsatz zylinderförmig gestaltet und parallel zur Strömungsrichtung des Gases im gasführenden Kanal angeordnet, so dass das Gas zur Durchströmung des als Flammensperre wirkenden Einsatzes die Strömungsrichtung ändert. Durch die zylinderförmige Gestaltung werden zwei Ringspalte gebildet. Einer zwischen der Innenwandung des gasführenden Kanals und dem als Flammensperre wirkenden Einsatz und einer zwischen dem als Flammensperre wirkenden Einsatz und der Außenwandung des gasführenden Kanals.

Damit kein Gas den als Flammensperre wirkenden Einsatz umströmen kann, ist der Ringspalt, in den das Gas nach dem Durchströmen durch den als Flammensperre wirkenden Einsatz einströmt zum gasführenden Kanal hin verschlossen. Hierzu ist es zum Beispiel möglich, eine ringförmige Wandung im gasführenden Kanal auf der dem Gaszulauf zugewandten Seite vorzusehen, die mit einer Seite an der inneren Wandung des gasführenden Kanals anliegt und mit der anderen Seite an dem als Flammensperre wirkenden Einsatz. Durch die ringförmige Wandung kann kein Gas in den Ringspalt zwischen als Flammensperre wirkendem Einsatz und innerer Wandung des gasführenden Kanals einströmen ohne durch den als Flammensperre wirkenden Einsatz zu strömen.

Wenn alternativ das Gas den als Flammensperre wirkenden Einsatz von innen nach außen durchströmt, wird die ringförmige Wandung so gestaltet, dass diese an der Außenwandung des gasführenden Kanals anliegt und innen mit dem als Flammensperre wirkenden Einsatz abschließt. Das Gas strömt dadurch vom Zulauf in den Ringspalt zwischen innerer Wandung des gasführenden Kanals und dem als Flammensperre wirkenden Einsatz, durch den als Flammensperre wirkenden Einsatz in den Ringspalt zwischen als Flammensperre wirkendem Einsatz und Außenwandung des gasführenden Kanals und von dort aus zur Austrittsöffnung aus dem gasführenden Kanal in den flüssigkeitsführenden Kanal.

Damit kein Gas durch den mit dem Zulauf für das Gas verbundenen Ringspalt an dem als Flammensperre wirkenden Einsatz vorbei zur Austrittsöffnung des Gases in den flüssigkeitsführenden Kanal strömen kann, ist der mit dem Zulauf für das Gas verbundene Ringspalt an der zur Austrittsöffnung des als Flammensperre wirkenden Einsatzes weisenden Seite verschlossen.

Der zur Austrittsöffnung weisende Ringspalt wird vorzugsweise so gestaltet, dass eine thermische oder elektrische Zündung des Gases nicht zu einem Umschlag von einer Deflagration hin zu einer Detonation im Bereich des der Austrittsöffnung zuweisenden Ringspalts führt. Hierbei wird das Verhältnis der axialen Länge des Ringspalts zur radialen Spaltbreite von der Detonationsanlaufstrecke abgeleitet. Abhängig vom eingesetzten explosionsfähigen Gas gilt zum Beispiel bei einem Anfangsdruck von weniger als 30 bar (abs), einer Anfangstemperatur von weniger als 200°C und einer mittleren Anfangsdurchflussgeschwindigkeit des brennbaren Gases von weniger als 20 m/s, dass das Verhältnis von axialer Länge des Ringspalts zu radialer Spaltbreite kleiner ist als 40 zu 1 und das Verhältnis von Umfangslänge zu radialer Spaltbreite kleiner als 80 zu 1. Geeignete Verhältnisse für eine Rohrleitung sind zum Beispiel in "Experimental determination of the static equivalent pressure of detonative decompositions of acetylene in long pipes and Chapman-Jouguet pressure ratio", Hans-Peter Schildberg, Conference: Proceedings of ASME 2014 Pressure Vessels and Piping Division, Conference ASME/PVP, July 20-24, 2014, Anaheim, California, USA. PVP2014-28197., beschrieben. Diese können zur Abschätzung in einem Ringspalt herangezogen werden, wobei die Verhältnisse für einen Ringspalt größer gewählt werden können als für eine Rohrleitung.

In einer alternativen Ausführungsform ist der als Flammensperre wirkende Einsatz in Form einer Scheibe gestaltet und senkrecht zur Strömungsrichtung des Gases im gasführenden Kanal angeordnet. Der als Flammensperre wirkende Einsatz liegt dabei mit einer Seite an der Innenwandung des gasführenden Kanals und mit der anderen Seite an der Außenwandung des gasführenden Kanals an. Hierdurch wird vermieden, dass Gas an dem als Flammensperre wirkenden Einsatz vorbeiströmen kann.

Da bei Auftreten einer Flammfront in der Ejektordüse die Temperatur ansteigt, ist es vorteilhaft, die Temperatur in der Ejektordüse zu erfassen. Die Temperaturerfassung erfolgt dabei vorzugsweise im Gasraum stromab der Flammensperre und vor der Mündung des gasführenden Kanals in den flüssigkeitsführenden Kanal, insbesondere in Strömungsrichtung unmittelbar hinter der Flammensperre. Eine Temperaturänderung lässt insbesondere darauf schließen, dass der Prozess nicht mehr wie vorgesehen abläuft. Insbesondere eine plötzliche Temperaturerhöhung deutet darauf hin, dass das Gas begonnen hat zu brennen und zunächst eine stehende Flamme entstanden ist. Diese kann zu Verkohlungen von Oberflächen führen. Weiterhin können durch eine stehende Flamme aufgrund der hohen Temperaturen Dichtungen oder Materialien, insbesondere das Sintermetall, geschädigt werden. Durch die Erfassung der stehenden Flamme ist es möglich, frühzeitig Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden zu verhindern. Hierzu ist es zum Beispiel möglich, zunächst die Zufuhr von Gas und Flüssigkeit zu unterbrechen oder die Geschwindigkeit zu ändern. Um die Temperatur zu erfassen ist es zum Beispiel möglich, im Bereich des als Flammensperre wirkenden Einsatzes einen Temperatursensor anzuordnen. Als Temperatursensor kann dabei jeder beliebige, dem Fachmann bekannte Temperatursensor eingesetzt werden, der auch bei möglicher Flammbildung und den dabei entstehenden Temperaturen nicht geschädigt wird. Geeignete Temperatursensoren sind zum Beispiel Thermoelemente, beispielsweise Nickel-Chrom/Nickel-Thermoelemente, Eisen/Kupfer-Nickel-Thermoelemente oder Platin-Rhodium/Platin-Thermoelemente, oder auch Platin-Messwiderstände.

Um eine Flammbildung zu unterdrücken, ist es bevorzugt, wenn im Bereich des als Flammensperre wirkenden Einsatzes eine Hilfsstoffeindüsung vorgesehen ist. Die Menge des Hilfsstoffs wird so eingestellt, dass eine Benetzung der Oberflächen stromab des als Flammensperre wirkenden Einsatzes erreicht wird. Bevorzugt wird die Menge des Hilfsstoffs so eingestellt, dass 20 bis 100% der Oberfläche, bevorzugt 50 bis 100% der Oberfläche benetzt werden und insbesondere 80 bis 100%. Die Düsen, mit denen der Hilfsstoff eingedüst wird, sind vorzugsweise so gestaltet, dass der Hilfsstoff in einem konischen Sprühkegel oder als Strahl zugegeben wird. Durch die Zugabe des Hilfsstoffs erfolgt eine Phlegmatisierung möglicher thermischer und/oder chemischer Zündquellen, so dass die Zündung des Gases und damit die Bildung von Flammen reduziert oder verhindert werden kann.

Als Hilfsstoff eignet sich jede Flüssigkeit, die gegenüber den eingesetzten und mit der Ejektordüse zugeführten Reaktanden inert ist. Geeignete Hilfsstoffe sind immer abhängig von den zugeführten Reaktanden und können zum Beispiel auch die in der Reaktion hergestellten Produkte umfassen.

Wenn die Ejektordüse bei Reaktionen eingesetzt wird, denen als Gas Acetylen oder Ethen zugeführt wird eignen sich als Hilfsstoff zum Beispiel Weißöle, das heißt Paraffinöle. Weitere geeignete Öle sind Polyolefinöle, Esteröle oder Silikonöle. Bevorzugt sind jedoch Weißöle. Geeignete Hilfsstoffe sind zum Beispiel auch in der US 5,948,945 beschrieben.

Damit insbesondere bei den zentralen flüssigkeitsführenden Kanal ringförmig umgebendem gasführendem Kanal eine gleichmäßige Gasströmung erhalten wird, ist es vorteilhaft, wenn der gasführende Kanal stromauf des als Flammensperre wirkenden Einsatzes eine Packung enthält. Die Packung sollte dabei den als Flammensperre wirkenden Einsatz vollständig bedecken. Zusätzlich wird durch die Packung im Falle einer Detonation verhindert, dass die volle Kraft der Detonationsfront auf den als Flammensperre wirkenden Einsatz auftrifft. Hierdurch werden die Anforderungen an die Druckfestigkeit des als Flammensperre wirkenden Einsatzes reduziert. Zur Auslegung der Stabilität braucht nur der bei einer Deflagration entstehende Druck berücksichtigt werden und nicht der bei einer Detonation entstehende Druck. Im Falle einer Detonation besteht jedoch die Möglichkeit, dass die Packung geschädigt wird. Vor einem Neustart des Verfahrens sollte diese daher gegebenenfalls ausgetauscht werden. Als Packung kann jede geeignete strukturierte oder ungeordnete Packung eingesetzt werden. Eine ungeordnete Packung ist zum Beispiel aus Füllkörpern aufgebaut. Die Packung wird dabei so gestaltet, dass ein möglichst geringer Druckabfall erzeugt wird. Als Füllkörper für eine ungeordnete Packung eignen sich zum Beispiel Pall®-Ringe oder Raschig®-Ringe. Alternativ können auch Kugeln als Füllkörper genutzt werden oder ein gesintertes Material. Vorteil von Pall®-Ringen oder Raschig®-Ringen ist der geringe Druckverlust beim Durchströmen der Packung und deren niedrige Dichte. Allerdings besteht die Gefahr, dass diese im Falle einer Detonation zusammenfallen, was eine Entleerung der Ejektordüse nach einer möglichen Detonation zum Ersatz der Packung deutlich erschwert. Vorteil von Kugeln ist, dass diese auch nach einer Detonation einfach auszutauschen sind, allerdings haben diese den Nachteil einer vergleichsweise hohen Dichte. Auch ist der Druckverlust beim Durchströmen der Packung im regulären Betrieb größer als bei Pall®-Ringen oder Raschig®-Ringen.

Das Material der Packung muss mit dem Material des als Flammensperre wirkenden Einsatzes und dem Gas bei den auftretenden Drücken und Temperaturen kompatibel sein. Bevorzugt ist es als Material für die Packung das gleiche Material einzusetzen, das auch für die gesinterte Schicht des als Flammensperre wirkenden Einsatzes genutzt wird. Bevorzugt sind hierbei Metalle, die nicht mit dem Gas reagieren und keine katalytische Wirkung zeigen, da sich Glas oder Keramik aufgrund der Gasströmung und durch den Kompressor erzeugte Vibrationen abschleifen.

Die erfindungsgemäße Ejektordüse wird vorzugsweise in einem Apparat zur Kontaktierung von Gas und flüssiger Phase eingesetzt, wobei die Gasphase explosionsfähig ist. Der Apparat zur Kontaktierung von Gas und flüssiger Phase ist vorzugsweise ein Strahlschlaufenreaktor, ein Gas-Umlaufreaktor, eine Blasensäule oder ein Rieselbett in einem Rührkessel. Alternativ ist jedoch auch ein Einsatz in jedem beliebigen anderen Reaktor denkbar, in dem eine Gas/flüssig-

Reaktion durchgeführt wird. Ein weiterer Einsatzbereich einer solchen Ejektordüse sind Absorber, in denen durch den Einsatz der Düse eine schnelle Durchmischung erzeugt werden soll.

5 In einem Strahlschlaufenreaktor wird eine Strömung erzeugt, bei der die im Reaktor enthaltene Flüssigkeit auf einer Seite nach oben strömt, an der Phasengrenze zu einer oberhalb der Flüssigkeit liegenden Phasengrenze oder am Reaktordeckel umgelenkt wird und auf der anderen Seite wieder nach unten strömt, so dass eine Strömungsschleife entsteht. Im Allgemeinen ist ein Strahlschlaufenreaktor so gestaltet, dass die Flüssigkeit zentral nach oben und am Rand nach unten strömt oder am Rand nach oben und zentral nach unten. Dies wird durch entsprechende Position der Ejektordüsen erzielt. Wenn die Flüssigkeit zentral nach oben strömen soll, ist mindestens eine Ejektordüse zentral im unteren Bereich des Reaktors so angeordnet, dass der die Ejektordüse verlassende Strom nach oben gerichtet ist. Alternativ ist es auch möglich, mehrere Ejektordüsen im oberen Bereich ringförmig so um den zentralen Bereich herum anzuordnen, dass der die Ejektordüse verlassende Strom nach unten gerichtet ist. Wenn die Flüssigkeit zentral nach unten und am Rand nach oben strömen soll, ist entweder mindestens eine Ejektordüse zentral im oberen Bereich mit nach unten gerichteter Austrittsöffnung angeordnet oder ringförmig mehrere Ejektordüsen mit nach oben gerichteter Austrittsöffnung im unteren Bereich des Reaktors. Um die Schlaufenströmung zu unterstützen ist es weiterhin vorteilhaft, im Inneren des Reaktors ein Rohr einzusetzen, das von der Flüssigkeit umströmt wird.

20 Die erfindungsgemäße Ejektordüse kann bei allen Reaktionen eingesetzt werden, bei denen mindestens ein leicht brennbares oder explosionsfähiges Gas eingesetzt wird. Entsprechende Reaktionen sind zum Beispiel alle Reaktionen, in denen Acetylen als Reaktionspartner eingesetzt wird. Hierzu zählen zum Beispiel Ethynlierungen, wie die Herstellung von Propargylalkohol oder Butindiol, Vinylierungen von n-Butanol, Cyclohexanol, Ethylen, Glykol, Butandiol, Imidazol, Diethylenglykol, Cyclohexandimethanol, Methyltriethylenglykol, Pyrrolidon und die Herstellung von Acetaldehyd, Vinylchloriden, Vinylacetaten, Vinylethern, Vinyl-Phenylethern oder Vinylsulfiden, oder Carbonylierungen wie die Herstellung von Acrylsäure oder Ethylacrylat.

30 Weitere Reaktionen, bei denen die erfindungsgemäße Ejektordüse eingesetzt werden kann, sind solche, bei denen Ethylenoxid oder Ethen als Reaktionspartner eingesetzt wird. Hierzu zählen zum Beispiel die Herstellung von Ethylenglykolen durch Umsetzung von Ethylenoxid mit Wasser, die Herstellung von Ammoniak durch Umsetzung von Ethylenoxid mit Ethanolaminen, von Alkylaminen durch Umsetzung von Ethylenoxid mit Alkylalkanolaminen, von (Alkyl)phenol durch Umsetzung von Ethylenoxid mit Alkylphenolpolyglycolethern, von Alkoholen durch Umsetzung von Ethylenoxid mit Glykolethern und von Fettalkoholen durch Umsetzung von Ethylenoxid mit Fettalkoholpolyglycolethern.

40 Weitere geeignete Reaktionen sind die Umsetzung von Ethylen mit Chlor zu Dichlorethan sowie von Ethylen mit Essigsäure und Sauerstoff zu Vinylacetat. Weiterhin kann der Ejektor auch für Alkoxilierungen eingesetzt werden.

Der Druck des Gases und/oder der Flüssigkeit, die durch die Ejektordüse transportiert werden, liegt im Allgemeinen im Bereich von 0,1 bis 100 bar (abs) und die Temperatur des Gases und/oder der Flüssigkeit im Bereich von -50 bis 300°C. Druck und Temperatur sind dabei abhängig vom Verfahren, in dem die Ejektordüse eingesetzt wird und weiterhin vom Druck und der
5 Temperatur im Reaktor.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

10 Es zeigen:

Figur 1 eine Ejektordüse mit einem zylinderförmigen und parallel zur Strömungsrichtung des Gases angeordneten als Flammensperre wirkenden Einsatz,

15 Figur 2 eine Ejektordüse mit einem in Form einer Scheibe gestalteten als Flammensperre wirkenden Einsatz

Figur 3 einen Ausschnitt einer Ejektordüse mit Hilfsstoffeindüsung und Temperatursensor.

20 Figur 1 zeigt eine Ejektordüse mit einem zylinderförmigen und parallel zur Strömungsrichtung des Gases angeordneten als Flammensperre wirkenden Einsatz.

Eine Ejektordüse 1 umfasst einen flüssigkeitsführenden Kanal 3 und einen gasführenden Kanal 5. In der hier dargestellten Ausführungsform verläuft der flüssigkeitsführende Kanal 3 zentral in der Ejektordüse 1 und der gasführende Kanal 5 umschließt den flüssigkeitsführenden Kanal 3.
25 Alternativ ist jedoch auch jede beliebige andere Anordnung von flüssigkeitsführendem Kanal 3 und gasführendem Kanal 5 möglich. Zum Beispiel kann auch der zentrale Kanal gasführend und der den zentralen Kanal umschließende Kanal flüssigkeitsführend sein. Des Weiteren kann anstelle eines umschließenden Kanals auch vorgesehen sein, dass der zentrale Kanal von
30 mehreren ringförmig um den zentralen Kanal verlaufenden Kanälen umschlossen ist. Bevorzugt ist jedoch die hier dargestellte Ausführungsform.

Der gasführende Kanal 5 mündet stromauf einer Austrittsöffnung 7 in den flüssigkeitsführenden Kanal 3, wobei der flüssigkeitsführende Kanal stromauf der Mündung 9 des gasführenden Kanals eine Durchmesserverengung 11 aufweist. Aufgrund der Durchmesserverengung wird die
35 Geschwindigkeit der Flüssigkeit erhöht, bevor dies durch die Austrittsöffnung 7 aus der Ejektordüse 1 austritt. Hierbei bildet sich ein Unterdruck im Bereich der Mündung 9 des gasführenden Kanals und das Gas wird von der Flüssigkeit angesaugt. Gleichzeitig ist die Geschwindigkeit so groß, dass eine gute Durchmischung von Gas und Flüssigkeit erzielt wird. Zur Verbesserung
40 der Durchmischung ist es möglich, an die Mündung 9 ein hier nicht dargestelltes Impulsaustauschrohr anzuschließen. Das Impulsaustauschrohr weist vorzugsweise Öffnungen auf, durch die das Impulsaustauschrohr umgebende Flüssigkeit angesaugt wird. Diese wird mit der aus der Mündung 9 austretenden Mischung aus Gas und Flüssigkeit vermischt. An das Impulsaustausch-

tauschrohr schließt sich dann üblicherweise ein Diffusor an, in dem die Geschwindigkeit reduziert und Druck aufgebaut wird.

5 Um bei Einsatz von explosionsfähigen Gasen eine Ausbreitung einer Flammfront in den gasführenden Kanal 5 zu vermeiden oder im Falle einer Zündung des Gases im Bereich des gasführenden Kanals 5 zu verhindern, dass die Flammfront in den Reaktor gelangt, ist im Bereich des gasführenden Kanals 5 ein als Flammensperre wirkender Einsatz 13 vorgesehen. In der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform ist der als Flammensperre wirkende Einsatz 13 zylinderförmig gestaltet und parallel zur Hauptströmungsrichtung des Gases im gasführenden Kanal 5 angeordnet. Hierbei ist der als Flammensperre wirkende Einsatz 13 so positioniert, dass sich ein erster Ringspalt 15 zwischen der Außenwandung 17 des gasführenden Kanals 5 und dem als Flammensperre wirkenden Einsatz 13 und ein zweiter Ringspalt 19 zwischen der Innenwandung 21 des gasführenden Kanals 5 und dem als Flammensperre wirkenden Einsatz 13 ausgebildet.

15 Damit das gesamte Gas den als Flammensperre wirkenden Einsatz 13 durchströmen muss und kein Gas an diesem vorbeiströmen kann, ist der zweite Ringspalt 19 auf der von der Austrittsöffnung 7 weg weisenden Seite zum gasführenden Kanal 5 hin verschlossen. Hierzu kann zum Beispiel eine Scheibe 23 eingesetzt werden, die mit einer Seite an der Innenwandung 21 des gasführenden Kanals 5 und mit der anderen Seite an dem als Flammensperre wirkenden Einsatz 13 anliegt.

20 Im Betrieb strömt das Gas durch den gasführenden Kanal in den ersten Ringspalt 15, vom ersten Ringspalt durch den als Flammensperre wirkenden Einsatz 13 in den zweiten Ringspalt 19 und von dort weiter zur Mündung 9 des gasführenden Kanals 5 in den flüssigkeitsführenden Kanal 3.

30 Der als Flammensperre wirkende Einsatz 13 umfasst in der hier dargestellten Ausführungsform eine Stützschiicht 25, eine erste gesinterte Schicht 27 und eine zweite gesinterte Schicht 29, wobei der Aufbau des als Flammensperre wirkenden Einsatzes 13 so gestaltet ist, dass das Gas zuerst die erste gesinterte Schicht 27, dann die Stützschiicht 25 und danach die zweite gesinterte Schicht 29 durchströmt. Hierbei liegen die gesinterten Schichten 27, 29 jeweils an der Stützschiicht 29 an.

35 In Figur 2 ist eine Ejektordüse mit einem in Form einer Scheibe gestalteten als Flammensperre wirkenden Einsatz dargestellt.

40 Im Unterschied zu der in Figur 1 dargestellte Ausführungsform ist bei der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform der als Flammensperre wirkende Einsatz 13 nicht zylinderförmig ausgebildet und parallel zur Hauptströmungsrichtung des Gases im gasführenden Kanal aufgenommen sondern in Form eine Scheibe. Hierbei liegt der als Flammensperre wirkende Einsatz 13 jeweils an der Innenwandung 21 und der Außenwandung 17 des gasführenden Kanals an. Die erste gesinterte Schicht 27 befindet sich dabei auf der angeströmten Seite und ist senkrecht zur

Hauptströmungsrichtung des Gases ausgerichtet. Entsprechend sind auch die Stützschi-
cht 25 und die zweite gesinterte Schicht 29 senkrecht zur Hauptströmungsrichtung des Gases im gas-
führenden Kanal 5 ausgerichtet. Durch das Anliegen des als Scheibe gestalteten und als
Flammensperre wirkenden Einsatzes 13 sowohl an der Innenwandung 21 als auch an der Au-
ßenwandung 17 des gasführenden Kanals 5 kann kein Gas den als Flammensperre wirkenden
Einsatz 13 umströmen. Das gesamte Gas muss durch den als Flammensperre wirkenden Ein-
satz 13 strömen.

Figur 3 zeigt einen Ausschnitt einer Ejektordüse mit Hilfsstoffeindüsung und Temperatursensor.

Bei dem hier dargestellten Ausschnitt ist der als Flammensperre wirkende Einsatz 13 wie in
Figur 1 zylinderförmig gestaltet und parallel zur Gasströmung im gasführenden Kanal 5 positio-
niert.

Damit das Gas den als Flammensperre wirkenden Einsatz 13 durchströmen kann und um eine
ausreichende Stabilität des als Flammensperre wirkenden Einsatzes 13 zu erhalten, ist die
Stützschi-
cht 25 in Form eines Rings mit Bohrungen 35 gestaltet. Durch die Bohrungen 35 ist
der Druckverlust in der Stützschi-
cht 25 sehr viel kleiner als der Druckverlust in den gesinterten
Schichten 27, 29, in denen das Gas durch die darin enthaltenen Poren strömen muss. Um den
gesamten Druckverlust so klein wie möglich zu halten ist es daher vorteilhaft, die gesinterten
Schichten 27, 29 so dünn wie möglich zu gestalten. Um dennoch einen stabilen als Flammen-
sperre wirkenden Einsatz 13 zu erhalten, ist die Stützschi-
cht notwendig. Da gesinterte Schich-
ten im allgemeinen spröde sind, besteht die Gefahr, dass eine gesinterte Schicht ohne zusätzli-
che Stützschi-
cht aufgrund der Druckunterschiede und mechanischen Belastungen im gasfüh-
renden Kanal 5, insbesondere bei Ausbildung einer Flammfront oder insbesondere bei Detona-
tion des Gases, bricht und so die Wirkung als Flamm-
sperre nicht mehr gegeben ist.

Zur Temperaturmessung im Bereich des als Flammensperre wirkenden Einsatzes 13, um zum
Beispiel die Entstehung einer Flammfront zu detektieren, die die Funktion des Einsatzes 13
beeinträchtigen kann, ist es möglich, wie hier dargestellt, einen Temperatursensor 31 einzuset-
zen. Hierzu kann zum Beispiel wie hier dargestellt in der den gasführenden Kanal 5 begrenzenden
Innenwandung 21 eine Nut 33 eingebracht werden, in der der Temperatursensor 31 aufge-
nommen ist. Die Befestigung des Temperatursensors 31 in der Nut kann zum Beispiel durch
Einkleben mit einem Klebstoff, der gegenüber den im gasführenden Kanal 5 herrschenden Be-
dingungen stabil ist, oder durch Löten erfolgen. Zur Montage des Temperatursensors ist es
auch möglich, ein Stützrohr in die Nut 33 einzusetzen und den Temperatursensor in dem Stütz-
rohr zu führen. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Durchführung gegenüber dem gasfüh-
renden Kanal 5 abgedichtet ist, damit kein Gas in das Stützrohr strömen kann. Auch beim Einset-
zen des Temperatursensors 31 direkt in die Nut 33 ist eine Abdichtung notwendig, damit kein
Gas über die Führung des Temperatursensors 31 ausströmen kann.

Um eine Flammbildung rechtzeitig zu erfassen ist es dabei bevorzugt, wenn der Temperatursen-
sor wie hier dargestellt in den zweiten Ringraum 19 ragt.

Die Gefahr einer Flambildung, so zum Beispiel als stehende Flamme, kann weiterhin durch eine Hilfsstoffeindüsung vermindert oder unterbunden werden. Durch die Hilfsstoffeindüsung erfolgt eine Phlegmatisierung möglicher Zündquellen, zum Beispiel von festen Ablagerungen.

5

In der hier dargestellten Ausführungsform ist der als Flammensperre wirkende Einsatz 13 mit einer Halterung 37 befestigt, wobei in der Halterung 37 ein Kanal 39 ausgebildet ist, durch den ein flüssiger Hilfsstoff, beispielsweise ein Weißöl, Polyolefinöl oder Silikonöl, zugeführt werden kann. Aus dem Kanal 39 zweigen Düsen 41 ab, durch die der flüssige Hilfsstoff in den zweiten Ringspalt 19 eingedüst wird. Die Düsen 41 können dabei zum Beispiel in Form von Bohrungen in der Halterung 37 gestaltet sein. Eine Eindüsung des flüssigen Hilfsstoffs in den ersten Ringspalt 15 oder den gasführenden Kanal 5 stromauf des als Flammensperre wirkenden Einsatzes 13 ist nicht gewünscht, da der flüssige Hilfsstoff die gesinterten Schichten nur sehr langsam durchfließen würde und sich somit im ersten Ringspalt 15 ansammelt und diesen flutet. Dies kann zu einer Fehlfunktion der Ejektordüse führen.

15

Wenn der als Flammensperre wirkende Einsatz 13 wie in Figur 2 dargestellt in Form einer Scheibe ausgeführt ist, ist es zum Beispiel möglich, einen Kanal zur Zufuhr des Hilfsstoffs außen um die Ejektordüse anzubringen und den flüssigen Hilfsstoff durch Bohrungen in der Außenwandung des gasführenden Kanals 5 stromab des als Flammensperre wirkenden Einsatzes 13, die mit dem außen angebrachten Kanal zur Zufuhr des Hilfsstoffs verbunden sind, in den Bereich stromab des als Flammensperre wirkenden Einsatzes 13 einzudüsen.

20

Bezugszeichenliste

	1	Ejektordüse
	3	flüssigkeitsführender Kanal
5	5	gasführender Kanal
	7	Austrittsöffnung
	9	Mündung des gasführenden Kanals 5 in den flüssigkeitsführenden Kanal 3
	11	Durchmesserverengung
	13	Als Flammensperre wirkender Einsatz
10	15	erster Ringspalt
	17	Außenwandung
	19	zweiter Ringspalt
	21	Innenwandung
	23	Scheibe
15	25	Stützschiicht
	27	erste gesinterte Schicht
	29	zweite gesinterte Schicht
	31	Temperatursensor
	33	Nut
20	35	Bohrung
	37	Halterung
	39	Kanal
	41	Düse
25		

Patentansprüche

1. Ejektordüse mit einem flüssigkeitsführenden Kanal (3) und einem gasführenden Kanal (5), wobei der gasführende Kanal (5) stromauf einer Austrittsöffnung (7) in den flüssigkeitsführenden Kanal (3) mündet, dadurch gekennzeichnet, dass im gasführenden Kanal (5) ein als Flammensperre wirkender Einsatz (13) positioniert ist, wobei der Einsatz (13) so gestaltet ist, dass kein Gas den Einsatz (13) umströmen kann.
2. Ejektordüse gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der als Flammensperre wirkende Einsatz (13) mindestens eine Schicht (27, 29), bevorzugt eine Schicht aus Sintermetall, umfasst.
3. Ejektordüse gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der als Flammensperre wirkende Einsatz (13) zusätzlich eine Stüttschicht (25) umfasst.
4. Ejektordüse gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der als Flammensperre wirkende Einsatz (13) in Strömungsrichtung des Gases durch den als Flammensperre wirkenden Einsatz (13) eine erste gesinterte Schicht (27), eine Stüttschicht (25) und eine zweite gesinterte Schicht (29) umfasst.
5. Ejektordüse gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der flüssigkeitsführende Kanal (3) ein zentraler Kanal ist und der gasführende Kanal (5) den flüssigkeitsführenden Kanal (3) umschließt.
6. Ejektordüse gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der als Flammensperre wirkende Einsatz (13) zylinderförmig gestaltet ist und parallel zur Strömungsrichtung des Gases im gasführenden Kanal (5) angeordnet ist, so dass das Gas zur Durchströmung des als Flammensperre wirkenden Einsatzes (13) die Strömungsrichtung ändert.
7. Ejektordüse gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der als Flammensperre wirkende Einsatz (13) in Form einer Scheibe gestaltet ist und senkrecht zur Strömungsrichtung des Gases im gasführenden Kanal (5) angeordnet ist.
8. Ejektordüse gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich des als Flammensperre wirkenden Einsatzes (13) ein Temperatursensor (31) angeordnet ist.
9. Ejektordüse gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich des als Flammensperre wirkenden Einsatzes (13) eine Hilfsstoffeindüsung (41) vorgesehen ist.
10. Ejektordüse gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Hilfsstoffeindüsung (41) eine Eindüsung von Weißöl ist.

11. Ejektordüse gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der gasführende Kanal (5) stromauf des als Flammensperre wirkenden Einsatzes (13) Füllkörper enthält.
5
12. Verwendung der Ejektordüse gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 in einem Apparat zur Kontaktierung von Gas und flüssiger Phase, wobei die Gasphase explosionsfähig ist
13. Verwendung der Ejektordüse gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Apparat zur Kontaktierung von Gas und flüssiger Phase ein Strahlschlaufenreaktor, ein Absorber, ein Gas-Umlaufreaktor, eine Blasensäule oder ein Rieselbett in einem Rührkessel ist.
10
14. Verwendung der Ejektordüse gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Strahlschlaufenreaktor oder Gas-Umlaufreaktor eine Reaktion durchgeführt wird, bei der Acetylen, Ethen oder Ethylenoxid als gasförmiger Reaktionspartner eingesetzt wird.
15

FIG.1

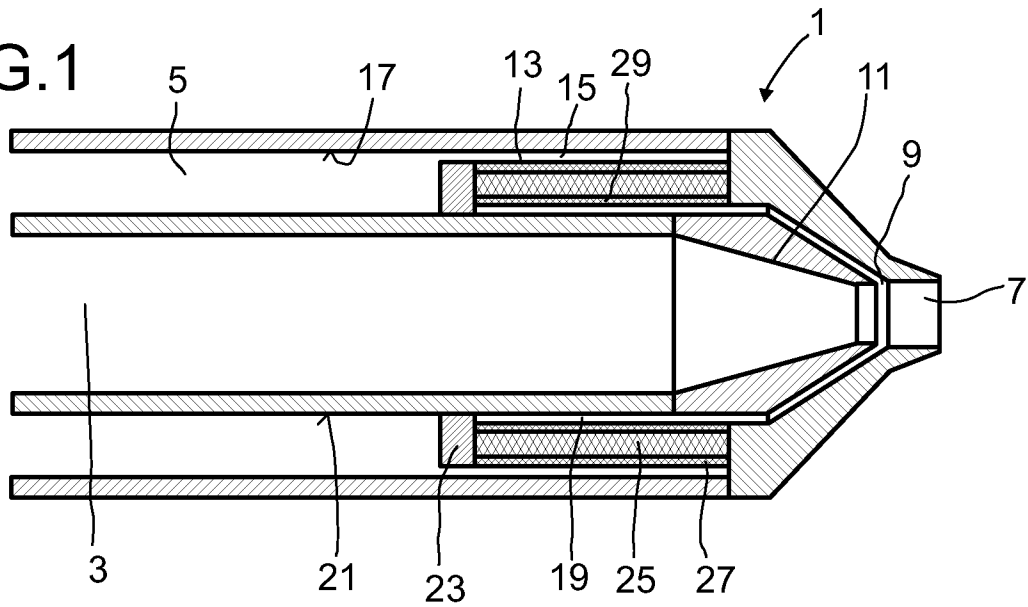


FIG.2

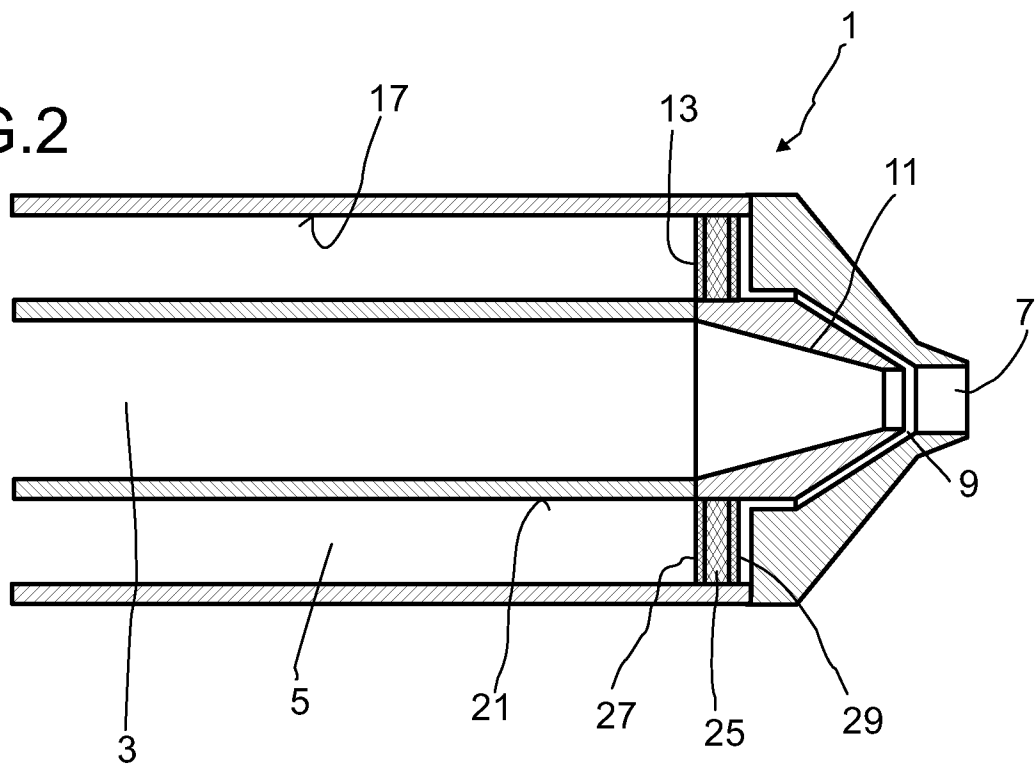
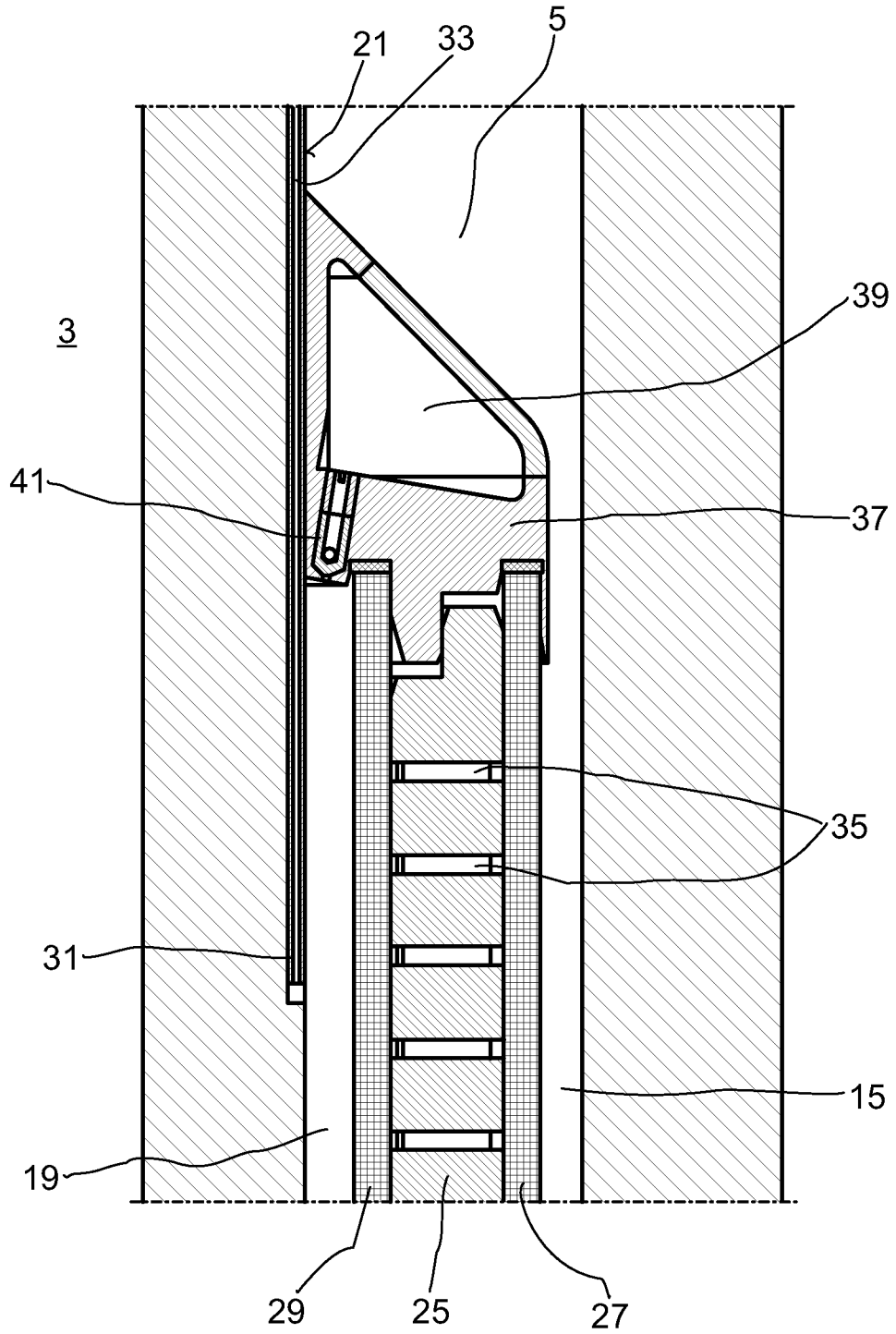


FIG.3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/066673

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F04F5/04 F04F5/46 A62C4/02
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F04F A62C
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 24 10 570 A1 (BASF AG) 25 September 1975 (1975-09-25) pages 5-7; figure 1; example 1 -----	1-14
A	US 6 019 820 A (LEVERETT GLENN FRED [US]) 1 February 2000 (2000-02-01) column 2, lines 1-54; figures 1,2 column 4, lines 1-15 -----	1-14
A	DE 10 2006 002802 A1 (WILHELM ALFRED JOACHIM [DE]) 26 July 2007 (2007-07-26) paragraphs [0006] - [0007]; figure 1 -----	1-14
A	US 5 098 284 A (VAN DER VEEN GEUKO [NL]) 24 March 1992 (1992-03-24) column 2, lines 45-56 -----	1-14
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 16 September 2016	Date of mailing of the international search report 27/09/2016
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Ziegler, Hans-Jürgen
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/066673

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 689 010 A1 (FLOW RITE CONTROLS INC [US]) 9 August 2006 (2006-08-09) paragraphs [0015] - [0017]; figure 3 -----	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2016/066673

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2410570	A1	25-09-1975	BE 826390 A1 08-09-1975
			CA 1059732 A 07-08-1979
			CH 587077 A5 29-04-1977
			DE 2410570 A1 25-09-1975
			FR 2263024 A1 03-10-1975
			GB 1498701 A 25-01-1978
			IT 1033126 B 10-07-1979
			JP S50121862 A 25-09-1975
			NL 7502423 A 09-09-1975
			US 3938738 A 17-02-1976

US 6019820	A	01-02-2000	NONE

DE 102006002802	A1	26-07-2007	NONE

US 5098284	A	24-03-1992	DE 69113686 D1 16-11-1995
			DE 69113686 T2 21-03-1996
			DK 0461729 T3 20-11-1995
			EP 0461729 A2 18-12-1991
			IE 912038 A1 18-12-1991
			JP 2994793 B2 27-12-1999
			JP H0599410 A 20-04-1993
			NL 9001366 A 02-01-1992
			US 5098284 A 24-03-1992

EP 1689010	A1	09-08-2006	AT 405959 T 15-09-2008
			AU 2006200445 A1 24-08-2006
			CA 2535212 A1 04-08-2006
			EP 1689010 A1 09-08-2006
			ES 2312052 T3 16-02-2009
			JP 2006216557 A 17-08-2006
			NZ 545080 A 28-09-2007
			US 2006177729 A1 10-08-2006
			US 2010227206 A1 09-09-2010
			ZA 200600968 B 25-04-2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F04F5/04 F04F5/46 A62C4/02 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F04F A62C		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 24 10 570 A1 (BASF AG) 25. September 1975 (1975-09-25) Seiten 5-7; Abbildung 1; Beispiel 1 -----	1-14
A	US 6 019 820 A (LEVERETT GLENN FRED [US]) 1. Februar 2000 (2000-02-01) Spalte 2, Zeilen 1-54; Abbildungen 1,2 Spalte 4, Zeilen 1-15 -----	1-14
A	DE 10 2006 002802 A1 (WILHELM ALFRED JOACHIM [DE]) 26. Juli 2007 (2007-07-26) Absätze [0006] - [0007]; Abbildung 1 -----	1-14
A	US 5 098 284 A (VAN DER VEEN GEUKO [NL]) 24. März 1992 (1992-03-24) Spalte 2, Zeilen 45-56 -----	1-14
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
16. September 2016		27/09/2016
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Ziegler, Hans-Jürgen

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 689 010 A1 (FLOW RITE CONTROLS INC [US]) 9. August 2006 (2006-08-09) Absätze [0015] - [0017]; Abbildung 3 -----	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/066673

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2410570	A1	25-09-1975	BE 826390 A1 08-09-1975
			CA 1059732 A 07-08-1979
			CH 587077 A5 29-04-1977
			DE 2410570 A1 25-09-1975
			FR 2263024 A1 03-10-1975
			GB 1498701 A 25-01-1978
			IT 1033126 B 10-07-1979
			JP S50121862 A 25-09-1975
			NL 7502423 A 09-09-1975
			US 3938738 A 17-02-1976

US 6019820	A	01-02-2000	KEINE

DE 102006002802	A1	26-07-2007	KEINE

US 5098284	A	24-03-1992	DE 69113686 D1 16-11-1995
			DE 69113686 T2 21-03-1996
			DK 0461729 T3 20-11-1995
			EP 0461729 A2 18-12-1991
			IE 912038 A1 18-12-1991
			JP 2994793 B2 27-12-1999
			JP H0599410 A 20-04-1993
			NL 9001366 A 02-01-1992
			US 5098284 A 24-03-1992

EP 1689010	A1	09-08-2006	AT 405959 T 15-09-2008
			AU 2006200445 A1 24-08-2006
			CA 2535212 A1 04-08-2006
			EP 1689010 A1 09-08-2006
			ES 2312052 T3 16-02-2009
			JP 2006216557 A 17-08-2006
			NZ 545080 A 28-09-2007
			US 2006177729 A1 10-08-2006
			US 2010227206 A1 09-09-2010
			ZA 200600968 B 25-04-2007
