

(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
5. Januar 2017 (05.01.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/001541 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01N 1/22 (2006.01) G01N 33/00 (2006.01)
G01N 1/38 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/065254

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. Juni 2016 (30.06.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A50568/2015 30. Juni 2015 (30.06.2015) AT

(71) Anmelder: AVL LIST GMBH [AT/AT]; Hans-List-Platz
1, 8020 Graz (AT).

(72) Erfinder: MAMAKOS, Athanasios; Radgasse 1, 8020
Graz (AT). VALENTAN, Bogdan; Dragucova 12, 2231
Pernica (SI).

(74) Anwalt: PATENTANWÄLTE PINTER & WEISS OG;
Prinz-Eugen-Strasse 70, 1040 Wien (AT).

(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: DILUENT CELLS FOR REMOVING VOLATILE PARTICLES FROM A SAMPLE GAS

(54) Bezeichnung : VERDÜNNERZELLE ZUM ENTFERNEN VON FLÜCHTIGEN PARTIKELN AUS EINEM PROBENGAS

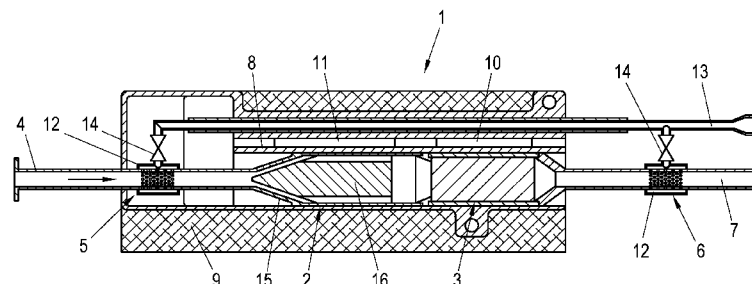


Fig. 1

(57) Abstract: According to the invention, in order to produce a particularly compact diluent cell (1) which can be introduced, in particular in mobile applications and which is used to remove the volatile particles from a sample gas diluted with air, by means of an evaporator (2) and a catalyst (3), is provided. A first diluting unit (5) is arranged in the diluent cell (1) upstream of the evaporator (2), said diluting unit being connected to a diluting air line (13) for feeding diluting air. Said diluting air line (13) is arranged at least partially in the heated base body (8).

(57) Zusammenfassung: Zur Realisierung einer besonders kompakten Verdünnerzelle (1), die insbesondere in mobilen Anwendungen einsetzbar ist und die zur Entfernung der flüchtigen Partikel aus einem mit Luft verdünnten Probengas mittels eines Evaporators (2) und eines Katalysators (3) dient, ist vorgesehen, dass in der Verdünnerzelle (1) stromaufwärts des Evaporators (2) eine erste Verdünnereinheit (5) angeordnet ist, die mit einer Verdünnungsluftleitung (13) zur Zufuhr von Verdünnungsluft verbunden ist, wobei die Verdünnungsluftleitung (13) zumindest teilweise im beheizten Grundkörper (8) angeordnet ist.



WO 2017/001541 A1

Verdünnierzelle zum Entfernen von flüchtigen Partikeln aus einem Probengas

Die gegenständliche Erfindung betrifft eine Verdünnierzelle zum Entfernen von flüchtigen Partikeln aus einem Probengas, das mit flüchtigen und festen Partikeln geladen ist, wobei in einem beheizten Grundkörper der Verdünnierzelle ein mit einer Zuführleitung für das Proben-

5 gas verbundener Evaporator und stromabwärts vom Evaporator zumindest ein Katalysator vorgesehen sind und der Evaporator das Probengas erwärmt, um die flüchtigen Partikel in die Gasphase überzuführen, und der Katalysator die in die Gasphase überführten flüchtigen Partikel entfernt.

Aus der AT 13 239 U1 geht eine kompakte Vorrichtung zum Entfernen von flüchtigen Be-

10 standteilen in einem mit flüchtigen und festen Partikeln geladenen, unverdünnten Gasstrom, wie z.B. ein Aerosol, hervor. Ein solcher Gasstrom kommt insbesondere in Form von Abgas eines Verbrennungsmotors vor. Um einen solchen Gasstrom in einem Gasanalysator, z.B. ein Partikelzähler zur Bestimmung der Partikelkonzentration, analysieren zu können, müssen die flüchtigen Partikel entfernt werden, um durch diese Partikel verursachte Verfälschungen

15 des Messergebnisses zu verhindern. In der AT 13 239 U1 werden die flüchtigen Partikel zuerst in einem Evaporator erhitzt und dadurch in die Gasphase überführt. An den Evaporator schließt stromabwärts ein Katalysator an, in dem die in die Gasphase überführten flüchtigen Partikel entfernt werden.

Es ist auch bekannt, den partikelgeladenen Gasstrom vor und/oder nach dem Entfernen der

20 flüchtigen Partikel zu verdünnen. Die Verdünnung vor der Entfernung wird mitunter mit erwärmter Luft durchgeführt, was von manchen Behörden sogar vorgeschrieben oder empfohlen wird. Die Verdünnung nach dem Entfernen erfolgt in der Regel mit kalter Luft. Eine solche Anordnung kann auch der US 7,665,375 B2 oder der US 2007/0131038 A1 entnommen werden. Ebenfalls ist es z.B. aus der US 8,794,048 bekannt, den Verdünnner vor dem Entfer-

25 nen selbst zu heizen.

Für mobile Anwendungen (also an einem Fahrzeug angeordnet und mit diesem beweglich) muss eine Verdünnierzelle zum Entfernen flüchtiger Partikel aus einem Gasstrom sehr kompakt und leicht ausgeführt sein, um diese überhaupt am Fahrzeug unterbringen zu können und um durch das Gewicht der Vorrichtung das normale Verhalten des Fahrzeugs nicht zu

30 stark zu beeinflussen. Aufgrund dieser Anforderungen soll die Baugröße der Vorrichtung so weit wie möglich reduziert werden. Zusätzliche Komponenten zum Heizen der zugeführten Verdünnungsluft sind daher kontraproduktiv, da diese sowohl die Baugröße als auch das Gewicht erhöhen. Abgesehen davon ist es für mobile Anwendungen wünschenswert, die Leistungsaufnahme einer Vorrichtung zum Entfernen flüchtiger Partikel so gering wie mög-

35 lich zu halten, da die benötigte Leistung über große und schwere Batterien zur Verfügung

gestellt werden muss, oder vom Fahrzeug bereitgestellt werden muss. Auch unter diesem Aspekt sind zusätzliche Komponenten zum Heizen der zugeführten Verdünnungsluft in mobilen Anwendungen kontraproduktiv.

5 Es ist daher eine Aufgabe der gegenständlichen Erfindung eine besonders kompakte Verdünnerzelle, die insbesondere in mobilen Anwendungen einsetzbar ist, zur Entfernung der flüchtigen Partikel aus einem Probengas anzugeben, bei der vor der Entfernung eine Verdünnung mit Luft erfolgt.

10 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß für die Verdünnerzelle dadurch gelöst, dass in der Verdünnerzelle stromaufwärts des Evaporators eine erste Verdünnereinheit angeordnet ist, der mit einer Verdünnungsluftleitung zur Zufuhr von Verdünnungsluft verbunden ist, wobei die Verdünnungsluftleitung zumindest teilweise im beheizten Grundkörper angeordnet ist. Durch diese Anordnung der Verdünnungsluftleitung im beheizten Grundkörper wird erreicht, dass die zugeführte Verdünnungsluft durch den Grundkörper automatisch mitgeheizt und dem Probengas zur Verdünnung vorgewärmte Luft zugeführt wird. Damit können zusätzliche
15 Bauteile zum Temperieren der Verdünnungsluft eingespart werden, was es insbesondere ermöglicht, die Verdünnerzelle sehr kompakt und leicht, und damit auch in mobilen Anwendungen einsetzbar und mit Fahrzeugen bewegbar, zu bauen. Das ermöglicht es weiters, die Leistungsaufnahme für das Erwärmen der Verdünnungsluft zu reduzieren.

20 Der Grundkörper kann einfach erwärmt werden, wenn im Grundkörper zumindest eine Heizelementausnehmung vorgesehen ist, in der zumindest ein Heizelement zum Erwärmen des Grundkörpers angeordnet ist. Diese Ausgestaltung ermöglicht es des Weiteren, die Heizelemente einfach zu tauschen, ohne den Grundkörper zerlegen zu müssen, wenn die Heizelementausnehmung an einem axialen Ende offen und von außen zugänglich ist. Natürlich können auch mehrere Heizelementausnehmungen und Heizelemente vorgesehen sein.

25 Für eine besonders gute Erwärmung der zugeführten Verdünnungsluft ist vorgesehen, die Heizelementausnehmung im Grundkörper zwischen einer Luftleitungsausnehmung, in der die Verdünnungsluftleitung angeordnet ist, und einer Komponentenausnehmung, in der der Evaporator und der Katalysator angeordnet sind, anzuordnen.

30 Wenn die Komponentenausnehmung und die Luftleitungsausnehmung im Wesentlichen parallel angeordnet sind, kann einerseits eine besonders kompakte Ausführung der Verdünnerzelle realisiert werden. Andererseits kann damit im Wesentlichen die gesamte axiale Länge des Grundkörpers zur Erwärmung der Verdünnungsluft genutzt werden, womit eine gute Lufterwärmung erzielt werden kann.

Wenn in der Verdünnungsluftleitung zumindest abschnittsweise radial nach innen vorstehende Erhebungen vorgesehen sind, wird zum einen die überströmte Oberfläche in der Verdünnungsluftleitung vergrößert und es ist ein effizienterer Wärmeübergang möglich. Zum anderen werden dadurch Turbulenzen in die Strömung der Verdünnungsluft eingebracht, die eine zusätzlich verbesserte Erwärmung der Luft ermöglichen. Beides erhöht und verbessert den Wärmeübergang vom beheizten Grundkörper auf die Verdünnungsluft. . Mit anderen Worten sind also auf der inneren Oberfläche der Verdünnungsluftleitung Erhebungen vorgesehen, die in Richtung der Leitungsmitte radial nach innen ausgerichtet sind. Vorzugsweise sind die radial vorstehenden Erhebungen, die an der Innenwand der Verdünnungsluftleitung vorgesehen sind, zumindest abschnittsweise in den innerhalb des beheizten Grundkörpers angeordneten Bereichen der Verdünnungsluftleitung angeordnet. Dadurch lässt sich die Wärme des Grundkörpers besonders gut übertragen.

Die axiale Baulänge der Verdünnerzelle lässt sich verkürzen, wenn die Strömungsrichtung der Verdünnungsluft durch die Verdünnungsluftleitung entgegengerichtet zur Strömungsrichtung des Probengases durch den Evaporator und den zumindest einen Katalysator ist.

Die gegenständliche Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren 1 bis 3 näher erläutert, die beispielhaft, schematisch und nicht einschränkend vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung zeigen. Dabei zeigt

Fig.1 einem Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Verdünnerzelle,

Fig.2 eine Ansicht eines Teils des beheizten Grundkörpers und

Fig.3 eine Detailansicht der Verdünnungsluftleitung.

In Fig.1 ist eine vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Verdünnerzelle 1 zur Entfernung der flüchtigen Partikel (z.B. Kohlenwasserstoffe, SO_3 , H_2SO_4 , wie typischerweise in einem Abgas eines Verbrennungsmotors enthalten) aus einem Probengas, das flüchtige und feste Partikel enthält, gezeigt. Die Vorrichtung umfasst einen Evaporator 2 und einen stromabwärts davon angeordneten Katalysator 3, wobei auch mehrere Katalysatoren 3 hintereinander und/oder parallel angeordnet sein können. Der Katalysator 3 kann wie in der AT 13 239 U1 beschrieben ausgeführt sein. Über eine Zuführleitung 4 wird der Verdünnerzelle 1 Probengas, beispielsweise Abgas eines Verbrennungsmotors, zugeführt. An die Zuführleitung 4 kann eine beliebige Gaszuführung angeschlossen werden. Das Probengas wird einer ersten Verdünnereinheit 5 zugeführt, in der das Probengas mit Verdünnungsluft verdünnt wird. Das verdünnte Probengas strömt von der ersten Verdünnereinheit 5 in den Evaporator 2, in dem die flüchtigen Bestandteile des Probengases in die Gasphase überführt werden, also verflüchtigt werden. Diese verflüchtigten Partikel werden im nachfolgenden zumindest einen Katalysator 3 durch eine katalytische Reaktion entfernt. Stromabwärts des

Katalysators 3 ist eine zweite Verdünnereinheit 6 angeordnet, in dem das aus dem Katalysator 3 ausströmende verdünnte und von den flüchtigen Bestandteilen befreite Probengas ein weiteres Mal mit Verdünnungsluft verdünnt wird.

Die zweite Verdünnereinheit 6 ist optional und kann auch weggelassen werden. Das derart aufbereitete Probengas wird über eine Abführleitung 7 aus der Verdünnerzelle 1 abgeführt. An die Abführleitung 7 kann eine beliebige Gasabführung angeschlossen werden, beispielsweise eine Verbindungsleitung zu einem Gasanalysator, wie einem Partikelzähler, zur Analyse des aufbereiteten Probengases.

Hierzu ist anzumerken, dass es nicht möglich ist, im Evaporator 2 sämtliche im Probengas enthaltenen flüchtigen Partikel vollständig zu entfernen. Unter „Entfernen“ wird daher eine Entfernung verstanden, die es erlaubt, das derart aufbereitete Probengas in einer nachfolgenden Gasanalyseeinheit ohne negative Störungen zu untersuchen - beispielsweise eine Entfernung von zumindest 90% bis 99% der enthaltenen flüchtigen Partikel.

Die erste Verdünnereinheit 5, der Evaporator 2 und der Katalysator 3 sind in einem ersten, beheizten Teil der Vorrichtung 1 angeordnet. Hierzu kann ein beheizter Grundkörper 8 (einteilig oder mehrteilig), beispielsweise aus Edelstahl oder Aluminium, vorgesehen sein, in dem diese Komponenten angeordnet sind. Der beheizte Grundkörper 8 kann auch von einer thermischen Isolierung 9 ummantelt sein. Die zweite Verdünnereinheit 6 ist gegebenenfalls in einem zweiten ungeheizten Teil der Verdünnerzelle 1 angeordnet, insbesondere um eine zweite Verdünnung mit nicht erwärmter Verdünnungsluft zu ermöglichen. Dazu kann vorgesehen sein, dass eine Zuführung von Verdünnungsluft zur zweiten Verdünnereinheit 6 ebenfalls im ungeheizten Teil der Verdünnerzelle 1 von der Verdünnungsluftleitung 13 abzweigt.

Die erste und zweite Verdünnereinheit 5, 6 sind im gezeigten Ausführungsbeispiel als an sich bekannter Verdünner mit porösen Gasleitungen ausgeführt. Hierbei ist die Zuführleitung 4 oder die Abführleitung 7 über eine gewisse Länge porös ausgeführt, beispielsweise in Form einer Mehrzahl von Bohrungen im Mantel der jeweiligen Leitung. Dieser poröse Abschnitt der Zuführleitung 4 oder der Abführleitung 7 ist von einem abgeschlossenen Hohlraum 12 umgeben, in dem die Verdünnungsluft unter Druck zugeführt wird. Dazu kann in den jeweiligen Hohlraum 12 eine Verdünnungsluftleitung 13 münden, an die eine beliebige Luftzuführung angeschlossen werden kann. Vor dem jeweiligen Hohlraum kann in der Verdünnungsluftleitung 13 auch ein Dosierventil 14 angeordnet sein, um die Menge der zugeführten Verdünnungsluft regeln zu können.

Die Ausführung der Verdünnereinheiten 5, 6 mit porösen Leitungen ist nur beispielhaft und es kann grundsätzlich jeder beliebiger geeigneter Verdünner, auch unterschiedliche Verdünnern, eingesetzt werden.

Am beheizten Grundkörper 8 sind Heizelemente 10, 11 angeordnet, mit denen der Grundkörper 8 beheizt wird. Es kann z.B. ein erstes Heizelement 11 zum Temperieren des Evaporators 2 und ein zweites Heizelement 10 zum Temperieren des Katalysators 3 angeordnet sein. Die Heizelemente 10, 11 sind vorzugsweise als hinlänglich bekannte elektrische Heizpatronen ausgeführt. Der Grundkörper 8, der die Komponenten im beheizten Teil der Vorrichtung 1 umgibt, verteilt die durch die Heizelemente 10, 11 eingebrachte Wärme und sorgt für eine gute und gleichmäßige Erwärmung. Bei einer thermischen Trennung in axialer Richtung wäre es auch möglich, den Evaporator 2 und den Katalysator 3 auf unterschiedlichen Temperaturen zu halten.

Für die Verwendung der Verdünnerzelle 1 für eine Abgas einer Verbrennungskraftmaschine als Probengas wird der Evaporator 2 typischerweise auf einen Temperaturbereich von 150°C bis 400°C temperiert. Der Katalysator 3 wird typischerweise ebenfalls auf einen Temperaturbereich von 150°C bis 400°C temperiert.

In Fig.2 ist ein Teil des Grundkörpers 8 in einer vorteilhaften Ausgestaltung dargestellt. Der Grundkörper 8 ist hier zweiteilig, entlang einer Längsebene geteilt ausgeführt. Der Grundkörper 8 wird aus zwei solchen, an der Längsebene aneinander liegenden Teilen ausgebildet. In einer Komponentenausnehmung 20 des Grundkörpers 8 sind der Evaporator 2 und der Katalysator 3 angeordnet. In einer Heizelementausnehmung 22 ist zumindest eines der Heizelemente 10, 11 angeordnet. Im anderen Teil des Grundkörpers 8 kann ebenfalls eine solche Heizelementausnehmung 22 vorgesehen sein, in der ein weiteres Heizelement 10, 11 angeordnet sein kann. In einer Luftleitungsausnehmung 21 wird die Verdünnungsluftleitung 13 angeordnet. Die Verdünnungsluftleitung 13 verläuft damit zumindest teilweise im Grundkörper 8. Die Luftleitungsausnehmung 21 verläuft dabei im Wesentlichen parallel zur Komponentenausnehmung 20. Unter paralleler Anordnung ist hier zu verstehen, dass die Längsachsen in Richtung der größten Längserstreckung von Komponentenausnehmung 20 und Luftleitungsausnehmung 21 im Wesentlichen parallel verlaufen. Die Heizelementausnehmung 22, oder die Heizelementausnehmungen 22, sind bevorzugt zwischen der Komponentenausnehmung 20 und der Luftleitungsausnehmung 21 angeordnet. Weiters ist eine Verdünnerausnehmung 23 vorgesehen, in der die erste Verdünnereinheit 5 angeordnet ist.

Die Heizelementausnehmung 22 ist vorzugsweise an einem axialen Ende offen und frei zugänglich. Dadurch können Heizelemente 10, 11 auf einfache Weise in die Heizelementausnehmung 22 geschoben und darin an der gewünschten axialen Position fixiert werden.

Die Heizelemente 10, 11 können auch an unterschiedlichen axialen Positionen in den Heizelementausnehmungen 22 angeordnet sein. Damit kann z.B. ein erstes Heizelement 11 auf axialer Höhe des Evaporators 2 und ein zweites Heizelement 10 auf axialer Höhe des Katalysators 3 angeordnet sein.

- 5 Nachdem die Luftleitungsausnehmung 21 und die darin angeordnete Verdünnungsluftleitung 13 im beheizten Grundkörper 8 angeordnet sind, wird die zugeführte Verdünnungsluft gleichzeitig miterwärmt. Es sind damit keine separaten Vorkehrungen zu treffen, um die zugeführte Verdünnungsluft zu erwärmen. Um eine möglichst starke Erwärmung der Verdünnungsluft zu erzielen, ist die Verdünnungsluftleitung 13 vorzugsweise in Längsrichtung der Verdünnerzelle 1, also parallel zur Komponentenausnehmung 20 angeordnet. Durch diese Anordnung erreicht man aber auch eine äußerst kompakte Ausgestaltung der Verdünnerzelle 1, da die im Grundkörper 8, vorzugsweise in Längsrichtung, geführte Verdünnungsluftleitung 13 nur wenig Platz benötigt und einfach untergebracht werden kann.

- 15 Für die Verwendung der Verdünnerzelle 1 für ein Abgas einer Verbrennungskraftmaschine als Probengas wird die Verdünnungsluft typischerweise auf eine Temperatur von größer 150°C temperiert.

- Das aus der Verdünnerzelle 1 an der Abführleitung 7 austretende aufbereitete Probengas ist aber auf niedrigere Temperaturen abzukühlen, damit das Probengas nachfolgenden Geräten, wie einem Gasanalysator oder einem Partikelzähler, zugeführt werden kann. Die Abkühlung kann im Falle einer zweiten Verdünnereinheit 6 durch kühle Verdünnungsluft für die Verdünnung erfolgen. Hierbei ist es allerdings vorteilhaft, wenn die Temperatur des in der zweiten Verdünnereinheit 6 verdünnten und gekühlten Probengases nicht unter 60°C sinkt, um Kondensation und Artefaktbildung im Probengas, beispielsweise durch die Keimbildung verbliebener volatiler Partikel im Probengas, zu verringern. Das kann beispielsweise erreicht werden, in dem auch für die zweite Verdünnereinheit 6 entsprechend temperierte Verdünnungsluft verwendet wird.

- Um die Baulänge der Verdünnerzelle 1 kurz zu halten, kann weiters vorgesehen sein, dass die Strömungsrichtung durch die Verdünnungsluftleitung 13 entgegengesetzt zur Strömungsrichtung durch den Evaporator 2 und den Katalysator 3 ist. Der Eintritt der Zuführleitung 4, in die Verdünnerzelle 1, und die erste Verdünnereinheit 5, und der Eintritt der Verdünnungsluftleitung 13 in die Verdünnerzelle 1 sind vorzugsweise an einander gegenüberliegenden Seiten der Verdünnerzelle 1 angeordnet, wie in Fig.1 dargestellt. Gleichfalls sind vorzugsweise der Eintritt der Zuführleitung 4 an einer Seite der Verdünnerzelle 1 und der Austritt der Abführleitung 7 und der Eintritt der Verdünnungsluftleitung 13 in die Verdünnerzelle 1 an einer gegenüberliegenden Seite der Verdünnerzelle 1 vorgesehen. Damit kann im Wesentlichen

die gesamte Länge der Verdünnerzelle 1 zur Erwärmung der Verdünnungsluft genutzt werden.

Es ist weiters darauf hinzuweisen, dass neben der dargestellten, teilweise im Grundkörper 8 angeordnete Verdünnungsluftleitung 13 auch noch weitere Verdünnungsluftleitungen vorgesehen sein könnten, die ebenfalls in die erste Verdünnereinheit 5 zur Zufuhr von Verdünnungsluft münden können. Diese weiteren Verdünnungsluftleitungen müssen dabei nicht im Grundkörper 8 angeordnet sein.

Der Wärmeübergang zwischen Grundkörper 8, bzw. zwischen darin angeordneter Verdünnungsluftleitung 13, und der zugeführten Verdünnungsluft kann verbessert werden, wenn die Verdünnungsluftleitung 13 an der Innenwand nicht glatt ausgeführt ist, sondern zumindest abschnittsweise mit einer Vielzahl von radial nach innen herausragenden Erhebungen 24 versehen ist, wie in einer Detaildarstellung in Fig.3 gezeigt. Die Erhebungen 24 sind dabei bevorzugt in Abschnitten der Verdünnungsluftleitung 13 vorgesehen, die innerhalb des Grundkörpers 8 verlaufen. Die Erhebungen 24 können z.B. als Rippen oder Rillen oder Innengewinde ausgeführt sein, wobei die Form der Erhebungen jedoch unerheblich ist. Durch die radial inneren Erhebungen wird einerseits die überströmte Oberfläche in der Verdünnungsluftleitung 13 erhöht, womit der Wärmeübergang verbessert wird. Andererseits werden durch die Erhebungen in die durchströmende Verdünnungsluft Turbulenzen eingebracht, was ebenfalls hilft, den Wärmeübergang vom Grundkörper 8 auf die Verdünnungsluft zu verbessern.

Der Evaporator 2 wird im Wesentlichen durch ein Evaporatorrohr 15 ausgebildet. Am stromabwärtigen Ende des Evaporatorrohres 15 schließt der Katalysator 3 an. Am stromaufwärtigen Ende mündet die Zuführleitung 4 in den Evaporator 2. Dazu ist am Evaporatorrohr 15 ein Übergangsbereich 24 vorgesehen, entlang dem die Zuführleitung 4 kegelförmig vom kleinen Strömungsquerschnitt der Zuführleitung 4 auf den größeren Strömungsquerschnitt des Evaporatorrohres 15 aufgeht. Um eine bessere und gleichmäßigere Erwärmung des Probengases im Evaporator 2 sicherzustellen, kann im Evaporatorrohr 15 auch ein Evaporatorkern 16 angeordnet sein, der eine Mehrzahl von radial abstehenden Stegen aufweist, die in thermisch leitenden Kontakt mit dem beheizten Grundkörper 8 stehen. Über diesen thermisch leitenden Kontakt wird der Evaporatorkern 16 über den beheizten Grundkörper 8 mitbeheizt. Zusätzlich wird durch den Evaporatorkern 16 die beheizte Oberfläche des Evaporators 2, über die das durchströmende Probengas strömt, vergrößert. Das Probengas wird damit gleichmäßiger erwärmt. Gleichzeitig kann der Evaporator 2 bei einer bestimmten Strömungsgeschwindigkeit damit auch kürzer gebaut werden, da eine größere Heizfläche verfügbar ist. In einer Variante der Erfindung kann der Evaporatorkern 21 auch so gestaltet sein, dass Turbulenzen in der Strömung des Probengases weitestgehend vermieden werden. Die-

se Turbulenzen sind nachteilig, da sie zu Ablagerungen der im Probengas enthaltenen Partikel an den Wandungen der Zuführleitung 4 und/oder des Evaporatorrohres 15 führen können. Solche Ablagerungen verfälschen nachfolgende Gasanalysen des Probengases und führen zur Verschmutzung der Verdünnerzelle 1 und sind deshalb prinzipiell unerwünscht.

Patentansprüche

1. Verdünnerzelle zum Entfernen von flüchtigen Partikeln aus einem Probengas, das mit flüchtigen und festen Partikeln geladen ist, wobei in einem beheizten Grundkörper (8) der Verdünnerzelle (1) ein mit einer Zuführleitung (4) für das Probengas verbundener Evaporator (2) und stromabwärts vom Evaporator (2) zumindest ein Katalysator (3) vorgesehen sind und der Evaporator (2) das Probengas erwärmt, um die flüchtigen Partikel in die Gasphase überzuführen, und der Katalysator (3) die in die Gasphase überführten flüchtigen Partikel entfernt, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Verdünnerzelle (1) stromaufwärts des Evaporators (2) eine erste Verdünnereinheit (5) angeordnet ist, die mit einer Verdünnungsluftleitung (13) zur Zufuhr von Verdünnungsluft verbunden ist, wobei die Verdünnungsluftleitung (13) zumindest teilweise im beheizten Grundkörper (8) angeordnet ist.
2. Verdünnerzelle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Grundkörper (8) zumindest eine Heizelementausnehmung (22) vorgesehen ist, in der zumindest ein Heizelement (10, 11) zum Erwärmen des Grundkörpers (8) angeordnet ist.
3. Verdünnerzelle nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizelementausnehmung (22) im Grundkörper (8) zwischen einer Luftleitungsausnehmung (21), in der die Verdünnungsluftleitung (13) angeordnet ist, und einer Komponentenausnehmung (20), in der der Evaporator (2) und der zumindest eine Katalysator (3) angeordnet sind, angeordnet ist.
4. Verdünnerzelle nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Komponentenausnehmung (20) und die Luftleitungsausnehmung (21) im Wesentlichen parallel angeordnet sind.
5. Verdünnerzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Verdünnungsluftleitung (13) zumindest abschnittsweise radial nach innen vorstehende Erhebungen (24) vorgesehen sind.
6. Verdünnerzelle nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radial nach innen vorstehende Erhebungen (24) zumindest abschnittsweise in einem innerhalb des beheizten Grundkörpers (8) angeordneten Bereich der Verdünnungsluftleitung (13) angeordnet sind.
7. Verdünnerzelle nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungsrichtung der Verdünnungsluft durch die Verdünnungsluftleitung (13) entge-

gengerichtet zur Strömungsrichtung des Probengases durch den Evaporator (2) und den zumindest einen Katalysator (3) ist.

1/2

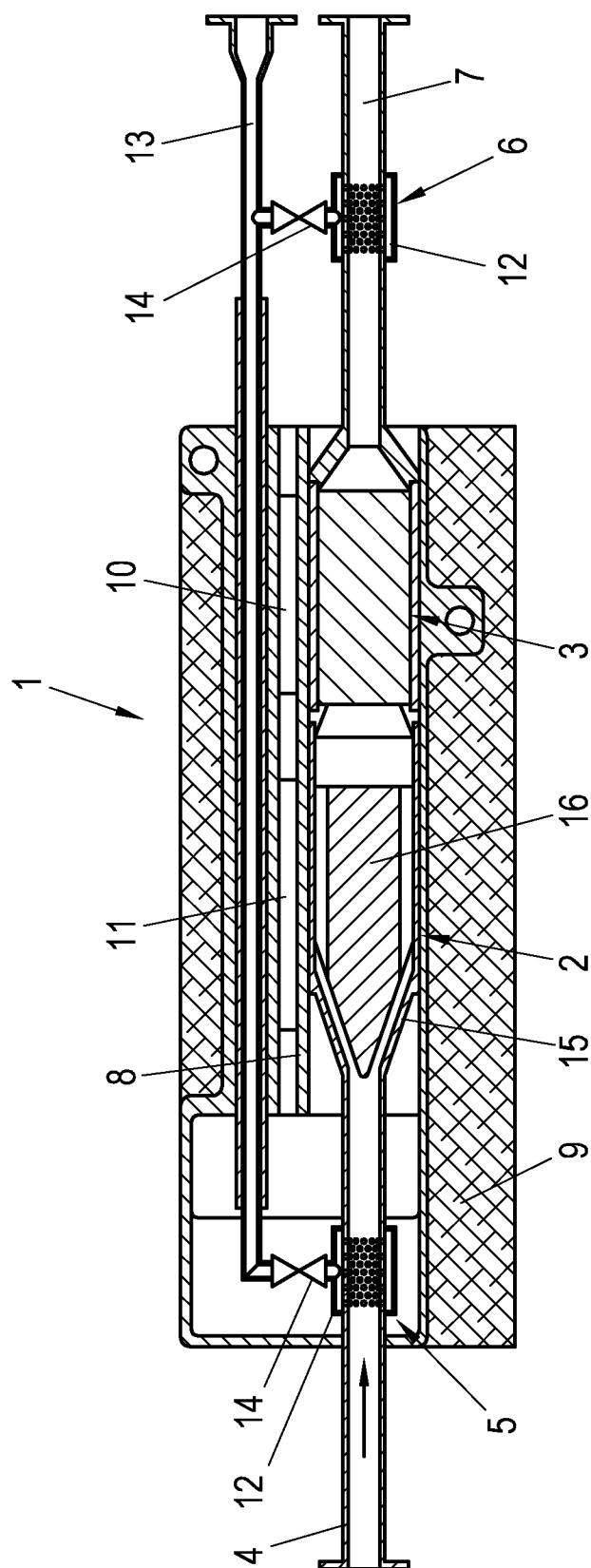


Fig. 1

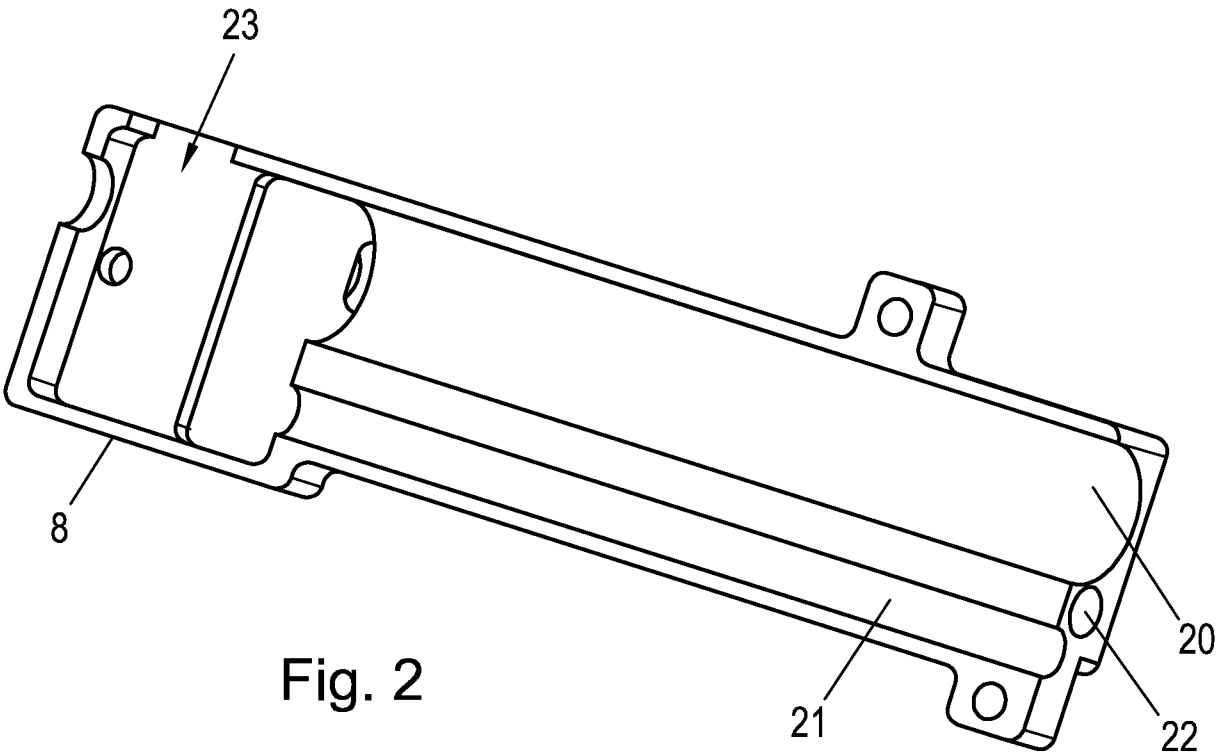


Fig. 2

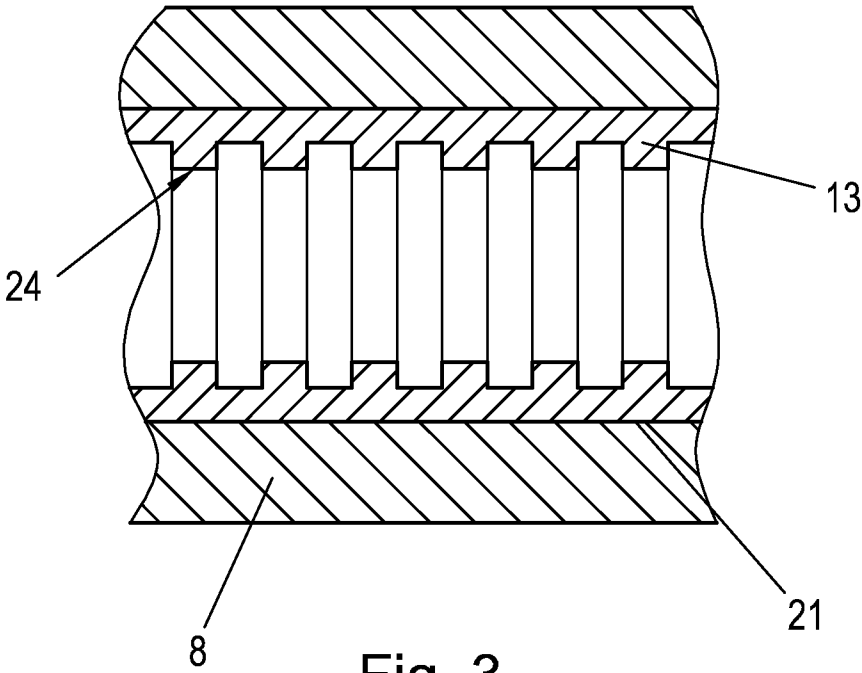


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/065254

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01N1/22 G01N1/38 G01N33/00
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)
G01N G01M

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.
Y	US 5 297 432 A (TRINA JOHN E [US] ET AL) 29 March 1994 (1994-03-29) column 4, line 50 - column 6, line 27; figure 3 -----	1-7
Y	US 4 974 455 A (MCGOWAN GERALD F [US] ET AL) 4 December 1990 (1990-12-04) column 4, line 32 - column 5, line 25; figure 3 -----	1-7
Y	DE 20 2013 100053 U1 (AVL LIST GMBH [AT]) 4 March 2013 (2013-03-04) paragraphs [0019] - [0026]; figures 1, 2 -----	1-7
A	WO 97/12221 A1 (HORIBA INSTR INC [US]) 3 April 1997 (1997-04-03) page 12, line 1 - page 13, line 2; figures 1, 3 ----- -/-	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 September 2016

Date of mailing of the international search report

23/09/2016

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

Bamière, François

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/065254

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 1 677 107 A2 (HORIBA LTD [JP]) 5 July 2006 (2006-07-05) the whole document -----	1-7
A	AT 10 541 U2 (AVL LIST GMBH [AT]) 15 May 2009 (2009-05-15) the whole document -----	1-7
A	FAN XU ET AL: "Effects of a Catalytic Volatile Particle Remover (VPR) on the Particulate Matter Emissions from a Direct Injection Spark Ignition Engine", ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY, vol. 45, no. 20, 15 October 2011 (2011-10-15), pages 9036-9043, XP055303261, US ISSN: 0013-936X, DOI: 10.1021/es2008209 the whole document -----	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/065254

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5297432	A	29-03-1994	AU 665446 B2 04-01-1996
		AU 4438093 A	02-03-1995
		CA 2101563 A1	30-01-1995
		EP 0638796 A1	15-02-1995
		US 5297432 A	29-03-1994
		US 5458010 A	17-10-1995

US 4974455	A	04-12-1990	NONE

DE 202013100053	U1	04-03-2013	AT 13239 U1 15-09-2013
		DE 202013100053	U1 04-03-2013
		KR 20140042629	A 07-04-2014
		US 2014093435	A1 03-04-2014

WO 9712221	A1	03-04-1997	EP 0871855 A1 21-10-1998
		JP 3650125 B2	18-05-2005
		JP H11514436	A 07-12-1999
		US 5756360	A 26-05-1998
		WO 9712221	A1 03-04-1997

EP 1677107	A2	05-07-2006	EP 1677107 A2 05-07-2006
		US 2006144124	A1 06-07-2006
		US 2009003125	A1 01-01-2009

AT 10541	U2	15-05-2009	AT 10541 U2 15-05-2009
		CN 101782496	A 21-07-2010
		EP 2264423	A2 22-12-2010
		JP 5066195	B2 07-11-2012
		JP 2010164561	A 29-07-2010
		KR 20100083732	A 22-07-2010
		US 2010175459	A1 15-07-2010

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01N1/22 G01N1/38 G01N33/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01N G01M		
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.
Y	US 5 297 432 A (TRAINA JOHN E [US] ET AL) 29. März 1994 (1994-03-29) Spalte 4, Zeile 50 - Spalte 6, Zeile 27; Abbildung 3	1-7
Y	US 4 974 455 A (MCGOWAN GERALD F [US] ET AL) 4. Dezember 1990 (1990-12-04) Spalte 4, Zeile 32 - Spalte 5, Zeile 25; Abbildung 3	1-7
Y	DE 20 2013 100053 U1 (AVL LIST GMBH [AT]) 4. März 2013 (2013-03-04) Absätze [0019] - [0026]; Abbildungen 1, 2	1-7
A	WO 97/12221 A1 (HORIBA INSTR INC [US]) 3. April 1997 (1997-04-03) Seite 12, Zeile 1 - Seite 13, Zeile 2; Abbildungen 1, 3	1-7
	----- -/-	
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
16. September 2016		23/09/2016
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 Bamière, François

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 677 107 A2 (HORIBA LTD [JP]) 5. Juli 2006 (2006-07-05) das ganze Dokument -----	1-7
A	AT 10 541 U2 (AVL LIST GMBH [AT]) 15. Mai 2009 (2009-05-15) das ganze Dokument -----	1-7
A	FAN XU ET AL: "Effects of a Catalytic Volatile Particle Remover (VPR) on the Particulate Matter Emissions from a Direct Injection Spark Ignition Engine", ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY, Bd. 45, Nr. 20, 15. Oktober 2011 (2011-10-15), Seiten 9036-9043, XP055303261, US ISSN: 0013-936X, DOI: 10.1021/es2008209 das ganze Dokument -----	1-7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/065254

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5297432	A	29-03-1994	AU 665446 B2 04-01-1996
		AU 4438093 A	02-03-1995
		CA 2101563 A1	30-01-1995
		EP 0638796 A1	15-02-1995
		US 5297432 A	29-03-1994
		US 5458010 A	17-10-1995

US 4974455	A	04-12-1990	KEINE

DE 202013100053	U1	04-03-2013	AT 13239 U1 15-09-2013
		DE 202013100053	U1 04-03-2013
		KR 20140042629	A 07-04-2014
		US 2014093435	A1 03-04-2014

WO 9712221	A1	03-04-1997	EP 0871855 A1 21-10-1998
		JP 3650125 B2	18-05-2005
		JP H11514436	A 07-12-1999
		US 5756360	A 26-05-1998
		WO 9712221	A1 03-04-1997

EP 1677107	A2	05-07-2006	EP 1677107 A2 05-07-2006
		US 2006144124	A1 06-07-2006
		US 2009003125	A1 01-01-2009

AT 10541	U2	15-05-2009	AT 10541 U2 15-05-2009
		CN 101782496	A 21-07-2010
		EP 2264423	A2 22-12-2010
		JP 5066195	B2 07-11-2012
		JP 2010164561	A 29-07-2010
		KR 20100083732	A 22-07-2010
		US 2010175459	A1 15-07-2010
