

(19)



(10)

AT 514774 A1 2015-03-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 50537/2013
 (22) Anmeldetag: 30.08.2013
 (43) Veröffentlicht am: 15.03.2015

(51) Int. Cl.: **G01N 15/00** (2006.01)
G01N 1/22 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
 RU2237882C1 (ELEKTROSTAL NEORGANIKA
 SCI PRODN ASSOC) 10.10.2004
 (Zusammenfassung). [Aus dem Internetz am
 01.04.2014] Aus der Epodoc/EPO Database, AN:
 RU-2003124936-A
 WO 0131312 A2
 AT 10542 U2

(71) Patentanmelder:
 AVL List GmbH
 8020 Graz (AT)
 (72) Erfinder:
 Kraft Martin Dr.
 1090 Wien (AT)
 Bergmann Alexander Dr.
 8052 Graz (AT)
 (74) Vertreter:
 Patentanwälte Pinter & Weiss OG
 Wien

(54) **Betriebsmittel für einen Kondensationskernzähler für Abgase von Verbrennungsmotoren**

(57) Als Betriebsmittel (7) für einen Kondensationskernzähler für Abgase von Verbrennungsmotoren (4) wird ein n-Alkan mit der allgemeinen chemischen Formel C_nH_{2n+2} mit einer Ordnungszahl n von zehn, elf oder zwölf verwendet.

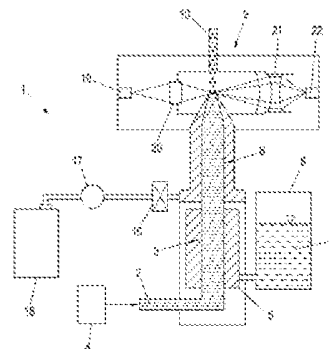


Fig. 1

Zusammenfassung

Als Betriebsmittel (7) für einen Kondensationskernzähler für Abgase von Verbrennungsmotoren (4) wird ein n-Alkan mit der allgemeinen chemischen Formel C_nH_{2n+2} mit einer Ordnungszahl n von zehn, elf oder zwölf verwendet.

Fig. 1

Betriebsmittel für einen Kondensationskernzähler für Abgase von Verbrennungsmotoren

Die gegenständliche Erfindung betrifft Betriebsmittel für einen Kondensationskernzähler für Abgase von Verbrennungsmotoren und einen Kondensationskernzähler mit einem erfindungsgemäßen Betriebsmittel.

Abgase eines Verbrennungsmotors beinhalten Feststoffpartikel im nm-Bereich, die zu klein sind, um diese direkt auf optischem Weg detektieren zu können. Um solche Feststoffpartikel doch messbar zu machen werden häufig sogenannte Kondensationskernzähler verwendet, bei denen das Abgas durch eine übersättigte Atmosphäre geschickt wird. Die übersättigte Atmosphäre wird z.B. erzeugt, in dem das Abgas mit Dämpfen eines Betriebsmittels gesättigt wird und anschließend abgekühlt wird. Die Feststoffpartikel dienen dann als Kondensationskerne, auf die das übersättigte Betriebsmittel aufkondensiert, was zu einem Anwachsen der Kondensationskerne führt. Ein solcher Kondensationskernzähler ist z.B. aus der US 4,790,650 A oder der WO 12/142297 A1 bekannt. Die Größe der Feststoffpartikel, ab der dieser Kondensationsprozess stattfindet ist von der Übersättigung abhängig und wird als Kelvin-Durchmesser bezeichnet. Je kleiner der Kelvindurchmesser für eine bestimmte Übersättigung, desto kleiner können die Feststoffpartikel sein, die zur Kondensation von Betriebsmittel führt. Entsprechend von Vorgaben, z.B. gesetzlichen Anforderungen, ist für Abgas der Partikelgrößenbereich von größer 20nm, typischerweise 23nm, bis 2.5µm zu detektieren und das Abgas auf eine Temperatur von <35°C vor dem Sättiger zu konditionieren. Durch die Kondensation steigt die Größe der Partikel an (auf ca. 5 µm), die dann einzeln optisch detektiert werden können, z.B. mit optischen Partikelzählern auf Basis von Streulicht.

Das derzeitige Standard-Betriebsmittel für Kondensationskernzähler für die Messung von Feststoffpartikeln in Abgasen von Verbrennungsmotoren ist 1-Butanol (n-Butanol), wie z.B. in EP 2 208 983 B1 beschrieben. Der primäre Nachteil dieses Betriebsmittels ist seine chemische Reaktivität mit dem Abgas. Der Alkohol bildet mit sauren Abgaskomponenten Ester, die sich in Folge in den Dochtelementen des Kondensationskernzählers anreichern und zu einer Reduktion der Gassättigung führen. Ein weiterer praktischer Nachteil ist ein Flammpunkt von ~ 37°C, also im Bereich der angestrebten Temperatur.

In WO 01/31312 A1 wurden eine Fülle von möglichen Betriebsmittel für einen Kondensationskernzähler untersucht, wobei das Hauptaugenmerk hierbei auf die Detektion von sehr kleinen Molekülen (kleiner als 3nm) für die chemische Analyse von chemischen Stoffen gerichtet ist. Dabei wird ausgeführt, dass Glykol für solche Anwendungen das geeignetste Betriebsmittel ist, da es den kleinsten Kelvindurchmesser ermöglicht. Daneben werden noch Alkane, und speziell Hexan, Heptan, Oktan und Nonan als Betriebsmittel, erwähnt, die aber

allesamt schlechtere Kelvindurchmesser ermöglichen und daher in der WO 01/31312 A1 nicht als bevorzugte Betriebsmittel für diese Anwendungen beschrieben sind.

Die WO 01/31312 A1 beschreibt weiters eine Methode, wie ein Betriebsmittel aus einer Gruppe chemischer Stoffe (z.B. Alkane) als das am besten geeignete Betriebsmittel ausgewählt werden kann. Dazu soll die relative Dielektrizitätskonstante ϵ des Betriebsmittels herangezogen werden und das Betriebsmittel in der chemischen Gruppe gewählt werden, das die größte Dielektrizitätskonstante aufweist. Die relative Dielektrizitätskonstante ist dabei ein Parameter der zu den einzelnen Stoffen bekannt ist, z.B. aus entsprechenden Tabellen oder Spezifikationen.

Eine im Bereich der Atmosphärenforschung verwendete Alternative ist die Verwendung von Wasser als Betriebsmittel (siehe z.B. auch WO 01/31312 A1). Für den gegenständlichen Anwendungsfall bei Abgasen von Verbrennungsmotoren ist Wasser aber nicht anwendbar, da Wasser nicht ausreichend zuverlässig auf Rußpartikel im Abgas aufwächst. Daneben würde Wasser in Folge der hohen Diffusivität von Wasserdampf in Luft einen grundlegend anderen Systemaufbau notwendig machen, womit Wasser in herkömmlichen Kondensationskernzählern für Abgas nicht einsetzbar ist. Somit stellt Wasser als Betriebsmittel für den gegenständlichen Anwendungsfall keine sinnvolle Alternative dar.

Aus der US 7,777,867 B2 ist z.B. die Verwendung perfluorierten Verbindungen, insbesondere von Perfluoro-N-trialkylaminen (z.B. Perfluoro-N-tributylamin, Fluorintert FC-43) als Betriebsmittel für einen Kondensationskernzähler bekannt. Vorteile dieser Betriebsmittel sind die exzellente chemische Inertanz und die Nicht-Brennbarkeit. Nachteilig bei diesen Betriebsmitteln ist allerdings die hohe Dichte, durch die eine Förderung (und entsprechende Gassättigung) in Kondensationskernzähler bestimmter Ausführung, z.B. mit einem vertikalen Dochtelement, nicht möglich ist, was diese Verbindung nur beschränkt einsetzbar macht.

Außerdem sind perfluorierte Verbindungen teuer und auch potentiell umweltschädlich, was das Handling solcher Verbindungen aufwendig macht.

Es ist daher eine Aufgabe der gegenständlichen Erfindung ein geeignetes Betriebsmittel für einen Kondensationskernzähler für Abgase von Verbrennungsmotoren anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch die Verwendung von n-Alkan mit der allgemeinen chemischen Formel C_nH_{2n+2} mit einer Ordnungszahl n von zehn, elf oder zwölf als Betriebsmittel gelöst.

In der WO 01/31312 A1 weisen die n-Alkane mit der Ordnungszahl n von sechs (Hexan) bis neun (Nonan) im Vergleich mit den anderen genannten Betriebsmittel die schlechtesten Eigenschaften auf und innerhalb der Gruppe der Alkane, solche mit höherer Ordnungszahl schlechtere Eigenschaften, z.B. einen größeren Kelvindurchmesser, als Alkane mit niedrige-

rer Ordnungszahl. Die in der WO 01/31312 A1 vorgeschlagene Methode zur Auswahl des Betriebsmittels scheitert allerdings insbesondere für Alkane, da die verschiedenen Alkane sehr ähnliche Dielektrizitätskonstanten aufweisen, was eine sichere Auswahl auf Basis dieses Kriteriums unmöglich macht. Wenn man das angegebene Kriterium trotzdem auf die

5 Gruppe der Alkane anwendet, dann würde man als bevorzugtes Betriebsmittel z.B. Cyclohexan mit einer relativen Dielektrizitätskonstanten von 2,024 den n-Alkanen mit darunter liegenden relativen Dielektrizitätskonstanten vorziehen.

Überraschenderweise sind aber n-Alkane mit der Ordnungszahl n von zehn (Dekan, $H_{10}C_{22}$), elf (Undekan, $C_{11}H_{24}$) und zwölf (Dodekan, $C_{12}H_{26}$) speziell für Abgase von Verbrennungsmotoren aber am besten geeignet, was aufgrund der Offenbarung der WO 01/31312 A1 nicht absehbar war. Der Grund dafür wird darin gesehen, dass Alkane mit der Ordnungszahl zehn (Dekan), elf (Undekan) und zwölf (Dodekan) bei den angestrebten Betriebstemperaturen flüssig sind und gegenüber den Abgaskomponenten, insbesondere gegenüber organischen Säuren, Wasser, etc., im Wesentlichen unreaktiv sind und keine chemische Reaktion mit

15 Abgasbestandteilen, z.B. Veresterungen, etc., eingehen. Weiters mischen sich Alkane generell nicht mit Wasser, z.B. in Form von Kondensat im Abgas, was die Verunreinigung des Betriebsmittels verhindert bzw. zumindest vermindert. Daneben haben solche Alkane bei Raumtemperatur einen ausreichend hohen Flammpunkt, um die Bildung von zünd- bzw. explosionsfähigen Alkan-Luftgemischen bei Raumtemperatur zu verhindern, was aufwändige

20 Sicherheits- bzw. Explosionsschutzmaßnahmen notwendig machen würde. Weiters kommt es bei diesen Alkanen im angestrebten Betriebstemperaturbereich von $-20^{\circ}C$ bis $50^{\circ}C$ zu keinen Phasenübergängen, z.B. flüssig – gasförmig. Darüber hinaus ist die Toxizität von solchen Alkanen niedriger als die Toxizität der verwendeten Treibstoffe im Verbrennungsmotor, womit das Handling des Betriebsmittels vereinfacht werden kann. Und nicht zuletzt weisen diese Alkane auch einen ausreichend hohen Dampfdruck auf, um das Aufwachsen zu ermöglichen und stellen somit auch das zuverlässige Aufkondensieren auf Abgasfeststoffpartikeln, insbesondere Ruß, sicher.

Die gegenständliche Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren 1 näher erläutert, die beispielhaft, schematisch und nicht einschränkend einen Kondensationskern-

30 zähler für Abgase von Verbrennungsmotoren zeigt.

Die Figur 1 zeigt schematisch einen Kondensationskernzähler 1 mit einer Zuleitung 2 für Abgas eines Verbrennungsmotors 4, das z.B. aus dem Auspuff des Verbrennungsmotors 4 entnommen wird. Das Abgas gelangt in eine Sättigungseinheit 3, das z.B. ein poröses Sättigungselement 5 umfasst, dem Betriebsmittel 7 aus einem Betriebsmittelreservoir 8 zugeführt wird. Das Abgas durchströmt das Sättigungselement 5 und wird dabei durch das Betriebsmittel 7 befeuchtet. In der nachfolgenden Kondensationseinheit 6, die durch geeignete Kühlmit-

35

tel gekühlt ist, kondensiert das Betriebsmittel 7 im Abgas auf die im Abgas enthaltenen Feststoffpartikel auf. Die derart vergrößerten Partikel können dann in einem Partikelzähler 9 gezählt werden. Über eine Ableitung 10 wird das Abgas wieder abgeleitet.

5 Aus der gekühlten Kondensationseinheit 6 wird über ein Filter 16 und eine Pumpe 17 Wasser in einen Aufnahmebehälter 18 rückgeführt. Allfälliges abtropfendes Betriebsmittel 7 gelangt direkt wieder in die Sättigungseinheit 3 zurück

Der Partikelzähler 9 umfasst hier eine Laserdiode 19, deren Licht über eine Fokussiereinheit 20 auf die Austrittsstelle des partikelbeladenen, mit Betriebsmittel übersättigten Abgasstromes fokussiert und über einen Kollektor 21 gesammelt einem Detektor 22 zugeführt wird.

10 Damit kann jedes einzelne Partikel festgestellt und gezählt und damit die Gesamtkonzentration der Partikel im Abgas detektiert werden.

Als Betriebsmittel 7 kommt hier Dekan ($C_{10}H_{22}$), Undekan ($C_{11}H_{24}$) oder Dodekan ($C_{12}H_{26}$) zum Einsatz, oder entsprechende binäre oder ternäre Gemische aus Dekan ($C_{10}H_{22}$), Undekan ($C_{11}H_{24}$) oder Dodekan ($C_{12}H_{26}$).

15

Patentansprüche

1. Verwendung von n-Alkan mit der allgemeinen chemischen Formel C_nH_{2n+2} mit einer Ordnungszahl n von zehn, elf oder zwölf als Betriebsmittel (7) für einen Kondensationskern-
5 zähler (1) für Abgase von Verbrennungsmotoren (4).
2. Verwendung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Betriebsmittel (7) ein binäres Gemisch von n-Alkanen mit einer Ordnungszahl n von zehn, elf oder zwölf verwendet wird.
3. Verwendung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Betriebsmittel (7)
10 ein ternäres Gemisch von n-Alkanen mit einer Ordnungszahl n von zehn, elf oder zwölf verwendet wird.
4. Kondensationskernzähler mit einem n-Alkan mit der allgemeinen chemischen Formel C_nH_{2n+2} mit einer Ordnungszahl n von zehn, elf oder zwölf als Betriebsmittel (7).
5. Kondensationskernzähler nach Anspruch 4 mit einem binären oder ternären Gemisch
15 von n-Alkanen mit einer Ordnungszahl n von zehn, elf oder zwölf als Betriebsmittel.

1/1

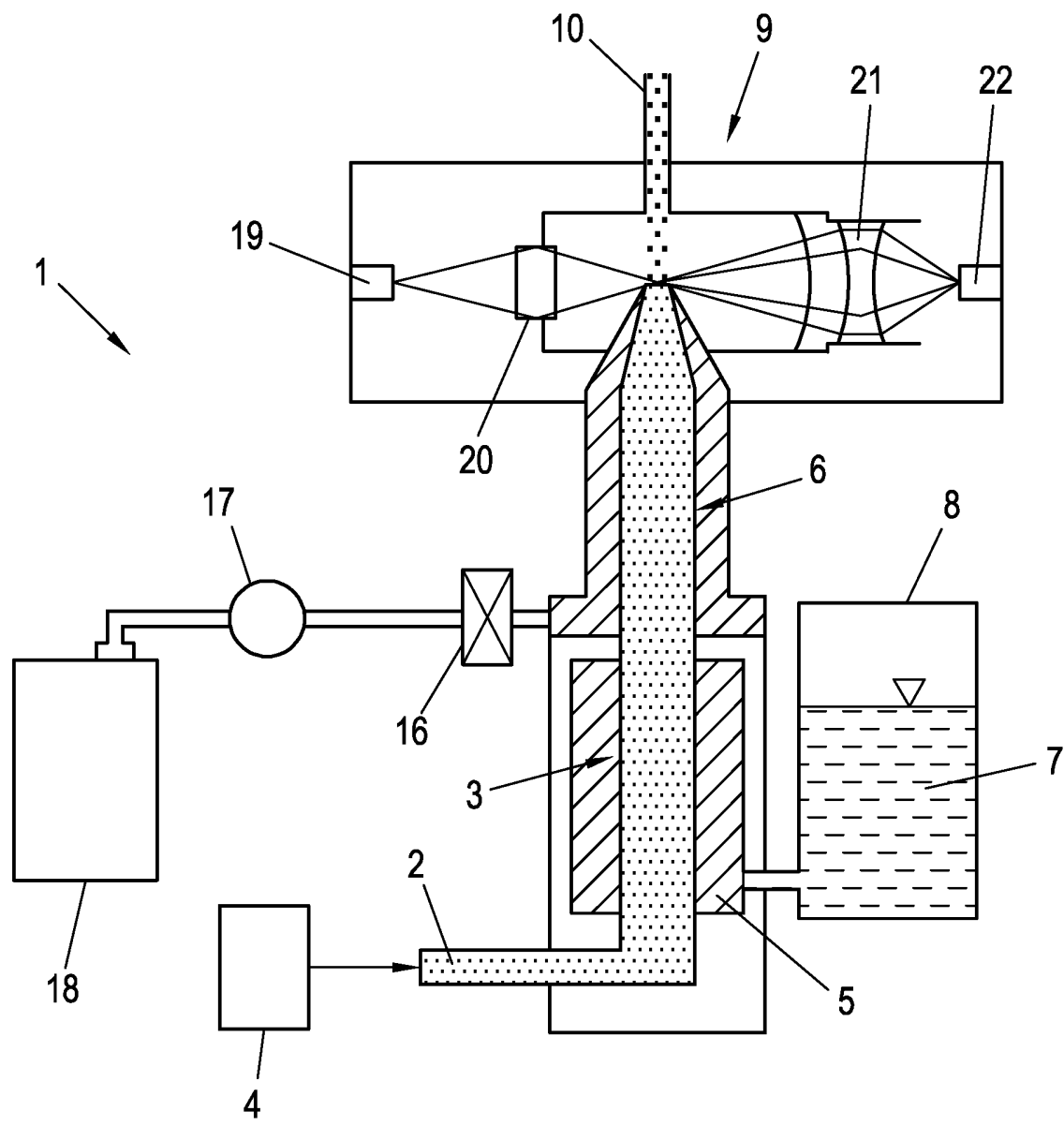


Fig. 1

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
G01N 15/00 (2006.01); **G01N 1/22** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
G01N 15/00 (2013.01); **G01N 1/22** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
G01N

Konsultierte Online-Datenbank:
Wpi, Epodoc

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **30.08.2013** eingereichten Ansprüchen **1-5** erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	RU2237882C1 (ELEKTROSTAL NEORGANIKA SCI PRODN ASSOC) 10.10.2004 (Zusammenfassung). [Aus dem Internetz am 01.04.2014] Aus der Epodoc/EPO Database, AN: RU-2003124936-A Zusammenfassung	1-3
A	WO 0131312 A2 (UNIV SOUTHERN ILLINOIS [US], KOROPCHAK JOHN A [US], ANISIMOV MICHAEL A [US], MAGNUSSON EMIL LARS ERIK [US]) 03. Mai 2001 (03.05.2001) Seite 7 Zeilen 14 - 21, Seiten 8ff, Beispiele, Ansprüche, Figuren	1-5
X	AT 10542 U2 (AVL LIST GMBH [AT]) 15. Mai 2009 (15.05.2009) Ansprüche, Figuren	4, 5

Datum der Beendigung der Recherche:
07.04.2014

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

GÖRNER Wolfram

^{*)} **Kategorien** der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmel-
gegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf
erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmel-
gegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die
Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen
dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für
einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach
dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem
ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch
nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage
stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

Patentansprüche

1. Verwendung von n-Alkan mit der allgemeinen chemischen Formel C_nH_{2n+2} mit einer Ordnungszahl n von zehn, elf oder zwölf als Betriebsmittel (7) für einen Kondensationskern-
5 zähler (1) für Abgase von Verbrennungsmotoren (4), mit dem einzelne, im Abgas enthaltene Partikel gezählt werden.
2. Verwendung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Betriebsmittel (7) ein binäres Gemisch von n-Alkanen mit einer Ordnungszahl n von zehn, elf oder zwölf verwendet wird.
- 10 3. Verwendung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Betriebsmittel (7) ein ternäres Gemisch von n-Alkanen mit einer Ordnungszahl n von zehn, elf oder zwölf verwendet wird.
4. Kondensationskernzähler zum Zählen einzelner im Abgas eines Verbrennungsmotors (4) enthaltene Partikel mit einer Sättigungseinheit (3) der über eine Zuleitung Abgas eines
15 Verbrennungsmotors (4) zuführbar ist, wobei die Sättigungseinheit (3) ein Sättigungselement (5) umfasst, dem aus einem Betriebsmittelreservoir (8) Betriebsmittel (7) zuführbar ist, mit einer der Sättigungseinheit nachfolgenden, gekühlten Kondensationseinheit (6) und mit einem nachfolgenden Partikelzähler (9) zum Zählen der einzelnen Partikel, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Betriebsmittelreservoir (8) als Betriebsmittel (7) ein n-Alkan mit der all-
20 gemeinen chemischen Formel C_nH_{2n+2} mit einer Ordnungszahl n von zehn, elf oder zwölf enthält.
5. Kondensationskernzähler nach Anspruch 4 mit einem binären oder ternären Gemisch von n-Alkanen mit einer Ordnungszahl n von zehn, elf oder zwölf als Betriebsmittel.