

(19)



(11)

EP 2 524 894 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

21.11.2012 Patentblatt 2012/47

(51) Int Cl.:

B67D 7/04 (2010.01)

B63B 57/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11004011.0**

(22) Anmeldetag: **14.05.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA ME

(71) Anmelder: **Dorincourt S.A.**

1082 Corcelles le Jorat (CH)

(72) Erfinder: **Kreyenberg, Heinrich, Dr.
D - 40885 Ratingen (DE)**

(74) Vertreter: **Stenger, Watzke & Ring
Intellectual Property
Am Seestern 8
40547 Düsseldorf (DE)**

(54) **Verfahren zur Restentleerung von Tankanlagen**

(57) Um ein Verfahren zur Restentleerung von Tanks (1) bereitzustellen, welches im Wesentlichen ungefährlich ist und darüber hinaus mit einem wirtschaftlich realisierbaren Apparatenaufwand auskommt, wird vorgeschlagen ein Verfahren zur Restentleerung eines Tanks, umfassend folgende Schritte: Einleiten eines sauerstoff-

freien Gases bzw. Gasmischung in den Tank (1), Abführen der durch das eingeleitete Gas verdrängten Tankatmosphäre und Zuleiten der abgeführten Tankatmosphäre zu einem Ottomotor (15).

EP 2 524 894 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Restentleerung von Tanks mit kohlenwasserstoffhaltigen Produkten. Insbesondere geht es um die Restentleerung und Entgasung von mobilen Tankanlagen, vorzugsweise der Ladetanks von Tankschiffen für Ottokraftstoffe. Darüber hinaus wird mit der Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens angegeben.

[0002] Tankschiffe, insbesondere Binnentankschiffe transportieren flüssige Brennstoffe, üblicherweise Kohlenwasserstoffgemische, die einen Flammpunkt unter 55°C haben. Es ist erforderlich, diese Tanks möglichst weitgehend restzuentleeren, um Explosionsgefahren vorbeugen zu können.

[0003] Im Stand der Technik sind verschiedene Verfahren zur Restentleerung von Tanks bekannt. Dabei wird in erster Linie eine Verdrängung der Tankatmosphäre durchgeführt und die bei der Entleerung gewonnenen Brennstoffe werden verwertet. Neue Umweltschutzbestimmungen einerseits lassen bisher angewandte Verfahren nicht mehr zu, andererseits sind auch keine wirklich befriedigenden Verfahren bekannt.

[0004] Bei der DE 3 903 938 A1 wird ein Verfahren zur Verdrängung von Reststoffen aus einem Tank durch ein Einlassen eines Fluids offenbart. Dies ist jedoch ungeeignet zur Entgasung von Binnentankschiffen, die Ottokraftstoffe führen. Dieser Stand der Technik bezieht sich auf das Restentleeren von Behältern mit umweltbelastenden Inhaltsstoffen.

[0005] Auf Tanks bezogen ist die DE 3 920 398 A1, wobei während der Befüllung Gas-/Luftgemische verdrängt, durch Kondensation zurückgewonnen und der Rest verbrannt wird. Da nur die Dampfphase betroffen ist, verbleiben jedoch zu große Restmengen in den Tanks bzw. der Tankatmosphäre. Als Fluid könnte Wasser eingesetzt werden, dieses wird jedoch kontaminiert und das Verfahren dadurch unwirtschaftlich.

[0006] Die DE 4 320 759 A1 offenbart ein Verfahren, wobei Flüssiggase in einer ersten Stufe verdampft und abgeleitet werden. Durch Kondensation werden die Flüssiggase wieder gewonnen. Das Verfahren arbeitet bei Drücken bis zu 10 bar, die unzulässig oder konstruktiv nicht möglich sind. Darüber hinaus sind CO₂-Emissionen extrem hoch und die Kosten der Anlage unwirtschaftlich.

[0007] Die DE 10 2005 019 971 B4 offenbart ein Verfahren zur Restentleerung und Entgasung von mobilen Tanks, wobei nacheinander ein Leichtgas in den Tank geführt wird, die Tankatmosphäre durch das Leichtgas verdrängt wird und die verdrängte Tankatmosphäre entsorgt bzw. verwertet wird. In einer darauf folgenden Phase muss die Systematmosphäre durch den Tank, die Lade-/Löschleitung, Gasabfuhrleitungen und Gebläse zirkuliert werden, um die Atmosphäre wieder aufzukonzentrieren, indem Restmengen verdampft werden. Ein Teil der Systematmosphäre wird kontinuierlich abgezweigt und der Verwertung zugeführt, wobei ein entsprechender Teilstrom der Systematmosphäre in Form von Luft zu-

geführt wird.

[0008] Dieses vorbekannte Verfahren ist unzulässig, da die Systematmosphäre bis zu 5 % Sauerstoffrestgehalt enthalten kann und somit zu einer entzündbaren Mischung führen kann. Darüber hinaus ist das vorbekannte Verfahren nach den Zulassungsrichtlinien der Schiffsklassifikationsgesellschaft unzulässig. Dies ist gemäß den einschlägigen Bestimmungen, insbesondere beispielsweise der Verordnung über die Schiffssicherheit in der Binnenschifffahrt, unzulässig. Darüber hinaus ist das vorbekannte Verfahren apparateseitig sehr aufwendig. Darüber hinaus ist es für den industriellen Alltagseinsatz zu gefährlich. Darüber hinaus wird ein Gemisch erzeugt, welches mit einem selbstzündenden Dieselmotor verbrannt werden soll, was eine erhöhte Gefahrenquelle darstellt.

[0009] Ausgehend vom vorbeschriebenen Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die **Aufgabe** zugrunde, ein Verfahren zur Restentleerung von Tanks bereitzustellen, welches weniger gefährlich ist und darüber hinaus mit einem wirtschaftlich realisierbaren Apparatenaufwand auskommt.

[0010] Zur technischen **Lösung** dieser Aufgabe wird mit der Erfindung vorgeschlagen, ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1. Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0011] Darüber hinaus wird mit der Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens angegeben. Die diesbezügliche Lösung ergibt sich aus einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruches 11.

[0012] Gegenüber denen aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren wird mit der Erfindung vorteilhafter Weise vorgeschlagen, den Tank mit einem sauerstofffreien Gas oder Gasgemisch zu befüllen. Dies kann durch Einleiten eines Gases unter Strömungsdruck erfolgen oder durch Absaugen der Tankatmosphäre und dabei gleichzeitig ein Erzeugen eines Unterdrucks im Tank. Dadurch wird das sauerstofffreie Gas eingesaugt. "Abführen" der durch das eingeleitete Gas verdrängten Tankatmosphäre im Sinne des Anspruches 1 umfasst das Absaugen oder das Ausdrücken des Gases unter Druck.

[0013] Die Verbrennung der abgesaugten Tankatmosphäre erfolgt vorzugsweise in einem lambdasonden gesteuerten Ottomotor, wobei die wesentliche Eigenschaft des Verbrennungsmotors die Fremdzündung ist. Damit kann mit stöchiometrisch gesteuertem Sauerstoffgehalt die Verbrennung optimal durchgeführt werden.

[0014] Das Einleiten des aus dem Verbrennungsprozess gewonnenen sauerstofffreien Gases erfolgt über eine Befüllleitung oder ein autonomes Ventilsystem, beispielsweise über einen Manndeckel. Bei der Befüllung wird darauf geachtet, dass sich das eingeleitete Gas einerseits und die im Tank vorhandene Tankatmosphäre praktisch nicht durchmischen. Soweit dies in der Grenzschicht unvermeidbar ist, soll die Durchmischung minimal gehalten werden. Dies bedingt ein sanftes Einleiten bzw. Einsaugen des sauerstofffreien Gases, d. h. Inert-

gases.

[0015] Das Absaugen oder Abführen der Tankatmosphäre kann beispielsweise über die Leckage-Leitung erfolgen.

[0016] Der Verbrennungsmotor wird vorzugsweise lambdasondengesteuert. Der Verbrennungsprozess kann durch die Zufuhr von Kraftstoff unterstützt werden, wenn die zugeführte Tankatmosphäre keinen ausreichenden Verbrennungsprozess gewährleistet.

[0017] Das Gesamtverfahren wird unter energietechnischen Gesichtspunkten optimiert. So kann Abgaswärme des Verbrennungsprozesses ebenso genutzt werden, wie bei hohem Brennstoffanteil der Tankatmosphäre eine Rückgewinnung, beispielsweise durch Kühlung, erfolgen kann. Neben der Messung des Benzindampfanteiles wird insbesondere lambdasondengesteuert verbrannt.

[0018] Nachdem das Verfahren zunächst dadurch begonnen wurde, dass die Tankatmosphäre einmal abgesaugt wurde, wird eine Ruhephase durchgeführt. In Tankwänden bzw. Beschichtungen befindliche Kraftwasserstoffreste können dann nachverdampfen. Dies kann durch Erzeugung einer Atmosphärenströmung, insbesondere die Erzeugung von Turbulenzen im Tank unterstützt werden.

[0019] Darüber hinaus kann Wärmezufuhr sowie eine gezielt zugelassene Unterdruckerzeugung den Verdampfungsprozess unterstützen.

[0020] Bei der Erzeugung von Turbulenzen werden nicht elektrisch angetriebene Ventilatoren, rotierende Düseneinheiten oder dergleichen in den Tank eingeführt, um auf diese Weise in der jeweiligen Schicht gezielt Turbulenzen erzeugen zu können, ohne eine unnötige Durchmischung unterschiedlicher atmosphärischer Schichten zu erzwingen.

[0021] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann alternativ zum Automotor oder auch zusätzlich eine VRU (Vapor Recovery Unit) eingesetzt werden. Diese ist in der Lage, Überschussbenzin rückzugewinnen, was vorteilhaft ist, da in der Regel der Energiegehalt eines in Dampfform vorliegenden Benzins kurzzeitig durch einen Ottomotor allein nicht abgearbeitet werden kann. Darüber hinaus können auch Ottomotorkaskaden oder Gruppierungen eingesetzt werden, ebenso wie Gasturbinen, die alternativ oder zusätzlich den Energieträger verarbeiten können. Die motorisch produzierte mechanische Energie kann für die Systempumpen, aber auch für zusätzliche Anlagen, beispielsweise Anlagen zur Herstellung von N_2 durch Membranfiltration und dergleichen verwendet werden. Auch kann die Energie elektrisch umgewandelt und gespeichert oder weiterverarbeitet werden. Grundsätzlich kann auch eine Gasspeicherung erfolgen, beispielsweise durch Gaskompression auf z. B. 200 bar in Flaschen als Löschvorrat und dergleichen.

[0022] Gemäß der Erfindung kann eine entsprechende Vorrichtung als mobile Einheit ausgebildet sein, welche einen Tank für das einzuleitende Gas, einen Ottomotor, Pumpen und weitere erforderliche Einheiten auf-

weist: Diese kann als schwimmfähige Einheit, in einem Container oder einem Fahrzeug untergebracht sein.

[0023] Mit der Erfindung wird ein einfaches und insbesondere sicheres Verfahren zur Restentleerung von Tanks bereitgestellt. Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus der folgenden Beschreibung anhand der Figur. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische flussdiagrammartige Darstellung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung.

[0024] Eine erfindungsgemäße Anlage dient der Restleerung eines Tanks 1, in dem sich eine Benzindampf-atmosphäre 2 befindet. Der Tank 2 ist in herkömmlicher Weise auch mit einer Frischluftleitung 3 verbunden und unter Ventilverschluss mit einer ins Freie führenden Leitung 21. Darüber hinaus weist er in an sich bekannter Weise eine Explosions-Schutz-Klappe 10 auf.

[0025] Der Tank ist versehen mit der notwendigen Sensorik 4, um die Temperatur, den Sauerstoffgehalt und den Gehalt an Kohlenwasserstoff in der Tankatmosphäre 2 feststellen zu können. Durch Einleiten eines sauerstofffreien Gases oder Gasgemisches wird die Tankatmosphäre über die Leitung 5 in den Verfahrensbereich gedrückt. In einer Benzinrückgewinnungseinheit 6 wird die Dampf-atmosphäre zur Rückgewinnung von Treibstoff bearbeitet, der dann auf unterschiedliche Weise verwendet werden kann. Gemäß einer Option kann ein Teil des rückgewonnenen Treibstoffes in einem Vorratstank 7 zwischengespeichert werden. Ein Benzin-dampferzeuger 8 erzeugt Dampf und leitet diesen über die Leitung 9 beispielsweise wieder in die Tankatmosphäre.

[0026] Ein Teil der in der Benzinrückgewinnung 6 gewonnenen Treibstoffe wird über Wärmetauscher 24 und Leitung 11, wiederholter Messung im Bereich 13 in Bezug auf Temperatur, Sauerstoff, Kohlenwasserstoff und dergleichen, gegebenenfalls unter Zufuhr von Frischluft 12 einer Motorgruppe 14 zugeführt. Dort wird von dem Ottomotor 15 der rückgewonnene Treibstoff verbrannt. Die Steuerung kann durch die Lambdasonde erfolgen, wobei die Abgase über den Drei-Wege-Katalysator und gegebenenfalls einen Abgaskühler mit Wasserabscheider dann zur Verdrängung der Tankatmosphäre über die Leitung 19 in den Tank geführt werden kann. Die Abgasführung ist auch mit einer ins Freie oder zur weiteren Behandlung führenden Leitung 20 verbunden, ebenso wie die Tankatmosphärenabführungsleitung 5.

[0027] Bei Bedarf kann über die Leitung 22 dem Verbrennungsmotor 15 auch aus dem Vorratstank 7 Brennstoff zugeführt und über die Saugrohreinspritzung eingebracht werden. Der Motor kann beispielsweise gegen eine Bremse laufen, Wärme erzeugen, eine Hydraulik betreiben, sonstige mechanische oder elektrische Arbeit leisten.

[0028] Ein Kühlwasserkreislauf 23 umfasst einen Wärmetauscher 24 im Bereich der Benzinrückgewinnungs-anlage. Weitere Wärmetauscher 25 können vorgesehen

sein.

[0029] Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel kann die Tankatmosphäre 2 solange behandelt werden, bis kein ausreichender Antrieb für den Motor 15 mehr gegeben ist und die Messwerte der Messgruppe 4 entsprechende Soll-Werte anzeigen.

[0030] Das beschriebene Ausführungsbeispiel dient nur der Erläuterung und ist nicht beschränkend.

Bezugszeichenliste

[0031]

1	Tank
2	Tankatmosphäre
3	Frischlufztuleitung
4	Messgruppe
5	Atmosphärenabführleitung
6	Benzinrückgewinnung
7	Vorratstank
8	Benzindampferzeuger
9	Zuführleitung
10	Explosionsschutzklappe
11 1	Treibstoffleitung
12	Frischlufztuleitung
13	Messgruppe
14	Motorgruppe
15	Ottomotor
16	Hydraulikaggregat
17	Drei-Wege-Katalysator
18	Wärmetauscher
19	Zuführleitung
20	Abführleitung
21 1	Abführleitung
22	Treibstoffleitung
23	Motorkühlwasserkreislauf

24 Wärmetauscher

25 Wärmetauscher

Patentansprüche

- Verfahren zur Restentleerung eines Tanks, umfassend folgende Schritte:
 - Einleiten eines sauerstofffreien Gases bzw. Gasmischung in den Tank,
 - Abführen der durch das eingeleitete Gas verdrängten Tankatmosphäre und
 - Zuleiten der abgeführten Tankatmosphäre zu einem Ottomotor.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ottomotor lambdasonden-gesteuert wird.
- Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Tank ein durch das Absaugen erzeugter Unterdruck erzeugt wird.
- Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Basisdampfanteil in der Tankatmosphäre gemessen wird.
- Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Ottomotor zusätzlicher Kraftstoff zugeführt wird.
- Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach einer ersten Absaugphase bei geschlossenem Tank eine Ruhephase durchgeführt wird.
- Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verfahrensschritte a) bis c) nach einer Ruhephase wiederholt werden.
- Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Tank eine Gasströmung erzeugt wird.
- Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Tankinhalt Wärme zugeführt wird.
- Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Wärmeerzeugung die Abgastemperatur des Ottomotors verwendet wird.
- Vorrichtung zur Restentleerung eines Tanks nach dem Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine

mobile Einheit, die wenigstens einen Gastank, eine Pumpe und einen Ottomotor umfasst.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese in einem Container angeordnet ist. 5
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese auf einem schwimmfähigen Fahrzeug angeordnet ist. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

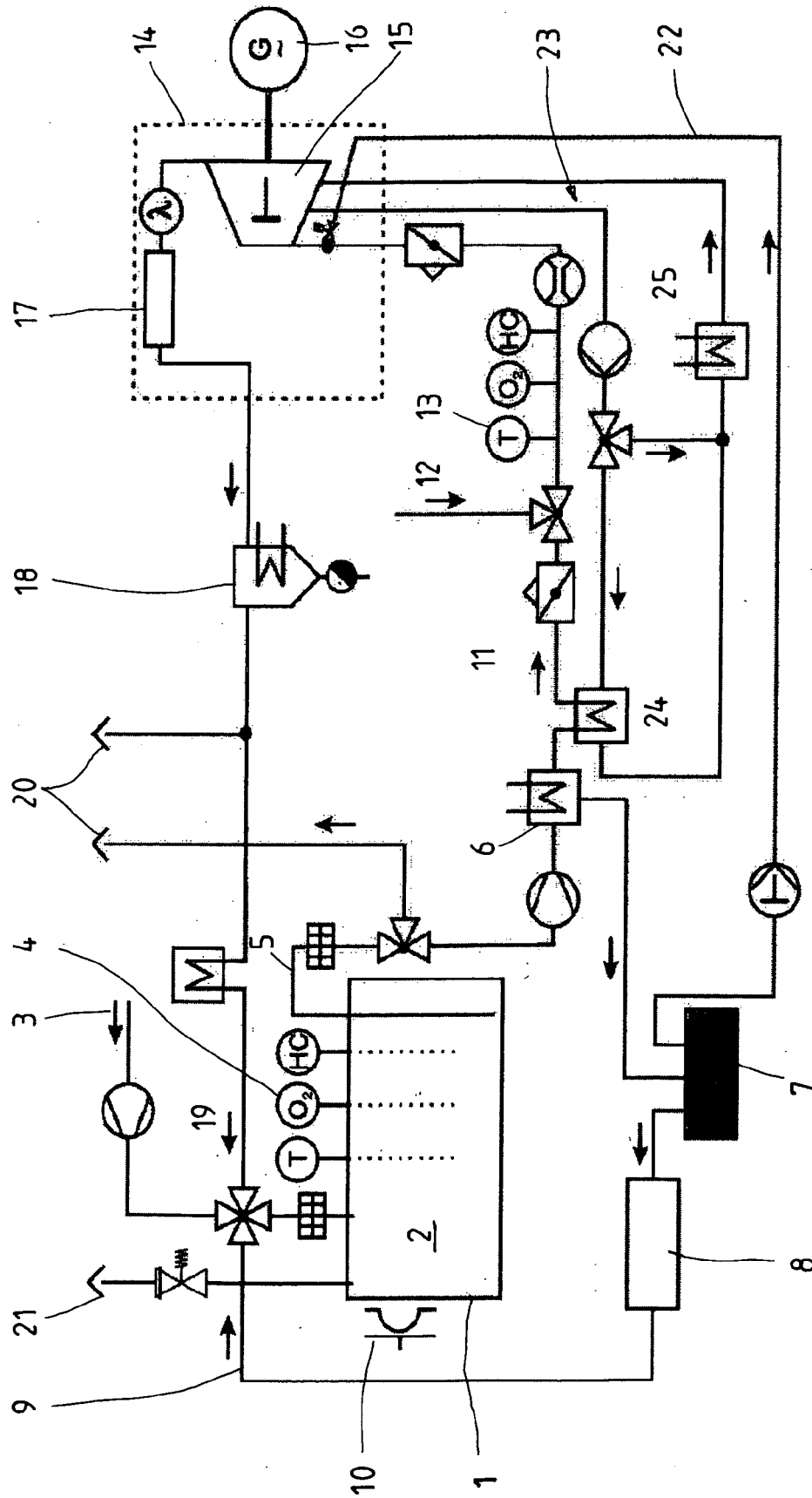


Fig.1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 11 00 4011

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	WO 2004/036110 A1 (LINDE AG [DE]; STOLTZE BJOERN [FR]) 29. April 2004 (2004-04-29) * Seite 1, Zeile 3 - Zeile 13 * * Seite 2, Zeile 1 - Zeile 8 * * Seite 3, Zeile 12 - Zeile 15 * * Seite 3, Zeile 34 - Seite 4, Zeile 17 * * Seite 4, Zeile 33 - Seite 5, Zeile 2 * * Abbildung 1 *	1-13	INV. B67D7/04 B63B57/04
Y	EP 0 298 288 A2 (MAR RESEARCH GES FUR FORSCHUNG [DE]) 11. Januar 1989 (1989-01-11) * Spalte 2, Zeile 44 - Zeile 46 * * Spalte 3, Zeile 20 - Spalte 4, Zeile 15 * * Spalte 5, Zeile 19 - Spalte 6, Zeile 14 * * Anspruch 1 * * Abbildung 1 *	1-13	
Y,D	DE 10 2005 019971 A1 (BOECK RAINER [DE]) 9. November 2006 (2006-11-09) * Absatz [0001] * * Absatz [0019] * * Absatz [0023] * * Absatz [0025] - Absatz [0028] * * Absatz [0031] * * Absatz [0036] * * Abbildungen 1, 2 *	4,9,10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B67D B63B B65G
A	EP 0 027 123 B1 (WENDT HANS J) 27. März 1985 (1985-03-27) * Spalte 6, Zeile 46 - Zeile 51 * * Abbildung 1 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 18. Oktober 2011	Prüfer Schultz, Tom
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 00 4011

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-10-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2004036110 A1	29-04-2004	AU 2003268913 A1	04-05-2004
		DE 10247511 A1	22-04-2004
EP 0298288 A2	11-01-1989	AT 69733 T	15-12-1991
DE 102005019971 A1	09-11-2006	KEINE	
EP 0027123 B1	27-03-1985	AT 12423 T	15-04-1985
		DE 2915927 A1	27-05-1981
		WO 8002309 A1	30-10-1980
		EP 0027123 A1	22-04-1981
		US 4480611 A	06-11-1984

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3903938 A1 [0004]
- DE 3920398 A1 [0005]
- DE 4320759 A1 [0006]
- DE 102005019971 B4 [0007]