



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.03.2022 Patentblatt 2022/10

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04F 5/24^(2006.01) F04F 5/26^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21194752.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04F 5/24; F04F 5/26

(22) Anmeldetag: **03.09.2021**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **TenneT TSO GmbH**
95448 Bayreuth (DE)

(72) Erfinder: **Löbermann, Matthias**
31515 Wunstorf (DE)

(74) Vertreter: **Scheffler, Jörg**
Patentanwaltskanzlei Scheffler
Arnswaldtstraße 31
30159 Hannover (DE)

(30) Priorität: **07.09.2020 DE 102020123261**

(54) **VORRICHTUNG ZUM FÖRDERN VON FLÜSSIGKEITEN MIT EINER DURCH EIN STRÖMENDES GASFÖRMIGES FLUID ALS TREIBMEDIUM ANGETRIEBENEN UNTERDRUCK ERZEUGENDEN STRAHPUMPE**

(57) Vorrichtung (1) zum Fördern von Flüssigkeiten mit einer durch ein strömendes gasförmiges Fluid als Treibmedium angetriebenen Unterdruck erzeugenden Strahlpumpe (2), wobei ein erster Sammelbehälter (21) mittels einer ersten Unterdruckrohrleitung (8) mit einem an einer Ansaugöffnung (7) der Strahlpumpe (2) anliegenden Unterdruck verbunden ist. Der erste Sammelbehälter (21) ist mittels einer zweiten Unterdruckrohrleitung (8) mit der zu fördernden Flüssigkeit verbindbar, wobei ein erstes Steuerventil (22) zum Unterbrechen des Unterdrucks zwischen der Ansaugöffnung (7) und dem ersten Sammelbehälter (21) angeordnet ist und der erste Sammelbehälter mittels des ersten Steuerventils (22) und/oder eines weiteren Steuerventils (22) belüftbar ist. Der erste Sammelbehälter (21) ist mittels einer dritten Unterdruckrohrleitung (8) mit einem oberhalb des ersten Sammelbehälters (21) angeordneten zweiten Sammelbehälter (21) verbunden sowie der zweite Sammelbehälter (21) mittels einer vierten Unterdruckrohrleitung (8) mit dem Unterdruck der Ansaugöffnung (7) verbunden. Die vierte Unterdruckrohrleitung (8) weist ein zweites Steuerventil (22) zum Unterbrechen des Unterdrucks zwischen der Ansaugöffnung (7) und dem zweiten Sammelbehälter (21) auf, wobei der zweite Sammelbehälter mittels des zweiten Steuerventils (22) und/oder eines weiteren Steuerventils (22) belüftbar ist.

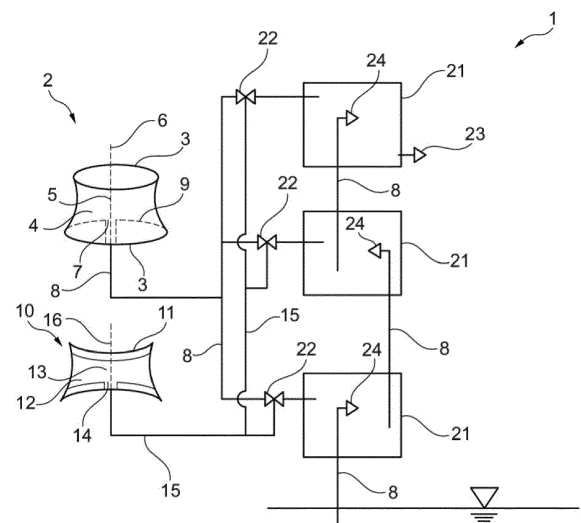


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Fördern von Flüssigkeiten mit einer durch ein strömendes gasförmiges Fluid als Treibmedium angetriebenen Unterdruck erzeugenden Strahlpumpe, wobei ein erster Sammelbehälter mittels einer ersten Unterdruckrohrleitung mit einem an einer Ansaugöffnung der Strahlpumpe anliegenden Unterdruck verbunden ist, wobei der erste Sammelbehälter mittels einer zweiten Unterdruckrohrleitung mit der zu fördernden Flüssigkeit verbindbar ist.

[0002] Die Nutzung der Umgebungsluft unter Ausnutzung der Windanströmung mittels Windkraftanlagen, die mechanische Pumpen, wie Kreispumpen oder Kolbenpumpen, antreiben, sind mit verschiedenen Formen des Rotors sowohl mit horizontal als auch mit vertikal angeordneter Rotationsachse bereits allgemein bekannt.

[0003] Allerdings hat sich gerade im Bereich von Offshore-Anlagen und der aggressiven Umgebung, die einerseits zu einer vorzeitigen Korrosion führt, andererseits aber auch sehr hohen Windgeschwindigkeiten und damit Belastungen sowie nicht zuletzt auch marinem Bewuchs oder schädigender Einwirkungen durch Vögel ausgesetzt sind, gezeigt, dass bewegliche Elemente aufgrund des damit verbundenen Wartungs- und Instandhaltungsaufwands grundsätzlich unerwünscht sind. Darüber hinaus sind auch eine zusätzliche elektrische Energieversorgung sowie die Überwachung durch Sensoren aufgrund der hierfür erforderlichen Infrastruktur oftmals mit einem erheblichen Aufwand verbunden.

[0004] Aus der DE 42 02 253 A1 ist eine Vorrichtung zum Fördern von Flüssigkeiten als Flüssigkeits-Hebewerk mit einem durch ein strömendes Fluid angetriebenen, Unterdruck erzeugenden System bekannt. Der Unterdruck wird beispielsweise durch Abfließen einer Arbeitsflüssigkeit aus einem Arbeitsbehälter erzeugt, wobei ein erster Sammelbehälter mittels einer ersten Unterdruckrohrleitung mit einem an einer Ansaugöffnung des Systems anliegenden Unterdruck verbunden ist, wobei der erste Sammelbehälter mittels einer zweiten Unterdruckrohrleitung mit der zu fördernden Flüssigkeit verbindbar ist. Eine Entlüftungsöffnung dient zum Unterbrechen des Unterdrucks zwischen der Ansaugöffnung und dem ersten Sammelbehälter, wobei der erste Sammelbehälter belüftbar ist. Der erste Sammelbehälter ist mittels einer dritten Unterdruckrohrleitung mit einem oberhalb des ersten Sammelbehälters angeordneten zweiten Sammelbehälter verbunden, wobei der zweite Sammelbehälter mittels einer vierten Unterdruckrohrleitung mit dem Unterdruck der Ansaugöffnung verbunden ist, wobei die vierte Unterdruckrohrleitung ein Steuerventil zum Unterbrechen des Unterdrucks zwischen der Ansaugöffnung und dem zweiten Sammelbehälter aufweist und der zweite Sammelbehälter mittels des zweiten Steuerventils belüftbar ist.

[0005] Weiterhin sind aus dem Stand der Technik bereits Strahlpumpen, insbesondere auch unter Verwendung von Venturi-Düsen, in unterschiedlichen Bauformen bekannt, um bei technischen Einrichtungen Fluide wirksam abzusaugen.

[0006] Generell versteht man unter einer Strahlpumpe eine Pumpe, bei der die Saugwirkung durch einen Fluidstrahl als Treibmedium erzeugt wird, der durch Impulsaustausch ein anderes gegebenenfalls gleichartiges Medium ansaugt. Da diese Pumpenart sehr einfach aufgebaut ist und keinerlei bewegte Teile hat, ist sie besonders robust und wartungsarm sowie vielseitig einsetzbar.

[0007] Eine Venturi-Düse besteht aus einem Strömungskanal mit einer Verengung des Querschnitts, beispielsweise durch zwei gegeneinander gerichtete konische Abschnitte, wobei an der Stelle ihres geringsten Durchmessers die erste Unterdruckrohrleitung angeordnet ist.

[0008] Der bei natürlicher Luftströmung erreichbare Unterdruck einer Strahlpumpe ist abhängig von der Intensität der vorliegenden Luftströmung und ist bei einem Großteil der Umgebungsbedingungen weit unter einem Bar, sodass die erreichbare Saughöhe entsprechend gering, oftmals geringer als ein Meter ist, sodass eine mittels natürlicher Luftströmung angetriebene Strahlpumpe regelmäßig eine geringe Förderhöhe aufweist und für viele Anwendungen daher nicht geeignet ist.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Fördermöglichkeit durch eine Vorrichtung und ein Verfahren zu schaffen, die ohne einen beweglichen oder elektrischen Förderantrieb auskommt und Flüssigkeiten über eine Höhe von vielen Metern fördert.

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einer Vorrichtung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie mit einem Verfahren gemäß den Merkmalen des nebengeordneten Anspruchs gelöst. Die weitere Ausgestaltung der Erfindung ist den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0011] Erfindungsgemäß weist die Vorrichtung zum Unterbrechen des Unterdrucks ein erstes Steuerventil auf, das zwischen der Ansaugöffnung einer Strahlpumpe und einem ersten Sammelbehälter angeordnet ist, wobei der erste Sammelbehälter mittels eines Steuerventils, das Bestandteil des ersten Steuerventils sein kann, belüftbar ist. Der erste Sammelbehälter ist mittels einer dritten Unterdruckrohrleitung mit einem oberhalb des ersten Sammelbehälters angeordneten zweiten Sammelbehälter verbunden, wobei der zweite Sammelbehälter mittels einer vierten Unterdruckrohrleitung mit dem Unterdruck der Ansaugöffnung verbunden ist. Die vierte Unterdruckrohrleitung weist ein zweites Steuerventil zum Unterbrechen des Unterdrucks zwischen der Ansaugöffnung und dem zweiten Sammelbehälter auf, wobei der zweite Sammelbehälter mittels eines Steuerventils belüftbar ist und wobei die Geometrie der Strahlpumpe einen Unterdruck an der Ansaugöffnung erzeugt, soweit das Fluid aus einer beliebigen Richtung, insbesondere innerhalb einer Ebene, in die Strahlpumpe strömt.

[0012] Indem die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Strahlpumpe mit folgender Geometrie aufweist, wird ein Unterdruck an der Ansaugöffnung erzeugt, soweit das Fluid aus einer beliebigen Richtung zumindest innerhalb einer Ebene, insbesondere der horizontalen Ebene, zur beziehungsweise in die Strahlpumpe strömt. Die Strahlpumpe weist zu einer Symmetrieachse rotationssymmetrische Strömungsleitkörper auf, die zueinander mit einem Abstand parallel zu der Symmetrieachse koaxial bzw. konzentrisch angeordnet sind, wobei die Strömungsleitkörper einander zugewandte, zumindest abschnittsweise konvexe Strömungsleitflächen aufweisen, die zwischen sich den Strömungskanal begrenzen, wobei der Abstand mit zunehmendem radialen Abstand von der Symmetrieachse stetig zunimmt, sodass der Abstand der Strömungsleitflächen der beiden Strömungsleitkörper in einem von der Symmetrieachse radial weiter beabstandeten Bereich größer ist als in einem radial geringer beabstandeten Bereich und sich der axiale Abstand der Strömungsleitflächen und der radiale Abstand von der Symmetrieachse proportional verhalten, wobei die beiden Strömungsleitkörper den geringsten Abstand und somit den engsten Strömungsquerschnitt in der Engstelle in dem zentralen Bereich konzentrisch zu der Symmetrieachse aufweisen, in dem die Ansaugöffnung der Unterdruckrohrleitung an zumindest einem Strömungsleitkörper angeordnet ist. Eine derartig ausgeprägte Strahlpumpe ermöglicht ein Fördern der Flüssigkeit unabhängig von der vorliegenden Strömungsrichtung des Treibmediums zumindest innerhalb einer Ebene. Die konvexe Außengeometrie der Strömungsleitkörper erzeugt hierbei eine Sogwirkung oder einen Unterdruck auf der anströmungsabgewandten Seite, also der Leeseite der Strömungsleitkörper.

[0013] Die Strahlpumpe ist hierbei unempfindlich gegen aggressive Umgebungen sowie hohe Windgeschwindigkeiten und Ablagerungen. Des Weiteren kann die Strahlpumpe aus nahezu beliebigen Materialien, insbesondere neben Metallen auch aus Kunststoff oder Beton, hergestellt werden und zur Effizienzsteigerung auch mit großen Abmessungen realisiert werden.

[0014] Es wird zum Beispiel bei Offshore-Anlagen durch eine gegebene Luftbewegung aus einer entsprechenden Richtung, also Wind mit einer bestimmten Windrichtung, ein Unterdruck an einer ersten Unterdruckrohrleitung erzeugt. Unter einer Luftbewegung aus einer bestimmten Richtung wird hierbei eine Anströmrichtung aus einem bestimmten Winkelbereich verstanden, der beispielsweise 30°, 45° oder 60° Grad in der horizontalen Ebene umfasst.

[0015] Mittels des Unterdrucks wird die im Folgenden beschriebene Fördereinrichtung für Flüssigkeiten angetrieben, die eine Förderhöhe von vielen Metern, beispielsweise von 5 Metern oder 10 Metern und bevorzugt auch von 30 Metern oder auch 100 Metern, ermöglicht.

[0016] Die erste Unterdruckrohrleitung weist ein erstes Steuerventil zum Unterbrechen des Unterdrucks auf und ist des Weiteren mit einem ersten Sammelbehälter, der zumindest im Wesentlichen luftdicht ist, verbunden. Der erste Sammelbehälter wird oberhalb der zu fördernden Flüssigkeit angeordnet und ist mittels einer zweiten Unterdruckrohrleitung mit der zu fördernden Flüssigkeit verbindbar, wobei die zweite Unterdruckrohrleitung oberhalb des Sammelbehälterbodens endet. Der erste Sammelbehälter weist ein Ventil zum Belüften auf, zum Beispiel zum Belüften mit Atmosphärendruck oder mittels Überdrucks. Das Ventil zum Belüften kann ein weiteres Steuerventil sein, unabhängig vom ersten Steuerventil. Es kann aber auch im gleichen Gehäuse sein, also Bestandteil des ersten Steuerventils sein. Also kann es sich auch lediglich um eine Schaltposition des ersten Steuerventils handeln. Folgend ist mit Steuerventil ein Ventil oder eine Ventilanordnung gemeint, die den Unterdruck unterbrechen kann und des Weiteren einen Sammelbehälter belüften kann.

[0017] Der erste Sammelbehälter weist überdies eine dritte Unterdruckrohrleitung auf, die unterhalb des oberen Endes der zweiten Unterdruckrohrleitung im ersten Sammelbehälter beginnt und mit einem oberhalb des ersten Sammelbehälters angeordneten zweiten Sammelbehälter verbunden ist. Die dritte Unterdruckrohrleitung endet oberhalb des Sammelbehälterbodens des zweiten Sammelbehälters.

[0018] Der zweite Sammelbehälter ist, so wie der erste Sammelbehälter, mittels einer vierten Unterdruckrohrleitung mit dem Unterdruck der Ansaugöffnung verbunden, wobei die vierte Unterdruckrohrleitung ein zweites Steuerventil zum Unterbrechen des Unterdrucks und zum Belüften zwischen der Ansaugöffnung und dem zweiten Sammelbehälter aufweist.

[0019] Das Anlegen von Unterdruck sowie das Belüften von jeweils einem Sammelbehälter kann mit voneinander unabhängigen Steuerventilen oder aber auch mittels eines Steuerventils realisiert werden. Des Weiteren kann auch das Anlegen von Unterdruck sowie das Belüften von mehreren Sammelbehältern mittels eines Steuerventils, das also das erste und das zweite Steuerventil ausbildet, wie zum Beispiel eine Ventilinsel, realisiert werden.

[0020] Wird die Strahlpumpe mittels eines strömenden gasförmiges Fluids aus einer bestimmten Richtung als Treibmedium angetrieben, wird hierdurch ein Unterdruck erzeugt. Der Unterdruck wird mittels Unterdruckrohrleitungen zu einem ersten Sammelbehälter geleitet, wobei der Sammelbehälter durch den dort erzeugten Unterdruck eine Flüssigkeit durch eine zweite Unterdruckrohrleitung hochsaugt und sammelt. Ist dieser Verfahrensschritt beendet, zum Beispiel durch Zeitablauf oder in Abhängigkeit eines Volumens eines vorbeiströmenden Fluids oder in Abhängigkeit eines Füllstands des Sammelbehälters, wird der erste Sammelbehälter durch das Umschalten des ersten Steuerventils zumindest mit Umgebungsdruck belüftet. Im darauffolgenden Verfahrensschritt wird der erste Sammelbehälter mittels der dritten Unterdruckrohrleitung, die in einem höher angeordneten zweiten Sammelbehälter endet, geleert. Hierzu wird der höher gelegene Sammelbehälter in gleicher Weise mit wechselnden Drücken, jedoch alternierend zum ersten Sammelbehälter

beaufschlagt.

[0021] Durch das stufenweise oder kaskadenartige Fördern der Flüssigkeit wird vorteilhafterweise eine Förderhöhe erreicht, die größer ist als die mögliche Saughöhe mittels des erzeugten Unterdrucks. Somit wird durch die erfindungsgemäße Strahlpumpe in Verbindung mit der erfindungsgemäßen Verrohrung, Verschaltung und Anordnung der Sammelbehälter ein Fördern über größere Höhen ermöglicht, wobei die Nachteile des Stands der Technik vermieden werden, insbesondere bewegliche Komponenten eines Förderantriebs sowie eine notwendige Energieversorgung, wobei die Vorrichtung besonders robust gegenüber Umwelteinflüssen ist.

[0022] Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform weist weitere Sammelbehälter, bevorzugt zumindest zwei weitere und weiter bevorzugt vier weitere und weiter bevorzugt zumindest sechs weitere Sammelbehälter, auf. Diese sind, wie oben für den ersten und zweiten Sammelbehälter beschrieben, mittels weiterer Unterdruckrohrleitungen mit einem an der Ansaugöffnung anliegenden Unterdruck verbunden, wobei weitere Steuerventile zum Unterbrechen des Unterdrucks und Belüften der Sammelbehälter zwischen der Ansaugöffnung und den Sammelbehältern angeordnet sind. Hierdurch wird eine Förderkaskade mit einer größeren Förderhöhe ermöglicht, beispielsweise mit einer Förderhöhe von 30 oder 100 Metern. Um eine große Förderhöhe auch bei besonders geringen Geschwindigkeiten des Treibmediums zu erreichen, können die Saughöhen auch besonders klein, also zum Beispiel im Bereich einzelner oder weniger Zentimeter, gewählt werden, wobei eine deutlich höhere Anzahl von Sammelbehältern verwendet werden kann, also beispielsweise viele Dutzende oder Hunderte. Hierbei werden direkt übereinander, also benachbart angeordnete Sammelbehälter jeweils gegensätzlich geschaltet. Ein Sammelbehälter wird also belüftet, während der andere mit Unterdruck beaufschlagt wird. Die Druckverhältnisse werden alternierend gewechselt.

[0023] Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, dass die Strahlpumpe kippbar gelagert ist, sodass auch Strömungsrichtungen des Treibmediums aus weiteren Richtungen zum Erzeugen eines Unterdrucks genutzt werden können und somit die Vorrichtung häufiger Flüssigkeiten fördern kann.

[0024] Als vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn die Steuerventile durch das Treibmedium der Strahlpumpe betätigt werden. Hierzu ist insbesondere ein Anemometer, das bevorzugt über ein Untersetzungsgetriebe Drehscheiben antreibt, geeignet. Die Saugleitungen und Belüftungsöffnungen können hierbei durch Langlöcher in der Drehscheibe alternierend mit dem Sammelbehälter verbunden werden. Die Belüftungsöffnungen können die Sammelbehälter direkt mit dem Umgebungsdruck verbinden oder aber mit einem an der Belüftungsöffnung angelegten Überdruck. Eine Energieversorgung zum Ansteuern von Steuerventilen, wie zum Beispiel Magnetventilen, kann entfallen. Des Weiteren ist sowohl die Fördergeschwindigkeit der Flüssigkeit als auch die Schalthäufigkeit der Steuerventile vom Treibmedium abhängig und insofern aufeinander abgestimmt. Die Förderleistung wird optimiert, da unnötiges Schalten verringert wird.

[0025] Des Weiteren hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Steuerventile Schwimmerventile sind und durch den Flüssigkeitsstand in den Sammelbehältern betätigt werden. Die Schwimmerventile können sowohl den Unterdruck als auch die Belüftung der Sammelbehälter schalten, wobei ein Schwimmerventil mehrere Sammelbehälter ansteuern kann. Hierdurch wird der Vorteil erreicht, dass die Steuerventile lediglich geschaltet werden, wenn zumindest eine Sammelkammer ihren oberen Füllstand erreicht hat. Ein unnötiges Schalten wird vermieden; die Förderleistung wird optimiert.

[0026] In einer bevorzugten Ausführungsform weist der oberste Sammelbehälter ein Entnahmeventil auf, das bevorzugt zeitgleich mit dem Steuerventil des obersten Sammelbehälters geschaltet wird. Bevorzugt wird das Entnahmeventil mit dem gleichen Mittel wie das Steuerventil des obersten Sammelbehälters geschaltet beziehungsweise angetrieben, also beispielsweise durch ein Anemometer oder ein Schwimmerventil. Eine einfache Entnahme der Flüssigkeit wird durch eine besonders einfache sowie kostengünstige Schaltung des Entnahmeventils erreicht.

[0027] Als vorteilhaft hat es sich erwiesen, zusätzlich einen Überdruck erzeugenden Stautrichter zu verwenden, der durch ein strömendes gasförmiges Fluid als Treibmedium angetrieben wird. Die Luftleitkörper des Stautrichters weisen hierzu eine innere Geometrie auf, die ein Luftleitkanal mit einer großen Einlassöffnung und einem sich verkleinernden Querschnitt ist, der bevorzugt im Querschnitt die eine Hälfte des Luftleitkörpers betrachtend eine konische Geometrie aufweist, die in einer Ausblasöffnung endet, also der Innengeometrie einer Venturi-Düse ähnelt. Die äußere Geometrie der Luftleitkörper weist hervorstehende oder abragende äußere Enden auf, deren Geometrien einen gewissen Auslegungsspielraum aufweisen. Die äußeren Enden sind insbesondere derart auszugestalten, dass sie auf der Leeseite des Stautrichters Verwirbelungen zum Verringern eines Unterdrucks an der Ausgangsseite des Stautrichters erzeugen.

[0028] Als besonders vorteilhaft hat sich ein Stautrichter mit einer Geometrie erwiesen, der unabhängig von der Strömungsrichtung des Treibmediums einen Überdruck erzeugt, also eine umlaufende Öffnung mit einem in der Rotationsachse angeschlossenen Überdruckrohr aufweist, dessen Luftleitkanal eine konische Geometrie hat, wobei die äußeren Enden zum Erzeugen von Verwirbelungen abragend ausgebildet werden.

[0029] Eine bevorzugte Ausführungsform weist Strömungsleitelemente auf, die konzentrisch verlaufen und den oberen Luftleitkörper mit dem unteren Luftleitkörper verbinden und eine Strömung des Treibmediums zwischen den durch die Luftleitkörper gebildeten Sektoren verhindert. Hierdurch wird der Überdruck an der Ausblasöffnung erhöht. Um eine weitere Erhöhung des Überdrucks an der Ausblasöffnung zu erreichen, haben sich Ventile, insbesondere in Form von Klappen, die beispielsweise an den inneren Enden der Luftleitkörper befestigt sind, als vorteilhaft erwiesen. Die Klappen

ragen von einem Luftleitkörper zu einem benachbarten Luftleitkörper und sind gegen diesen vorgespannt, beispielweise mittels Federkraft. Befinden sich die Klappen auf der Anströmungsseite des Stautrichters, werden sie entgegen der Vorspannung von einem Luftleitelement weggeschwenkt und geben den entsprechenden Sektor frei. Die Klappen der Abströmungsseite werden nicht verschwenkt, die leeseitigen Sektoren sind durch die Klappen verschlossen; es ergibt sich ein erhöhter Überdruck an der Ausblasöffnung.

[0030] Das Treibmedium ist bevorzugt das Gleiche, das die Strahlpumpe antreibt. Der Überdruck wird mittels Druckrohren den Steuerventilen zugeführt, sodass die belüfteten Sammelbehälter unter einem Überdruck stehen und dadurch die Förderung der Flüssigkeit in den nächsthöheren Sammelbehälter unterstützen. Ein Druckverlust durch Unterdruckrohrleitungen in dem jeweils weiter unten angeordneten Sammelbehälter kann durch Ventile, insbesondere durch Rückschlagventile, verhindert werden.

[0031] In den Zeichnungen ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, das im Folgenden näher beschrieben wird. Die Zeichnungen zeigen eine Vorrichtung zum Fördern von Flüssigkeiten in schematischer Darstellung.

[0032] Die Erfindung lässt verschiedene Ausführungsformen zu. Zur weiteren Verdeutlichung ihres Grundprinzips ist eine davon in den Zeichnungen dargestellt und wird nachfolgend beschrieben. Diese zeigen in

Fig. 1 eine Vorrichtung zum Fördern von Flüssigkeiten;

Fig. 2 eine Strahlpumpe mit umlaufender Einlassöffnung;

Fig. 3 einen Stautrichter mit umlaufender Einlassöffnung.

[0033] Figur 1 zeigt eine Vorrichtung 1 zum Fördern von Flüssigkeiten, wobei die Förderleistung aus einer Luftströmung der Umgebungsluft als Treibmedium erzeugt wird. Die Luftströmung durchströmt einerseits eine Strahlpumpe 2, die auf dem Venturi-Prinzip basiert und einen Unterdruck erzeugt, wobei zwischen zwei Strömungsleitkörpern 3 ein Strömungskanal 4 eingeschlossen ist, welcher in einem zentralen Bereich 5 konzentrisch zu einer Symmetrieachse 6 der Strömungsleitkörper 3 eine Engstelle aufweist, in welche auch eine Ansaugöffnung 7 einer ersten Unterdruckrohrleitung 8 mündet. Um eine von der Strömungsrichtung s der Luftströmung der Umgebungsluft als Treibmedium unabhängige Funktion der Absaugung zu erreichen, sind die beiden Strömungsleitkörper 3 koaxial zueinander auf der gemeinsamen Symmetrieachse 6 angeordnet und jeweils rotationssymmetrisch ausgeführt. Jeder Strömungsleitkörper 3 hat eine konvexe Strömungsleitfläche 9, sodass gegenüberliegende Strömungsleitflächen 9 zwischen sich den Strömungskanal 4 begrenzen, wobei der Abstand a , A der Strömungsleitflächen 9 mit zunehmendem radialen Abstand r , R von der Symmetrieachse 6 zunimmt.

[0034] Andererseits durchströmt die Luftströmung einen Stautrichter 10, der einen Überdruck erzeugt, wobei zwischen zwei Luftleitkörpern 11 ein Luftleitkanal 12 eingeschlossen ist, welcher in einem zentralen Teilbereich 13 eine konzentrisch zu einer Symmetrieachse 16 der Luftleitkörper 11 eine Engstelle aufweist, in welcher eine Ausblasöffnung 14 eines Überdruckrohrs 15 mündet. Um eine von der Strömungsrichtung s der Luftströmung der Umgebungsluft als Treibmedium unabhängige Überdruckerzeugung zu erreichen, sind die beiden Luftleitkörper 11 koaxial angeordnet zueinander auf der gemeinsamen Symmetrieachse 16 angeordnet und jeweils rotationssymmetrisch ausgeführt. Die Luftleitkörper 11 weisen eine Außengeometrie auf, insbesondere abragende äußere Enden, die zu Strömungsablösungen und Verwirbelungen des am Stautrichter 10 vorbeiströmenden Treibmediums führen. Durch diese Geometrie des Stautrichters 10 wird erreicht, dass ausgangsseitig am Stautrichter 10, also in Lee, kein Unterdruck erzeugt wird und sich an der Engstelle des Stautrichters 10 ein Überdruck einstellt.

[0035] Der dargestellte Stautrichter 10 weist zur Erhöhung des Unterdrucks acht zu der Symmetrieachse 6 parallele Strömungsleitelemente 17 auf, die voneinander getrennte Sektoren 18 erzeugen. Die Sektoren 18 weisen Stautrichter-ventile 19 auf, die einen Sektor 18 verschließen, wenn dieser sich auf der Leeseite des Stautrichters 10 befindet. Die Stautrichterventile 19 können verschiedene Ausführungsformen aufweisen, wie zum Beispiel die Dargestellte in Form von Klappen 20. Die Klappen 20 sind an einem Strömungsleitelement 17 schwenkbar befestigt und verschließen einen Sektor 18, soweit sie sich nicht auf der Luvseite befinden, da sie mittels Federkraft gegen ein weiteres Strömungsleitelement 17 vorgespannt sind. Befindet sich der Sektor 18 auf der Luvseite des Stautrichters 10, wird die Klappe 20 durch das Treibmedium verschwenkt und gibt den Sektor 18 frei. Ein Abströmen des Treibmediums nach Lee wird verhindert und der Überdruck am Überdruckrohr 15 erhöht.

[0036] An der Ansaugöffnung 7 der Strahlpumpe 2 ist eine erste Unterdruckrohrleitung 8 angeschlossen, die den Unterdruck zu den Sammelbehältern 21 weiterleitet. Die erste Unterdruckrohrleitung 8 führt zu drei parallelen Abschnitten der Unterdruckrohrleitung 8, die jeweils ein Steuerventil 22 zum Schalten des Unterdrucks aufweisen, bevor sie in einem oberen Bereich einer der drei Sammelbehälter 21 enden. Die Sammelbehälter 21 sind übereinander angeordnet und mittels Unterdruckrohrleitungen 8 miteinander verbunden. Der unterste Sammelbehälter 21 ist mittels einer Unterdruckrohrleitung 8 mit der Flüssigkeit verbunden, wobei die Unterdruckrohrleitung 8 in der oberen Hälfte des Sammelbehälters 21 endet und ein Rückschlagventil 24 aufweist. Eine weitere Unterdruckrohrleitung 8 verbindet den untersten Sammelbehälter 21 mit einem mittleren Sammelbehälter 21, wobei die weitere Unterdruckrohrleitung 8 im untersten Sammelbehälter 21 in der unteren Hälfte endet und im mittleren Sammelbehälter 21 in der oberen Hälfte des Sammelbehälters

21. Eine weitere Unterdruckrohrleitung 8 verbindet in gleicher Art und Weise den mittleren Sammelbehälter 21 mit einem oberen Sammelbehälter 21.

[0037] Das Überdruckrohr 15 führt von der Ausblasöffnung 14 in drei parallele Abschnitte des Überdruckrohrs 15 zu den Steuerventilen 22 und führt bei einer entsprechenden Schaltung der Steuerventile 22 zu einem Beaufschlagen der Sammelbehälter 21 mit Überdruck.

[0038] Der oberste Sammelbehälter 21 weist des Weiteren ein Entnahmeventil 23 zum Ausströmen der Flüssigkeit auf, das gleichzeitig mit dem Steuerventil 22 der Unterdruckrohrleitung 8 geschaltet wird und zwar wird das Entnahmeventil 23 geöffnet, wenn das Steuerventil 22, das ein Magnetventil ist, auf den Überdruck des Stautrichters 10 schaltet.

[0039] Wird durch das Treibmedium ein Unterdruck an der Ansaugöffnung 7 erzeugt und ein Überdruck an der Ausblasöffnung 14 und ist das Steuerventil 22 des mittleren Sammelbehälters 21 so geschaltet, dass der Unterdruck der Strahlpumpe 2 in dem mittleren Sammelbehälter 21 anliegt, werden die anderen Steuerventile 22 so geschaltet, dass der Überdruck des Stautrichters 10 in dem unteren und dem oberen Sammelbehältern 21 anliegt. Durch die sich einstellenden Druckniveaus strömt die Flüssigkeit aus dem unteren Sammelbehälter 21 in den mittleren Sammelbehälter 21. Der untere Sammelbehälter 21 weist einen Überdruck auf, dessen Abströmen mittels des Rückschlagventils 24 durch die nach unten führende Unterdruckrohrleitung 8 verhindert wird. Der obere Sammelbehälter 21 wird ebenfalls mit Überdruck beaufschlagt, was zu einer erhöhten Ausströmgeschwindigkeit der Flüssigkeit aus dem Entnahmeventil 23 führt. In anderen Ausführungsformen, in denen kein Stautrichter 10 vorgesehen ist, wird anstatt des Überdrucks Umgebungsdruck durch die Steuerventile 22 freigeschaltet.

[0040] Die Förderung der Flüssigkeit in den mittleren Sammelbehälter 21 wird durch Umschalten der Steuerventile 22 beendet und ein Fördern in den unteren und den oberen Sammelbehälter 21 wird begonnen.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Vorrichtung	16	Symmetrieachse
2	Strahlpumpe	17	Strömungsleitelement
3	Strömungsleitkörpern	18	Sektor
4	Strömungskanal	19	Stautrichterventil
5	Bereich	20	Klappen
6	Symmetrieachse	21	Sammelbehälter
7	Ansaugöffnung	22	Steuerventil
8	Unterdruckrohrleitung	23	Entnahmeventil
9	Strömungsleitfläche	24	Rückschlagventil
10	Stautrichter		
		a, A	Abstand
11	Luftleitkörper	r, R	Abstand
12	Luftleitkanal	s	Strömungsrichtung
13	Teilbereich		
14	Ausblasöffnung		
15	Überdruckrohr		

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Fördern von Flüssigkeiten mit einer durch ein strömendes gasförmiges Fluid als Treibmedium angetriebenen Unterdruck erzeugenden Strahlpumpe (2), wobei ein erster Sammelbehälter (21) mittels einer ersten Unterdruckrohrleitung (8) mit einem an einer Ansaugöffnung (7) der Strahlpumpe (2) anliegenden Unterdruck verbunden ist, wobei der erste Sammelbehälter (21) mittels einer zweiten Unterdruckrohrleitung (8) mit der zu fördernden Flüssigkeit verbindbar ist, wobei ein erstes Steuerventil (22) zum Unterbrechen des Unterdrucks zwischen der Ansaugöffnung (7) und dem ersten Sammelbehälter (21) angeordnet ist, wobei der erste Sammelbehälter (21) mittels des ersten Steuerventils (22) und/oder eines weiteren Steuerventils (22) belüftbar ist, wobei der erste Sammelbehälter (21) mittels einer dritten Unterdruckrohrleitung (8) mit einem oberhalb des ersten Sammelbehälters (21) angeordneten zweiten Sammelbehälter (21) verbunden ist, wobei der zweite Sammelbehälter (21) mittels einer vierten Unterdruckrohrleitung (8) mit dem Unterdruck der Ansaugöffnung (7) verbunden ist, wobei die vierte Unterdruckrohrleitung (8) ein zweites Steuerventil (22) zum Unterbrechen des Unterdrucks zwischen der Ansaugöffnung (7) und dem zweiten Sammelbehälter (21) aufweist, wobei der zweite Sammelbehälter (21) mittels des zweiten Steuerventils (22) und/oder eines weiteren Steuerventils (22) belüftbar ist und wobei die Geometrie der Strahlpumpe

(2) einen Unterdruck an der Ansaug-öffnung (7) erzeugt, soweit das Fluid aus einer beliebigen Richtung in die Strahlpumpe (2) strömt.

- 5 **2.** Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** weitere Sammelbehälter (21) mittels weiterer Unterdruckrohrleitungen (8) mit einem an der Ansaugöffnung (7) anliegendem Unterdruck verbunden sind und weitere Steuerventile (22) zum Unterbrechen des Unterdrucks zwischen der Ansaugöffnung (7) und den Sammelbehältern (21) angeordnet sind und mittels weiterer Steuerventile (22) belüftbar sind, wobei die Sammelbehälter (21) mit Unterdruckrohrleitungen (8) zum Ausbilden einer Förderkaskade verbunden sind.
- 10 **3.** Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerventile (22) durch das gleiche Treibmedium wie die Strahlpumpe (2) betätigt werden, insbesondere dass ein Anemometer Langlöcher aufweisende Drehscheiben antreibt, die die Unterdruckrohrleitungen (8) und Belüftungsöffnungen zu den Sammelbehältern (21) freigeben.
- 15 **4.** Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerventile (22) Schwimmerventile sind und durch den Flüssigkeitsstand in den Sammelbehältern (21) betätigt werden und sowohl den Unterdruck als auch die Belüftung der Sammelbehälter (21) schalten.
- 20 **5.** Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oberste Sammelbehälter (21) ein Entnahmeventil (23) aufweist.
- 25 **6.** Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Überdruck erzeugender Stautrichter (10) durch ein strömendes gasförmiges Fluid als Treibmedium mittels Überdruckrohren (15) die Steuerventile (22) mit Überdruck versorgt.
- 30 **7.** Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Strahlpumpe (2) mittels eines strömenden gasförmigen Fluids aus einer beliebigen Richtung zumindest innerhalb einer Ebene, als Treibmedium angetrieben wird und einen Unterdruck erzeugt, wobei der Unterdruck mittels Unterdruckrohrleitungen (8) zu einem ersten Sammelbehälter (21) geleitet wird, wobei der Sammelbehälter (21) durch den Unterdruck eine Flüssigkeit durch eine weitere Unterdruckrohrleitung (8) saugt und sammelt, wobei der Sammelbehälter (21) nach einem Umschalten von einem Steuerventil (22) zumindest mit Umgebungsdruck belüftet wird und mittels einer weiteren Unterdruckrohrleitung (8) zumindest ein Teilvolumen der Flüssigkeit einem höher angeordneten Sammelbehälter (21) zugeführt wird, wobei der höher gelegene Sammelbehälter (21) in gleicher Weise mit wechselnden Drücken alternierend zum ersten Sammelbehälter (21) beaufschlagt wird.
- 35 **8.** Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die der Reihe nach aufeinanderfolgenden Sammelbehälter (21) abwechselnd mit Unterdruck beaufschlagt werden beziehungsweise belüftet werden und dieser Druckzustand in den Sammelbehältern (21) über die Zeit alternierend wechselt.
- 40 **9.** Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerventile (22) durch das Treibmedium der Strahlpumpe (2) angesteuert werden oder durch den Füllstand der Sammelbehälter (21).

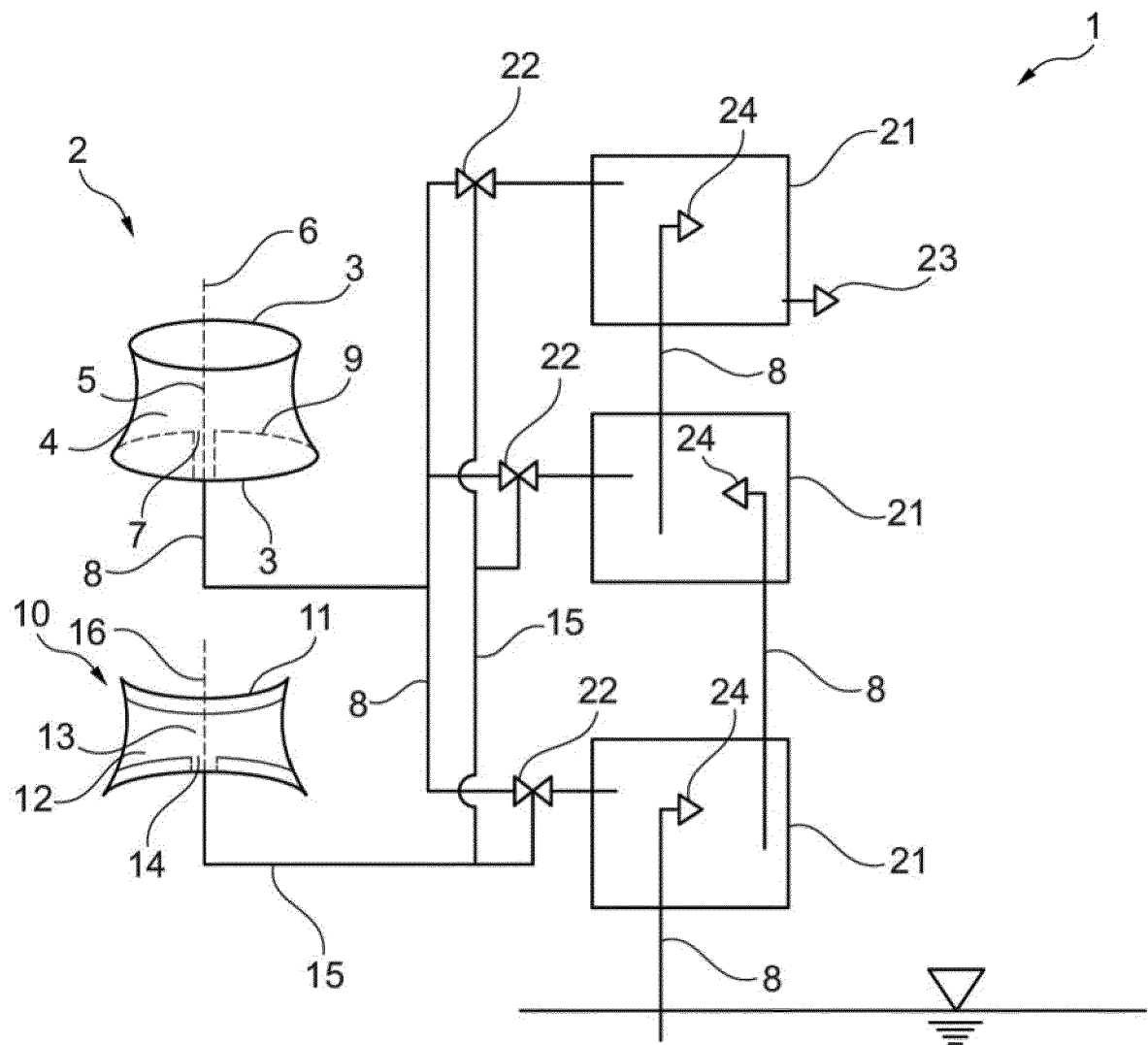


Fig. 1

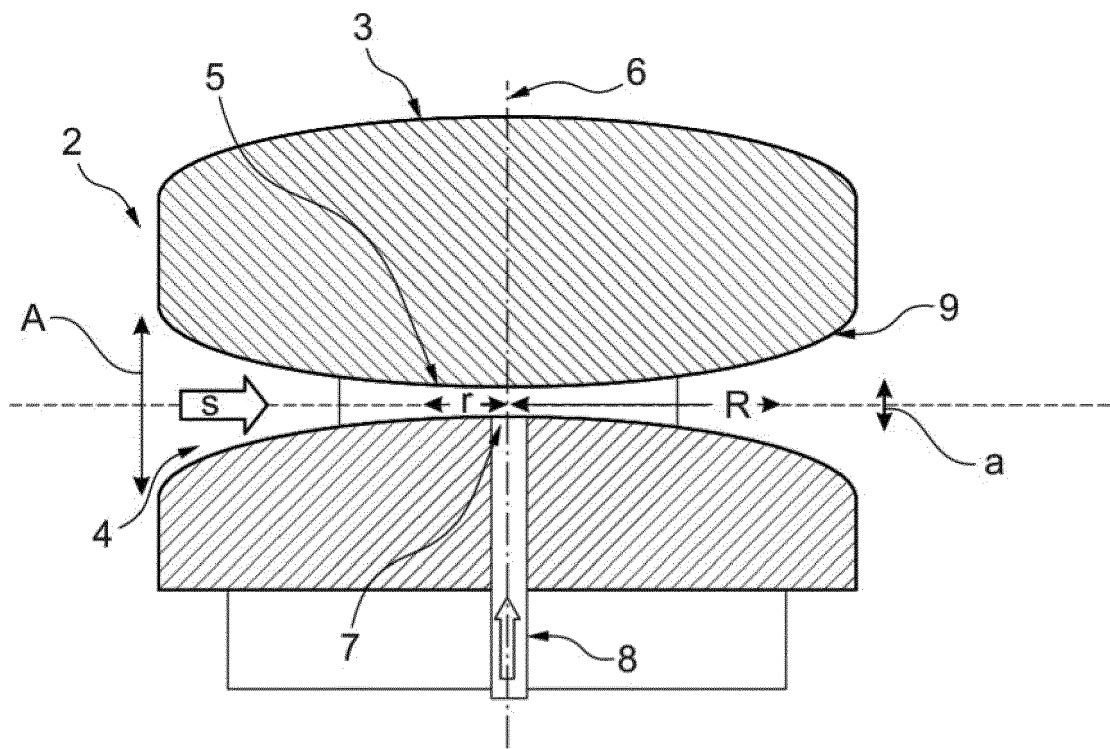


Fig. 2

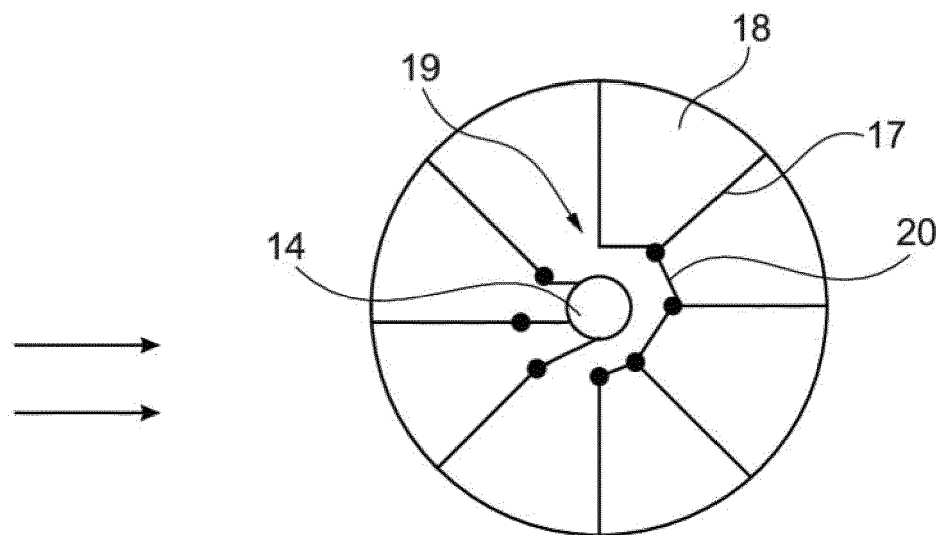


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 19 4752

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 42 02 253 A1 (FUNK ERNST [DE]) 29. Juli 1993 (1993-07-29) * Zusammenfassung * * * Spalte 1, Zeilen 1-22 * * Spalte 3, Zeilen 40-50 * * Spalte 8, Zeilen 8-23; Abbildungen * -----	1-9	INV. F04F5/24 F04F5/26
Y	US 4 671 741 A (BAUMBERG IOSIF [US]) 9. Juni 1987 (1987-06-09) * Zusammenfassung *; Abbildungen * * Spalte 1, Zeile 40 - Spalte 3, Zeile 25 * -----	1-9	
A	US 1 662 101 A (ENEA BOSSI) 13. März 1928 (1928-03-13) * Zusammenfassung *; Abbildungen * * Seite 2, Spalte 1, Zeile 28 - Seite 2, Spalte 2, Zeile 90 * -----	1,7	
A	US 2 855 860 A (CRUMP LLOYD R) 14. Oktober 1958 (1958-10-14) * Abbildungen * -----	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	DE 72 396 C (G.W.A. KAHLBAUM) 20. September 1891 (1891-09-20) * Abbildungen * -----	5	F04F
2	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 14. Dezember 2021	Prüfer Pinna, Stefano
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			

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

EP 21 19 4752

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

14-12-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 4202253	A1	29-07-1993	KEINE	

15	US 4671741	A	09-06-1987	KEINE	

	US 1662101	A	13-03-1928	KEINE	

	US 2855860	A	14-10-1958	KEINE	

20	DE 72396	C	20-09-1891	KEINE	

25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

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 4202253 A1 [0004]