



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

51 Int. Cl.³: B 01 D 21/10
G 01 N 9/10

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



12 PATENTSCHRIFT A5

11

622 186

21 Gesuchsnummer: 10896/76

22 Anmeldungsdatum: 27.08.1976

30 Priorität(en): 29.08.1975 US 608905

24 Patent erteilt: 31.03.1981

45 Patentschrift veröffentlicht: 31.03.1981

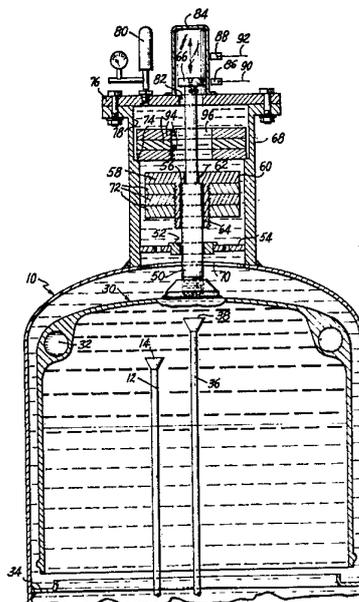
73 Inhaber:
National Marine Service, Incorporated, Saint Louis/MO (US)

72 Erfinder:
David Atwood Wright, Saint Louis/MO (US)
Chester Howard Walters, Saint Louis/MO (US)

74 Vertreter:
E. Blum & Co., Zürich

54 Gravitationsseparator.

57 In dem Separator sammelt sich leichtere Flüssigkeit über schwererer Flüssigkeit unter einer Tauchglocke (30) und hebt diese an. Die Tauchglocke (30) ist über eine Stange (50) mit einem ersten Satz (72) von Gewichten verbunden. Nachdem Stange und Gewichte um eine bestimmte Strecke gestiegen sind, heben sie einen zweiten Satz von Gewichten (94) an, wonach ein an der Stange angebrachter magnetischer Lagedetektor (66, 86, 88) anspricht. Im Betrieb drängt eine Ansammlung von auf der dichteren Flüssigkeit schwimmenden leichteren Flüssigkeit das Übertragungsorgan (30) nach oben, und die Gewichte (72) hemmen seine Aufwärtsbewegung, bis sich eine vorbestimmte Menge der leichteren Flüssigkeit angesammelt hat. Danach werden beide Gewichtssätze (72, 94) durch das Übertragungsorgan (30) angehoben, worauf der magnetische Detektor (66, 86, 88) anspricht, ohne dass bewegliche Durchführungen durch die Wände von Tank und Gehäuse nötig wären.



PATENTANSPRÜCHE

1. Gravitationsseparator für Flüssigkeiten verschiedener Dichte, mit einer Tank- und Gehäuseeinheit (9, 68), mit einem im oberen Teil derselben vertikal beweglichen Kräfteübertragungsorgan (30, 200, 300), mit einer ersten, im Tank befindlichen, mit dem Organ verbundenen und mit ihm vertikal beweglichen Masse (58, 72), gekennzeichnet durch eine zweite, in der Tank- und Gehäuseeinheit vertikal bewegliche Masse (94), die in einer untersten Lage durch einen Teil (74) des Separators getragen wird, wobei diese zweite Masse so gelagert ist, dass sie dann mit dem Übertragungsorgan und der ersten Masse in Eingriff kommt, und sich vertikal mit diesen bewegt, wenn letztere um eine bestimmte Strecke über ihre unterste Lage gestiegen sind, sowie durch einen ausserhalb von Tank- und Gehäuseeinheit angebrachten, und von den beweglichen Elementen innerhalb derselben mechanisch getrennten Lageabtaster (86, 88), welcher eingerichtet ist, um festzustellen, wann das Übertragungsorgan beide Massen angehoben hat.

2. Gravitationsseparator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Lageabtaster (86, 88) einen auf magnetische Kräfte ansprechenden Detektor aufweist, sowie durch einen innerhalb von Tank- und Gehäuseeinheit befindlichen Magnet, welcher mit dem Übertragungsorgan verbunden ist und sich zusammen mit diesem in der Nähe des Detektors bewegt, wenn das Organ die zweite Masse angehoben hat.

3. Gravitationsseparator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Detektor eingerichtet ist, um festzustellen, wann sich das Übertragungsorgan in einer unteren Lage befindet.

4. Gravitationsseparator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gewichte beider Massen veränderbar sind und dass diese Massen sich im Gehäuseteil (68) der Tank- und Gehäuseeinheit befinden.

5. Gravitationsseparator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Masse (58, 72) durch eine vertikale Stange (50) mit dem Übertragungsorgan verbunden ist, wobei die Stange einerseits an ihrem unteren Ende an letzterem befestigt und mit ihm zusammen beweglich ist, und andererseits mit der ersten Masse verbunden ist, um sie in vertikaler Richtung mitzunehmen, sowie dadurch, dass die erste Masse so angeordnet ist, dass sie mit der zweiten in Eingriff kommt und sie anhebt, wenn Stange und erste Masse sich zusammen mit dem Übertragungsglied aufwärts bewegen.

6. Gravitationsseparator nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Masse eine obere Fläche aufweist, die von unten her an der zweiten Masse angreift, nachdem die erste Masse um die bestimmte Strecke gestiegen ist.

7. Gravitationsseparator nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Masse (58, 72) eine Grundplatte (60) mit einem zentralen Durchgang (62) aufweist, dass die Stange (50) einen Absatz (56) besitzt, auf welchem der Rand des Durchganges aufliegt, wobei ein oberer Teil der Stange sich durch den Durchgang hindurch nach oben erstreckt, dass die zweite Masse (94) mindestens eine weitere Platte (94) mit einem weiteren Durchgang (96) umfasst, durch welchen der obere Teil der Stange ebenfalls durchgeht, und dadurch, dass der Magnet (66) nahe am oberen Ende der Stange oberhalb der zweiten Masse angebracht ist.

8. Gravitationsseparator nach einem der Ansprüche 4 und 5, gekennzeichnet durch eine Saugpumpe (18), um ein zu trennendes Flüssigkeitsgemisch in die Tank- und Gehäuseeinheit zu befördern, sowie durch eine von einem durch den Lageabtaster (86, 88) abgegebenes Signal gesteuerte Energiequelle (24) für die Pumpe.

9. Gravitationsseparator nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Übertragungsorgan eine Randpartie und eine sich von dieser zum Tank erstreckende, vertikal biegsame Dichtung (202) aufweist, welche

zusammen mit dem Übertragungsorgan den Tank in zwei Kammern teilt, von denen eine unterhalb und eine (207, 306) oberhalb von Übertragungsglied und Dichtung liegt, dass eine Druckausgleichsleitung (206) die obere Kammer mit einem unteren Bereich des unterhalb des Übertragungsorgans liegenden Tankteiles verbindet und dass sich die Dichtung vertikal nach unten, zwischen der Randpartie des Übertragungsorgans und dem Tank, ausdehnt, wobei sich letzterer unterhalb des Übertragungsorgans radial nach innen einbuchtet, um eine Befestigungsfläche für die Dichtung zu bieten.

10. Gravitationsseparator nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch einen abdichtenden, beweglichen Faltenbalg (308) am unteren Ende der Ausgleichsleitung, welcher das Innere derselben vom unteren Teil des Tankes trennt.

11. Verfahren zum Betrieb des Separators nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

a) Füllen des Tankes (10) mit einer genügenden Menge einer ersten Flüssigkeit, um das Übertragungsorgan (30, 200, 300) darin einzutauchen,

b) Variieren des Übertragungsorgans mittels der innerhalb der Tank- und Gehäuseeinheit befindlichen ersten Masse, derart, dass es in der ersten Flüssigkeit einen knapp negativen Auftrieb hat,

c) Einstellen des zweiten Gewichtes, so dass es der Differenz zwischen dem Gewicht einer bestimmten Menge einer zweiten, durch Gravitationskräfte von der ersten zu trennenden Flüssigkeit von geringerer Dichte als die erste und dem Gewicht der gleichen Menge der ersten Flüssigkeit entspricht,

d) Einlassen einer Mischung aus erster und zweiter Flüssigkeit in den oberen, unterhalb des Übertragungsorgans befindlichen Teil des Tankes, um das Übertragungsglied dem Auftrieb der abgetrennten zweiten Flüssigkeit auszusetzen, unter gleichzeitigem Entzug einer gewissen Menge der ersten Flüssigkeit aus dem unteren Teil des Tankes,

e) das Übertragungsorgan und die erste Masse von einer unteren Lage aus eine gewisse vertikale Strecke durchlaufen lassen, bis das Gewicht der zweiten Masse einer weiteren Vertikalbewegung entgegenwirkt,

f) weiterhin eine Menge der ersten Flüssigkeit entziehen, bis die Ansammlung von zweiter Flüssigkeit innerhalb der Tank- und Gehäuseeinheit bewirkt, dass das Übertragungsorgan die zweite Masse anhebt,

g) mittels des Lageabtasters bestimmen, wann das Übertragungsorgan sowohl die erste wie die zweite Masse über ihre unteren Positionen angehoben hat,

h) bei Eintreten des unter g) genannten Zustandes ein Signal erzeugen, welches die Trennung der bestimmten Menge der zweiten Flüssigkeit meldet.

Die Erfindung betrifft einen Gravitationsseparator für Gemische von nicht vermischbaren Flüssigkeiten verschiedener Dichte, z. B. für ein Gemisch aus Öl und Wasser.

Die Erfindung betrifft insbesondere einen Gravitationsseparator, welcher einen Sammel-tank oder Gehäuse zur Aufnahme eines Gemisches von Flüssigkeiten, die durch Gravitationseinwirkung voneinander getrennt werden sollen, umfasst. Der Tank enthält entweder eine schwebende Kuppel oder eine Membran innerhalb des oberen Bereiches des Tanks, welches als Druckfläche dienen, gegen die das Volumen der leichteren (weniger dichten) Flüssigkeit, welche sich im oberen Abschnitt des Tankes ansammelt, eine Auftreibkraft ausübt.

Separatoren mit einer schwebenden Kuppel sind z. B. aus der GB-PS 1 212 553 und aus der US-PS 3 628 660 bekannt.

Bei diesen Separatoren wird ein Gemisch aus leichteren und schwereren Strömungsmitteln (im allgemeinen Öl und Wasser) unter Druck in das Innere des Separators unterhalb des Doms eingeführt, oder es wird durch Abpumpen des schweren Strömungsmittels eingeführt, wobei der Separator hermetisch versiegelt ist. Das Gemisch aus schwereren und leichteren Flüssigkeiten entmischt sich in dem Separator unter dem Einfluss der Schwerkraft, wobei die leichtere Flüssigkeit unter der Kuppel nach oben aufsteigt und die schwerere Flüssigkeit unter der Kuppel in den unteren Abschnitt des Separatorbehälters absinkt.

Die allmähliche Ansammlung der leichteren Flüssigkeit unter der Kuppel, welche durch Gegengewichte so ausbalanciert ist, dass sie normalerweise einen leicht negativen Auftrieb in der schwereren Flüssigkeit hat, bewirkt, dass die Kuppel in der schwereren Flüssigkeit innerhalb des Separators nach oben schwebt. Es ist üblich, die obere Grenzposition der Kuppel zu fühlen, um ein Steuersignal zu erzeugen, welches Ventil- und Pumpenbetrieb einschaltet, welche die Entfernung der weniger dichten Flüssigkeit aus ihrer Lage unterhalb der Kuppel ermöglicht.

Gravitationsseparatoren dieser Art, welche zur Trennung von Öl aus einem Öl-Wasser-Gemisch verwendet werden, weisen Filter oder Sammelsiebe zwischen dem unteren Teil des Separators und der Wasserabflussleitung auf, um vorhandene Öltröpfchen, welche in den unteren Teil des Separators getragen worden sind, zu sammeln. Solche Filter oder Siebe werden zur Entfernung des an ihnen hängenden Öls periodisch rückgewaschen oder rückgespült, wie es in der oben genannten US-PS 3 628 660 beschrieben ist; diese Rückspülung der Siebe kann sehr wirksam während des Ölabbgabebetriebs des Separators stattfinden. Es ist also üblich, das angesammelte Öl aus einer Lage unterhalb der schwebenden Kuppel dadurch zu entfernen, dass die Wasserabflussleitung des Separators mit Druck beaufschlagt wird, damit sauberes Wasser rückwärts in den unteren Endbereich des Separators durch die Sammelsiebe hindurch und in den Bereich unterhalb der Kuppel eingelassen wird, um unter Druck das angesammelte Öl aus dem Separator zu entfernen. Selbstverständlich wird lediglich Öl entfernt; der rückwärts gerichtete Zufluss von Wasser wird dann beendet, wenn das angesammelte Öl abgegeben worden ist und die Kuppel auf ihren unteren Ausgangspegel abgesunken ist.

Bei Verwendung der beschriebenen Separatoren treten verschiedene Problemkreise auf. Es besteht z. B. das Bedürfnis nach einem einfachen, wirksamen und im wesentlichen ausfallsicheren System zum genauen Gewichtsausgleich der Kuppel, unter welcher das separierte Öl gefangen wird, und zur exakten Anzeige, wann das Volumen des separierten Öls seine obere Grenzlage innerhalb des Separators erreicht, so dass die Ölentfernungsprozedur begonnen werden kann. Insbesondere dann, wenn das spezifische Gewicht des zu separierenden Öls nur wenig verschieden von demjenigen des Wassers ist, besteht ein Bedürfnis nach einer extrem genauen Einrichtung zur Anzeige eines vorbestimmten Volumens angesammelten Öls, um die richtige Funktion des Separators zu gewährleisten. Auch der Wasserstrom durch die Sammelsiebe hat sich sowohl in Vorwärtsrichtung als auch Rückspülrichtung nicht als ideal herausgestellt. Ein idealer Wasserstrom in Vorwärtsrichtung durch die Sammelsiebe hindurch sollte über alle Siebe des Systems gleichmässig sein, und wenn die Siebe rückgespült werden, sollte der Rückspülfluss sich vollständig über die Oberflächen der Sammelsiebe verteilen, um alle Öltröpfchen von diesen zu entfernen; darüber hinaus sollte die Abgabe des Öls aus dem Bereich zwischen den Sammelsieben während des Rückspülbetriebs möglichst vollständig erfolgen. Schliesslich hat sich herausgestellt, dass es höchst erwünscht ist, jegliche Ansammlung von Öl oberhalb der Separatorkuppel (oder der Membran) während des Betriebs des Separators zu vermeiden,

da eine Ansammlung der weniger dichten Flüssigkeit oberhalb der Kuppel das Flotationsansprechen derselben auf das unter ihr angesammelte Öl ungenau macht.

Ein Versuch zur Lösung dieses Ausgleichsproblems ist in der US-Patentanmeldung Ser. Nr. 527 277 beschrieben, welche den Titel «Apparatus for the Separation of a Lighter Liquid from a Mixture of Heavier and Lighter Liquid» trägt und am 26. Nov. 1974 angemeldet worden ist und auf den Anmelder der vorliegenden Anmeldung übertragen worden ist. Diese Anmeldung, enthält eine vollständige Beschreibung eines bekannten Ausgleichsystems und eines Separatorsteuersystems, welche beide durch die vorliegende Erfindung verbessert werden. Es wird darauf hingewiesen, dass das bekannte Ausgleich- und Steuersystem pneumatisch betrieben wurde. Das komplexe Ausgleichssystem aus Hebeln, Gewichten, Drehachsen, Lagern und Dichtungen ist jedoch sehr umständlich und schwer und ausserdem teuer in der Herstellung. Darüberhinaus hat es sich herausgestellt, dass ein elektronisches Steuersystem wesentlich günstiger und wünschenswerter ist, als das in der Anmeldung dargestellte elektrische System und als das vorher verwendete pneumatische System.

Die vorliegende Erfindung eignet sich insbesondere zur Anwendung in Systemen zur Entfernung des Bilgenwassers aus Schiffen, wie es z. B. in der älteren deutschen Patentanmeldung P 2 555 118 beschrieben ist, welche der US-Patentanmeldung Ser. Nr. 530 539 entspricht. Andere Anwendungsformen der Erfindung sind z. B. statische, industrielle Installationen zur Trennung von Gemischen von nicht vermischbaren Flüssigkeiten verschiedener Dichte.

Die vorliegende Erfindung liefert eine vereinfachte, verlässliche Einrichtung zur einstellbaren Anzeige der Ansammlung einer bestimmten Menge der leichteren Flüssigkeit in einem Gravitationsseparator. Das verbesserte Gewichtsausgleichssystem ermöglicht eine präzise Feststellung eines vorbestimmten Volumens oder Gewichtes der leichteren Flüssigkeit innerhalb des Separators und die Erzeugung eines Steuersignals, in Abhängigkeit von der gefühlten Bedingung, zur Steuerung der Strömungsventile und einer Pumpe, um dadurch den Betrieb des Separators zu steuern. Der Separator wird besonders zur Entfernung von Öl aus Öl-Wasser-Gemischen verwendet und wird im folgenden Text unter Bezugnahme auf diesen Betrieb beschrieben; die Erfindung erstreckt sich jedoch ganz allgemein auf die Verwendung von Separatoren zur Separation beliebiger Strömungsmittel mit verschiedenen Dichten.

Der erfindungsgemässe Gravitationsseparator für Flüssigkeiten verschiedener Dichte, mit einer Tank- und Gehäuseeinheit mit einem im oberen Teil derselben vertikal beweglichen Kräfteübertragungsorgan, mit einer ersten, im Tank befindlichen, mit dem Organ verbundenen und mit ihm vertikal beweglichen Masse ist gekennzeichnet durch eine zweite, in der Tank- und Gehäuseeinheit vertikal bewegliche Masse, die in einer untersten Lage durch einen Teil des Separators getragen wird, wobei diese zweite Masse so gelagert ist, dass sie dann mit dem Übertragungsorgan und der ersten Masse in Eingriff kommt und sich vertikal mit diesen bewegt, wenn letztere um eine bestimmte Strecke über ihre unterste Lage gestiegen sind, sowie durch einen ausserhalb von Tank- und Gehäuseeinheit angebrachten, und von den beweglichen Elementen innerhalb derselben mechanisch getrennten Lageabtaster, welche eingerichtet ist, um festzustellen, wann das Übertragungsorgan beide Massen angehoben hat.

Eine Sichtanzeige der Position des Druckübertragungkörpers kann dadurch ermöglicht werden, dass ein Abschnitt des Gehäuses aus transparentem Material hergestellt wird oder dass transparente Fenster angebracht werden, durch welche der Betrieb des Systems mit dem blossen Auge überwacht werden kann.

Die Erfindung ist im folgenden an Hand eines Ausführungsbeispiels und in Verbindung mit der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Separatorsystems mit einer schwebenden Kuppel,

Fig. 2 Einzelheiten des Ausgleichs- und Positionsfühlsystems der schwebenden Kuppel der Fig. 1,

Fig. 3 eine der Fig. 2 ähnliche Darstellung eines Ausführungsbeispiels, bei welchem eine Druckausgleichsleitung vorgesehen ist und

Fig. 4 ein Ausgleichssystem welches in Verbindung mit einer abgeschlossenen schwebenden Kuppel und einer Druckausgleichsleitung verwendet wird.

Die Fig. 1 zeigt ein Separatorsystem, welches zur Trennung von Öl aus öligem Wasser dient. Dieses System umfasst einen Separatortank 10, welcher für ein Öl-Wasser-Gemisch eine Einlassöffnung 12 umfasst, welche sich in das Innere des Separatortanks 10 fortsetzt und sich nach oben zu seinem Ende 14 erstreckt, welches den tatsächlichen Einlass für das Öl-Wasser-Gemisch innerhalb des Tanks 10 bildet. Die Einlassöffnung 12 umfasst ein Einweg-Absperrventil 15 bei der Quelle M des zu verarbeitenden Öl-Wasser-Gemisches. Eine Wasserleitung 16 ist im Bereich des unteren Abschnitts des Tanks 10 vorgesehen und dient zum einen als Abflussleitung für sauberes Wasser und als Einlass-Druckleitung für die Rückspülung des Tankes, wie es weiter unten im einzelnen beschrieben werden wird. Die Leitung 16 ist über eine Leitung 17, über ein Magnetventil 19 und über ein Einweg-Absperrventil 20 mit einer Saugpumpe 18 verbunden, welche ihrerseits mit einer Steuertafel 22 verbunden ist, welche die Energie zur Versorgung der Pumpe liefert und ihren Betrieb über eine Leitung 24 steuert. Das Magnetventil 19 ist mit der Steuertafel 22 über eine Leitung 25 verbunden. Eine Leitung 26 dient als Abflussleitung für sauberes Wasser, welches von dem Separatorsystem geliefert wird. Die Leitung 16 ist ausserdem über ein Magnetventil 28, welches über eine Leitung 29 mit der Steuertafel verbunden ist, mit einem unter Druck stehenden Wasservorrat verbunden.

Normalerweise, wenn der Tank oder das Gehäuse 10 anfänglich mit Wasser gefüllt ist oder Öl und Wasser enthält, welches getrennt wird, ist das Ventil 19 geöffnet und das Ventil 28 geschlossen. Der Betrieb der Pumpe 18 erzeugt dann einen ansaugenden Unterdruck in der Leitung 16, wodurch, da der Tank 10 hermetisch abgedichtet ist, Wasser durch die Leitung 16 aus dem Tank 10 abgepumpt und ein Öl-Wasser-Gemisch durch die Leitung 12 in den Tank hineingepumpt wird. Da das Gemisch von der Quelle M zwischen derselben und dem Separatortank 10 nicht von einer Pumpe gerührt, emulgiert oder homogenisiert wird, sondern vielmehr am oberen Ende der aufrechtstehenden Säule der Leitung 12 in dem Separator 10 ruhig stehengelassen wird, findet in dem Tank 10 auf Grund der Schwerkraft eine ziemlich rasche Separation von Öl und Wasser statt.

Ein Element 30, welches im folgenden einfach Dom genannt wird, ist lose in den Tank 10 eingepasst und kann Auftriebskammern 32 aufweisen. Es ist ein Gegenausgleich des Doms 30 vorgesehen, so dass dieser einen kleinen negativen Auftrieb im Wasser hat (in Frischwasser oder in Salzwasser, wie die Situation es erfordert), so dass der Dom auf einem unteren Anschlag 34 ruht, wenn überhaupt kein Öl in dem Separator enthalten ist.

Eine Öl-abflussleitung 36 erstreckt sich mit ihrem Ende 38 innerhalb des Tanks 10 bis dicht unter die innere Oberfläche der Oberseite des Domes 30, wenn dieser sich in seiner unteren Endlage auf dem Anschlag 34 ruhend befindet. Das andere Ende der Leitung 36 entleert über ein Einweg-Absperrventil 41 Öl in einen Öl-speichertank 40. Die Einlassleitung 12

gibt ihren Inhalt bei 14 in einen Bereich innerhalb des Domes 30 ab.

Wenn die Pumpe 18 normal arbeitet, wird somit offensichtlich ein Öl-Wasser-Gemisch in den Tank 10 hineingesaugt und sanft unterhalb des Domes 30 abgegeben, wobei das Wasser in den unteren Abschnitt des Tanks hinuntertropft und das Öl in den oberen, inneren Bereich innerhalb des Domes 30 aufsteigt. Der Dom wird dann durch den Auftrieb des unter bzw. in ihm eingefangenen Öls beeinflusst; dieser Auftrieb ist eine Funktion der relativen Dichten des Öls und des Wassers und des Volumens des unterhalb des Domes angesammelten Öls. Auf Grund der Auftriebskraft des angesammelten Öls hat der Dom die Tendenz, soweit nach oben zu treiben, dass die Auftriebskraft unausgeglichen ist. Falls der Dom 30 anfangs mit neutralem Auftrieb schweben würde, würde die Anwesenheit einer beliebig kleinen, merkbaren Menge von Öl unter dem Dom 30 bewirken, dass dieser sich kontinuierlich zu seiner oberen Endlage in dem Tank 10 hin bewegen würde. Es versteht sich, dass dies nicht erwünscht ist, da es Aufgabe des Separatorsystems ist, im zyklischen Betrieb ein gewisses Volumen von Öl unter dem Dom anzusammeln und im wesentlichen das gesamte, angesammelte Öl in einen Speichertank abzugeben, wobei der gesamte Separationsprozess möglichst wenig unterbrochen werden soll. Ein Ausgleichssystem für den Dom sollte deshalb die Ansammlung einer vorbestimmten Ölmenge unter ihm erlauben und Einrichtungen vorsehen, welche das Auftreten dieser Ansammlung genau feststellen. Nachdem sich das gewünschte Öl-volumen angesammelt hat, müssen Steuereinrichtungen des Separators diesen Zustand feststellen und augenblicklich das System so steuern, dass der Zulauf des Öl-Wasser-Gemisches beendet wird, dass das Tankinnere mit Wasser unter Druck gesetzt wird, damit das Öl aus dem Separator abgegeben wird, und dass schliesslich das System in seinen ursprünglichen Betriebsmodus zurückkehrt, nachdem hinreichend viel Öl aus dem System entfernt worden ist.

Vor der Beschreibung des Balancesystems des Domes sollte erst ein anderes Merkmal des Separators verstanden werden. Beim Absperrren der Pumpe 18 und bei gleichzeitigem Schliessen des Ventils 19 und Öffnen des Ventils 28 wird unter Druck stehendes Wasser schnell in den Tank 10 eingelassen. Das Absperrventil 15 verhindert einen Abfluss durch die Leitung 12, mit der Folge, dass Öl durch die Leitung 36 abgegeben wird, welche die einzige andere Abflussleitung aus dem Separatortank bildet. Der Einlass der Leitung 36 ist unterhalb des Domes 30 aber, wenn dieser sich in seiner unteren Endlage befindet, nahe dessen oberer Oberfläche angeordnet. Wenn Druckwasser in den Tank 10 eingeleitet wird, wird deshalb Öl durch die Leitung 36 abfliessen, und gleichzeitig sinkt der Dom graduierlich nach unten, da das Volumen des Öls, welches die Auftriebskraft des Doms bewirkt, graduierlich vermindert wird. Falls der Zufluss von frischem Wasser durch die Leitung 16 unbegrenzt fortgesetzt würde, würde selbstverständlich alles Öl entfernt werden, der Dom 30 würde auf seinen Anschlag herabsinken, und schliesslich würde Wasser durch die Öl-abflussleitung 36 abfliessen. Dieser Zustand wird vorsätzlich niemals erlaubt, wie aus der folgenden Beschreibung hervorgeht.

Zur Veranschaulichung der verschiedenen Flüssigkeitspegel innerhalb des Tankes 10 beim normalen Betrieb ist Öl mit dem Bezugszeichen 42 und Wasser mit dem Bezugszeichen 46 versehen.

In den Fig. 1 und 2 ist eine verbesserte Balance-Einrichtung für den Dom beschrieben. Sie umfasst eine nach oben stehende Achse oder einen Stab 50, welcher direkt mit dem oberen Ende des Doms 30 verbunden ist. Der Einfachheit und Bequemlichkeit wegen ist die Stange 50 am oberen, zentralen Bereich des Domes mit diesem verbunden. Die Stange 50

könnte auch mit einem beliebigen anderen Teil des Domes 30 verbunden sein, sofern sie sich nur direkt proportional zu der Bewegung des Domes selber bewegt oder eine solche proportionale Bewegung auf den Dom übertragen kann.

Die Stange 50 erstreckt sich durch eine Führungsöffnung 52 in einer Platte 54 und weist bei 56 eine Schulter auf, welche an einer ersten Gewichtssicherung 58 anliegen kann, welche als eine Basisplatte 60 mit einer Öffnung 62 ausgebildet ist; an der Basisplatte ist eine Röhre 64 mit einem Aussengewinde so angeschweisst, dass diese sich koaxial mit der Öffnung 62 erstreckt. Die Gewichtssicherungseinrichtung 58 selber kann eines der Gewichtselemente bilden. Die zentrale Öffnung 62 in der Platte 60 ist kleiner ausgebildet als der grössere Durchmesser der Stange 50, so dass die Platte 60 stets auf der Schulter 56 der Stange 50 ruht. Der obere, schmalere Abschnitt der Stange 50 ermöglicht die Entfernung und die Anordnung der Platte 60 auf der Stange 50 von oben aus. Das obere Ende der Stange 50 weist einen Permanentmagneten 66 auf, welcher abnehmbar an der Stange 50 befestigt ist.

Auf die Röhre 64, durch welche der Abschnitt mit dem grösseren Durchmesser der Stange 50 sich unbehindert hindurcherstreckt, können Gewichte in Form von Platten 72 geschraubt werden, welche einfach und schnell an der Röhre 62 befestigt und von dieser wieder abgenommen werden können und welche verschiedene Grössen und Massen haben können, damit eine exakte Einstellung des gesamten Gewichts der ersten Gewichtseinrichtung 58 an der Stange 50 möglich wird. Das gesamte anfängliche Gewicht des Doms und der an ihm befestigten Teile, wie es in den Fig. 1 und 2 dargestellt ist, ist gleich dem Gewicht des Domes selber, der Stange 50, der ersten Gewichte 58 und des Magneten 66 zusammen mit dem Gewicht des Aufbaus, welcher diese Elemente miteinander verbindet. Der Auftrieb des Doms und des direkt mit ihm verbundenen Aufbaus hängt von dem Gewicht des von dieser Anordnung verdrängten Wassers im Vergleich zu dem Gewicht der Anordnung selber ab. Die erste Gewichtseinrichtung 58 stellt tatsächlich den Auftrieb des Doms 30 so ein, dass er genau den gewünschten negativen Wert annimmt.

Um die Stange 50 erstreckt sich von dem Tank 10 nach oben ein Gehäuse 68, welches das Dom-Balancesystem aufnimmt und an dem Tank 10 z. B. angeschweisst ist. Der Tank 10 weist unterhalb des Gehäuses 68 eine obere Öffnung 70 auf. Eine horizontale, tragende Schulterfläche 74 ist innerhalb des Gehäuses 68 vorgesehen, und an der oberen Öffnung 78 des Gehäuses 68 ist ein oberer Deckel 76 abnehmbar befestigt. In dem Deckel 76 ist ein Entlüftungsventil 80 von herkömmlicher Bauart vorgesehen. Der Deckel 76 weist ferner eine zentrale Öffnung 82 auf, durch welche sich das obere Ende der Stange 50 während des normalen Betriebs des Separators unbehindert hindurcherstreckt. An dem Deckel 76 ist oberhalb der Öffnung 82 eine durchsichtige Abdeckung 84 befestigt, welche vorzugsweise aus einem kräftigen Kunststoff besteht.

Ausserhalb der Abdeckung 84 sind magnetempfindliche Relaischalter 86 und 88 in Positionen angeordnet, in welchen sie durch die Nähe des Magneten 66 ausgelöst werden können, wenn die Stange 50 sich mit der Bewegung des Doms 30 innerhalb der Abdeckung 84 nach oben bewegt. Derartige magnetempfindliche Schalter sind als solche bekannt, und der besondere Vorteil ihrer Verwendung besteht darin, dass der Tank 10, das Gehäuse 68 und die Abdeckung 84 hermetisch abgedichtet sein können, und dass trotzdem die Schwebe- position des Doms 30 ausserhalb des Separatortanks gemessen werden kann. Da die Abdeckung 84 durchsichtig ist, ermöglicht sie auch eine visuelle Kontrolle des Betriebs des Systems. Gemäss der Erfindung werden deshalb besondere Dichtungen, Stangen und Lager überflüssig.

Die Schalter 86 bzw. 88 führen die untere bzw. die obere Position des Doms, und sie sind über Leitungen 90 bzw. 92 mit der Steuertafel verbunden.

Ein zweiter Satz von Gewichten ist innerhalb des Gehäuses 68 in Form gestapelter Platten 94 vorgesehen, welche auf der Schulter oder dem vorspringenden Rand 74 aufliegen. Die Platten 94 weisen eine vergrösserte, zentrale Öffnung 96 auf, durch welche sich ein Abschnitt der Stange 50 ungehindert hindurcherstreckt. Die Öffnung 96 kann jedoch nicht das Plattenelement 58 aufnehmen, so dass bei einer Aufwärtsbewegung der Stange 50 zu einer Position, in welcher die Oberseite der Platte 58 die Unterseite der untersten Platte 94 berührt und bei einer fortgesetzten Bewegung der Stange 50 die zweiten Gewichte 94 zusammen mit der Basisplatte 60 und den Gewichten 72 angehoben werden.

Auf diese Weise wird der Auftrieb des Doms 30 durch das vorliegende System in vollständig passiver Weise einstellbar in zwei Phasen ausbalanciert. Die Aufwärtsbewegung des Doms 30 wird anfänglich durch die Gravitation des ersten Gewichtssatzes 72 behindert. Der weiteren Bewegung des Doms über den Punkt hinaus, bei welchem die Platte 58 den zweiten Gewichtssatz 94 berührt, wirkt die Gravitation der kombinierten Massen der Gewichte 72 und 94 entgegen. Durch Veränderung der Massen der Gewichtselemente kann die Ausgleichskraft des Doms 30 genau reguliert werden, so dass sichergestellt ist, dass ein vorbestimmtes Volumen oder ein vorbestimmtes Gewicht von Öl 42, welches unter dem Dom gefangen ist, unter diesem angesammelt wird, bevor der Dom seine obere Position erreichen kann. Darüberhinaus kann der obere Begrenzungsschalter 88 genau so positioniert werden, dass er exakt fühlt, wann der Auftrieb des Doms und des unter ihm angesammelten Öls die Ausgleichskraft der kombinierten Gewichte 72 und 94 überschreitet.

Im Betrieb wird der Tank 10 zunächst mit Wasser etwa bis zu dem Pegel des Tankdeckels 76 gefüllt, vorzugsweise indem das Ventil 19 geschlossen und das Ventil 28 geöffnet werden, damit Frischwasser (oder Salzwasser) durch die Leitung 16 in den Tank einläuft. Das Absperrventil 15 verhindert den Abfluss durch die Einlassöffnung 12 über das Ventil 15 hinaus, diese Leitung 12 kann aber auch durch ein geeignetes Sperrventil geschlossen werden. Die Leitung 36 ist während des Einfüllbetriebs in gleicher Weise abgesperrt. Der Tank 10 wird hermetisch abgedichtet, wobei Luft durch das Entlüftungsventil 80 abströmt. Geeignete Schalter an der Steuertafel werden dann eingeschaltet, so dass das System in seine automatische Betriebsart übergeht. Das Ventil 28 wird geschlossen, das Ventil 19 ist geöffnet und die Leitungen 12 und 36 kommunizieren mit dem Öl-Wasser-Gemisch M bzw. mit dem Ölspeichertank 40. Geeignete Gewichte 72 sind an der Stange 50 befestigt worden und bewirken, dass dieser in seiner unteren Endlage ruht. Der Betrieb der Pumpe 18 kann in geeigneter Weise geregelt werden, z. B. dann, wenn das Gemisch M sich in der Bilge eines Schiffes befindet, durch Schalter, welche auf den Pegel des Bilgenwassers ansprechen, und wenn der Betrieb einen negativen Saugdruck in dem Tank 10 erzeugt. Während Wasser durch die Leitung 16 abgesaugt und über die Leitung 26 abgegeben wird, wird das Öl-Wasser-Gemisch durch die Leitung 12 in den Separator hineingesaugt. In dem Separator schwebt das Öl zur Unterseite des Doms 30, während das Wasser graduierlich in den unteren Bereich des Tanks hinuntertropft. Das Volumen des unterhalb des Doms 30 verdrängten Wassers übt eine Auftriebskraft auf den Dom 30 aus, welche eine Funktion der relativen Dichte von Öl und Wasser und der Masse des Volumens des unterhalb des Doms angesammelten Öls ist. In anderen Worten, die Kraft ist eine Funktion der relativen Dichten des Öls und des Wassers und der Masse des Volumens des durch das Öl unterhalb des Doms verdrängten Wassers. Anfänglich wirkt der Flotation des Doms

nach oben der nach unten gerichtete Zug der Gewichte 72 an der Stange 50 entgegen, der untere Begrenzungsschalter 86 stellt diesen Zustand fest und überträgt ein entsprechendes Signal zu der Steuertafel 22. Während die Ölmasse unterhalb des Domes anwächst, wächst die auf den Dom wirkende Auftriebskraft, und die Gewichte 72 werden zusammen mit dem Dom soweit angehoben, bis der Eingriff mit dem zweiten Gewichtssatz erfolgt. Eine fortgesetzte Ansammlung von Öl bewirkt dann, dass das gesamte Gewichtssystem von dem Dom angehoben wird. Dieser Zustand wird jedoch praktisch augenblicklich von dem oberen Begrenzungsschalter 88 gefühlt, welcher ein diesem Zustand entsprechendes Signal an die Steuertafel 22 abgibt.

Diese obere Position des Domes ist selbstverständlich ein Anzeichen dafür, dass ein vorbestimmtes Volumen oder Gewicht von Öl, welches periodisch von dem Separator abgegeben werden muss, sich unterhalb des Doms angesammelt hat. Die Steuertafel 22 umfasst eine geeignete Schaltung zur Auswertung der Signale, welche von dem oberen Begrenzungsschalter 88 übertragen werden und zur Aussendung eines entsprechenden Signales zur Beendigung des Pumpenbetriebs, zur Sperrung des Ventils 19 und zur Öffnung des Ventils 28. Dadurch wird der erweiterte Zufluss des Gemisches in den Separator beendet, und unter Druck stehendes frisches Wasser wird in den Tank 10 eingeleitet, welches den Abfluss des Öls über die Leitung 36 zu dem Speichertank 40 bewirkt, wie es oben beschrieben wurde.

Der Abfluss des Öls von unterhalb des Doms bewirkt, dass dieser soweit in Richtung auf seine Ausgangsposition absinkt, bis der untere Begrenzungsschalter die untere Position des Doms feststellt und die Steuertafel 22 auf diesen Zustand anspricht. Es ist offensichtlich, dass nachdem der zweite Gewichtssatz 94 auf der Schulter 74 des Gehäuses 68 aufliegt, die nach unten gerichtete, auf den Dom ausgeübte Ausgleichskraft verringert ist. Der Ölabbfluss wird jedoch programmgemäß fortgesetzt, bis der untere Begrenzungsschalter 86 die untere Position des Doms festgestellt hat. Die Schaltung innerhalb der Steuertafel führt dann das System in seinen ursprünglichen Betriebsmodus zurück, wodurch das Ventil 19 geöffnet, das Ventil 28 geschlossen und der Betrieb der Pumpe 18 ermöglicht werden. Bei fortgesetztem Betrieb der Pumpe 18 wird der Kreislaufbetrieb des Systems solange fortgesetzt, solange sich hinreichend viel Öl unterhalb des Doms ansammelt, um diesen seine untere Flotationsgrenze erreichen zu lassen. Geeignete Beispiele eines Steuerpults und eines Pumpenkontrollsystems, welche im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung verwendet werden können, sind in der DE-OS 2 555 118 beschrieben, welche der US-Patentanmeldung Ser. Nr. 530 539 entspricht.

Im unteren Bereich des Tanks 10 sind Sammelsiebe 100 vorgesehen, welche auch einfach als Filter bezeichnet werden. Diese Sammelsiebe sind konzentrisch um eine Leitung 102 angeordnet, welche sich durch die Sammelsiebanordnung hindurch und ein wenig oberhalb des Bodens der unteren, die Siebe tragende Platte 104 erstreckt. Eine obere, die Siebe tragende Platte 106 erstreckt sich wie die Tragplatte 104 quer durch den Innenraum des Tanks und dichtet, zusammen mit einer Leitung 102, den Tank 10 wirksam gegenüber einer Filterkammer 110, welche die Siebe 100 enthält und mit der Wasserabflussleitung 16 kommuniziert.

Das Wasser strömt in die Kammer 110 durch das leicht vorbelastete Einweg-Absperrventil 112, welches den Zufluss des Wassers aus dem Raum unterhalb der Tragplatte 104 zu der Kammer 110 erlaubt. Wenn die Pumpe 18 arbeitet, strömt das Wasser zwischen der Leitung 102 und dem innersten Sammelsieb 100 in die Kammer 110. Das Wasser tritt dann radial nach aussen durch die hintereinander angeordnete Siebe 100 hindurch und fließt schliesslich durch die Leitung 16 ab.

Öltröpfchen, welche in dem sinkenden Wasser unterhalb des Doms gefangen sein können und nicht in der Ölmasse 42 enthalten sind, werden auf den Sammelsieben gefangen, welche vorzugsweise aus oleophobem, porösem, faserigem Material gebildet ist, welches gewebt oder gestrickt ist und auf einer Seite rau und der anderen Seite glatt ist. Die Siebe werden von einem vertikalen Rahmen aus Metall oder Kunststoff getragen. Die Siebe sind vorzugsweise konzentrisch oder zylindrisch ausgebildet, wie auch in der Zeichnung dargestellt ist.

Die Siebe 100 werden während der Ölabbgabe rückgewaschen, wenn der Tank durch das über die Leitung 16 einströmende Wasser mit Druck beaufschlagt wird. An der oberen Platte 106 sind Einweg-Absperrventile 114 vorgesehen, welche lediglich Ausgänge der Kammer 110 darstellen, so dass beim Zufluss von Wasser in die Kammer 110 durch die Leitung 16 die Siebe 100 in umgekehrter Richtung durchspült werden und Wasser und rückgewaschene Ölteilchen aus den Kammerbereichen zwischen den Sieben 100 in den Tank 10 oberhalb der Platte 106 abgeben. In dem Tank 10 ist oberhalb der Siebe 100 ein, über eine Leitung 122 mit der Tafel 22 verbundener Öldetector 120 vorgesehen, welcher in diesem Bereich des Separators überschüssiges Öl feststellt. Tatsächlich kann der Detector 120 an einer beliebigen, gewünschten Position unterhalb des Doms 30 und oberhalb der Siebtragplatte 106 angeordnet sein. Falls Öl in einer Öl-Wasser-Emulsion die Sammelsiebe 100 erreicht, könnte das Öl durch die Siebe in die Wasserabflussleitung gelangen. Ausserdem würde überschüssiges Öl in diesem Pegel des Tanks 10 einen Fehlbetrieb des Separatorsteuersystems anzeigen. Falls bei der Detectorsonde 120 diese Situation gefühlt wird, schaltet eine geeignete Schaltung der Steuertafel 22 das Separatorsystem ab und lässt ein geeignetes Alarmzeichen ertönen.

In Fig. 3 ist das Domausgleichssystem der Fig. 1 und 2 mit einem in dem Tank 10 schwebenden Diaphragma 200 dargestellt.

Ein flexibles, keine Löcher aufweisendes Dichtelement 202 ermöglicht die freischwebende oder frei-flottierende Wirkung des Diaphragmas 200 innerhalb des Tanks 10, während Flotationskammern 204 den Auftrieb für das Diaphragma 200 liefern. Eine Druckausgleichsleitung 206 verbindet Bereiche 207 oberhalb des Teils 200 mit dem unteren Abschnitt des Tanks im Bereich oder unterhalb der Filterkammer 208, welche bei dieser Ausführungsform eine äussere, periphere Wand 210 aufweist, welche eine Kammer 212 bildet, welche frei mit dem Wasser im unteren Bereich des Tanks 10 ausserhalb der Filterkammer 110 kommuniziert.

Bei dieser Ausführungsform der Erfindung ist zusätzlich zur unteren Führung 52 ein oberes Führungselement 214 für die Stange 50 vorgesehen, um deren Wirkung zu stabilisieren.

Man sieht leicht, dass das Prinzip des Betriebs dieser Ausführungsform ähnlich demjenigen der Domeinheit ist, mit dem einzigen Unterschied, dass bei dieser Ausführungsform Öl unterhalb der flottierenden Diaphragmaanordnung 200 und 202 angesammelt wird.

In Fig. 4 sind ein schwebendes oder flottierendes Dichtelement 300 am oberen Ende eines grösseren Tanks 10 und Ausdehnungsmanschetten oder ähnliche Dichtungen 302 unterhalb des Domes vorgesehen, welche ein Auslecken oder Auslaufen von Öl um den Boden des Doms 300 verhindern. Eine Druckausgleichsleitung 304 verbindet eine Wasserkammer 306 oberhalb des Doms mit dem unteren Abschnitt 308 unterhalb der unteren Filtertragplatte 104 in dem Tank 10. Die Dichtung 302 ist in diesem Falle so geformt, dass sie die freie Bewegung des Doms in vertikaler Richtung nicht behindert, und das Dichtelement selber reagiert nicht auf die Auftriebskraft des Öls im oberen Bereich des Tanks 10 in vertikaler Richtung. Dies kann beispielsweise durch Verwendung von Dichtmanschetten erreicht werden, welche im wesentli-

chen in vertikaler Richtung zwischen dem unteren Umfang des Doms 300 und dem Umfang einer Öffnung 310 im oberen Teil des Tanks 10 erstreckt. Die horizontale Querschnittsfläche zwischen dem Dom 300 ist dann während des gesamten Wegs von oben nach unten in dem Tank konstant und die von dem unter dem Dom angesammelten Öl ausgeübten Auftriebs-

kräfte werden nicht in vertikaler Richtung von der Dichtung 302 beeinflusst. Eine zweite flexible Dichtung 305 kann am unteren Ende der Leitung 304 vorgesehen sein, um eine Ölverunreinigung in der Kammer 306 oberhalb des Doms 300 weiter zu verringern.

