



(11) **EP 1 961 963 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**27.08.2008 Patentblatt 2008/35**

(51) Int Cl.:  
**F04D 15/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **07024706.9**

(22) Anmeldetag: **20.12.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK RS**

(71) Anmelder: **KSB Aktiengesellschaft**  
**67227 Frankenthal (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Brückmann, Fred**  
**67098 Bad Dürkheim (DE)**  
• **Gröschel, Jürgen**  
**91287 Plech (DE)**

(30) Priorität: **20.02.2007 DE 102007008692**

(54) **Niveauabhängige Steuerung von Pumpen**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit einem Flüssigkeitsbehälter (16) mit ein oder mehreren Pumpen (14), einer Steuereinrichtung (18), welche eine oder mehrere Pumpen (14) in Abhängigkeit von der Höhe des Flüssigkeitsstandes in dem Behälter (16) ein- oder ausschaltet, und ein oder mehreren mit der Steuereinrichtung (18)

verbundenen Sensoren (21, 22, 23, 24, 25) zur Erfassung ein oder mehrerer Flüssigkeitsniveaus, insbesondere Einschalt- und Ausschalt-niveaus der Pumpen (14), und ein Verfahren zum Betrieb solcher Vorrichtungen oder damit ausgestatteter Anlagen. Die Vorrichtung passt während eines Betriebs das Ausschalt-niveau mindestens einer der Pumpen (14) an (Fig. 4).

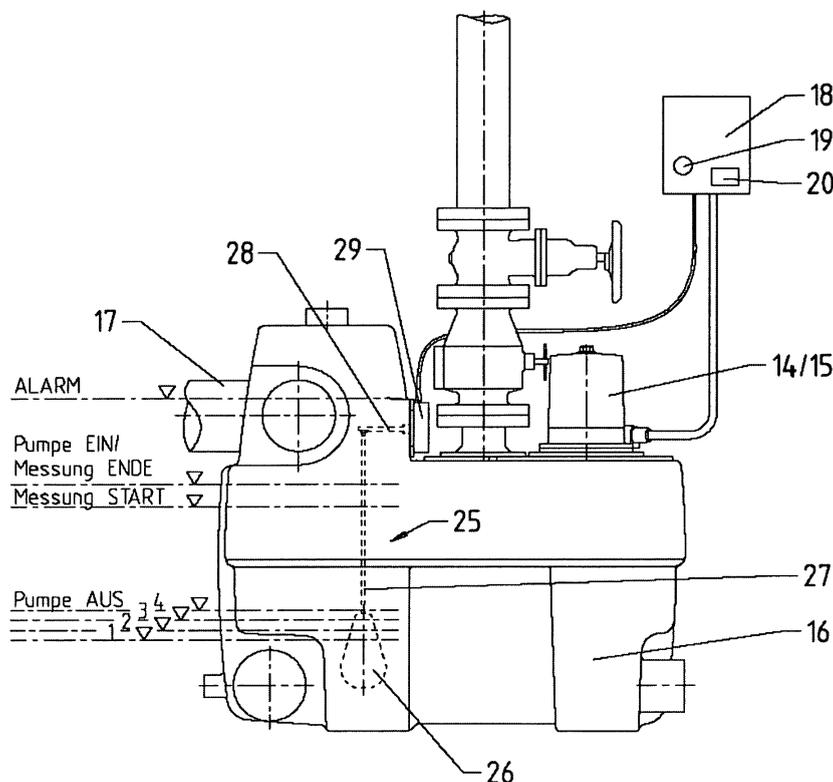


Fig. 4

**EP 1 961 963 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit einem Flüssigkeitsbehälter mit ein oder mehreren Pumpen, einer Steuereinrichtung, welche eine oder mehrere Pumpen in Abhängigkeit von der Höhe des Flüssigkeitsstandes in dem Behälter ein- oder ausschaltet, und ein oder mehreren mit der Steuereinrichtung verbundenen Sensoren zur Erfassung ein oder mehrerer Flüssigkeitsniveaus, insbesondere Einschalt- und Ausschalt-niveaus der Pumpen, und ein Verfahren zum Betrieb solcher Vorrichtungen oder damit ausgestatteter Anlagen.

**[0002]** Solche Vorrichtungen finden Verwendung bei Abwasserhebeanlagen, die unterhalb der Rückstauenebene eines Kanalsystems anfallendes Wasser zu fördern haben und meist in Wohngebäuden angeordnet sind. Sie dienen vor allem der Förderung von fäkalienhaltigem Abwasser, das in den Kellern solcher Wohngebäude anfällt. Daher werden sie auch vielfach als Fäkalienhebeanlagen bezeichnet.

**[0003]** Durch die DE 199 13 530 A1 ist eine gattungsgemäße Vorrichtung bekannt. In Abhängigkeit von der Höhe des Flüssigkeitsstandes in einem Behälter werden eine oder mehrere Pumpen ein- oder ausgeschaltet. Zur Detektion der Flüssigkeitsniveaus dienen mit der Steuereinrichtung verbundene Sensormodule, die an der Außenseite einer Behälterwand angeordnet sind. Dabei sind die Sensormodule bezüglich ihrer Auswertung auf ein oder mehrere vorgegebene Flüssigkeitsniveaus festgelegt. Ein Sensormodul, welches auf der Oberfläche des Sammelbehälters angeordnet ist, sendet Wellen aus, die von der Oberfläche der im Sammelbehälter befindlichen Flüssigkeit reflektiert werden. Aus der Laufzeit der Wellen wird der Abstand des Flüssigkeitsstandes vom Sensormodul errechnet. Alternativ finden in unterschiedlichen Höhen an der Seitenwand des Sammelbehälters angeordnete Sensormodule Verwendung. Bei großen Zuläufen entstehen Verwirbelungen in dem Behälter. Damit die Pumpen keine Luft ansaugen, müssen die Ausschaltpunkte entsprechend hoch ausgelegt werden. Dadurch geht Nutzvolumen verloren.

**[0004]** Aus der EP 1 559 841 A2 ist ein Abwassersammelschacht und ein Verfahren zu dessen Installation und/oder zu dessen Betrieb bekannt, bei dem mittels einer Zeitmessvorrichtung eine Zeitdauer zwischen der Erfassung von zwei unterschiedlichen Höhen des Abwasserspiegels gemessen wird. Da sich das gewünschte Ausschaltniveau der Pumpe außerhalb des Erfassungsbereichs des Sensors befindet, wird in Abhängigkeit der gemessenen Zeitdauer die erforderliche Förderzeit der Pumpe ermittelt. Aus dieser bei eingeschalteter Pumpe gemessenen Zeitdauer wird mittels eines Zeitmultiplikators die Förderzeit errechnet, nach der ein bestimmtes vorgegebenes Ausschaltniveau der Pumpe erreicht ist. Eine derartige Hochrechnung der erforderlichen Förderzeit der Pumpe ist mit Unsicherheiten behaftet und es besteht die Gefahr, dass unter das vorgegebene Ausschaltniveau abgesenkt wird. Bei Anwendungen mit klei-

nen Behältervolumina, wie bei Abwasserhebeanlagen üblich, ist ein solches Verfahren nicht verwendbar.

**[0005]** Aus der DE 101 32 084 A1 ist eine Abwasserhebeanlage bekannt, die im Sinne einer optimalen Betriebsweise ein möglichst großes Schaltvolumen besitzen soll. Da die Grundfläche des Abwasserbehälters und das höchst mögliche Einschaltniveau allgemein durch die Abmessungen der Anlage vorgegeben bzw. begrenzt sind, wird konstruktiv ein sehr niedriges Ausschaltniveau vorgesehen. Dazu ist ein flexibel biegbares Rohrstück mit dessen erstem Ende abgedichtet an der Saugöffnung der Pumpe befestigt und dessen zweites bzw. freies Ende befindet sich näher an dem Boden des Abwasserbehälters als die Saugöffnung. Das flexibel biegbare Material des Rohrstückes hat den Nachteil, dass es bei einer Förderung von mit festen Beimengungen versetzten Flüssigkeiten beim Abpumpvorgang aufgrund des Unterdrucks oder eines Umbiegens durch Feststoffe einklappt und es zu einer Verstopfung der Saugöffnung kommen kann.

**[0006]** Der Erfindung liegt somit das Problem zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die mit wenig aufwendigen Mitteln unter besserer Ausnutzung des verfügbaren Behältervolumens und bei wechselnden Betriebsbedingungen ein sicheres Ausschaltniveau für die Pumpen herbeiführt.

**[0007]** Die Lösung des Problems sieht vor, dass die Vorrichtung während eines Betriebs das Ausschaltniveau mindestens einer der Pumpen anpasst. Durch die flexible, während des Betriebs erfolgende Anpassung der Ausschalt-niveaus einer oder mehrerer Pumpen wird die Vorrichtung wechselnden Betriebsbedingungen gerecht. Abhängig von Bedingungen in einer erfindungsgemäßen Vorrichtung oder in einer mit der Vorrichtung ausgestatteten Anlage werden die Schalt-niveaus, nachfolgend auch Schaltpunkte genannt, angepasst. Diese werden während des Betriebs gegebenenfalls zum Behälterboden hin oder von diesem weg verschoben. Ein vorgegebenes, verfügbares Behältervolumen wird dadurch besser ausgenutzt. Als zusätzlicher Vorteil kann ein und dieselbe Vorrichtung oder eine mit der Vorrichtung ausgestattete Anlage für verschiedene Anwendungen eingesetzt werden.

**[0008]** Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Vorrichtung Ausschalt-niveaus der Pumpen in Abhängigkeit der Zulaufmenge der vom Behälter aufzunehmenden Flüssigkeit anpasst. Durch die Berücksichtigung der Zulaufmenge, also des Volumens pro Zeiteinheit, ist die Vorrichtung auch für große Zulaufmengen geeignet. Dabei ist es möglich, dass die Vorrichtung bei großer Zulaufmenge die Ausschalt-niveaus der Pumpen anhebt und/oder bei kleiner Zulaufmenge die Ausschalt-niveaus der Pumpen absenkt. Somit ist ein zuverlässiger Betrieb einer erfindungsgemäßen Vorrichtung oder einer damit ausgestatteten Anlage auch bei zulaufbedingten Verwirbelungen im Behälter und dadurch bedingten Lufteinschlüssen in der Förderflüssigkeit sichergestellt. Während Betriebs-

phasen oder bei Anwendungen, in denen überwiegend kleine Zulaufmengen auftreten, muss keine zu große Sicherheitsreserve in der Auslegung des Ausschaltpunkts einer Pumpe vorgehalten werden. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung ist mit ihrer Steuereinrichtung während ihres Betriebs in der Lage, bei kleinen Zulaufmengen die Ausschaltpunkte der Pumpen abzusenken und dadurch das Behältervolumen optimal auszunutzen. Bei großen Zulaufmengen werden voreingestellte Ausschaltniveaus beibehalten und/oder die Ausschaltniveaus der Pumpen werden angehoben. Die Steuereinrichtung und/oder in dieser hinterlegte Algorithmen sind dazu entsprechend parametrierbar gestaltet.

**[0009]** Die Vorrichtung ist in der Lage, den Durchfluss der zulaufenden Flüssigkeit zu ermitteln. Dies erfolgt ständig während eines Betriebs der Vorrichtung, wobei eine Ermittlung des Durchflusses kontinuierlich, in vorher festlegbaren Intervallen oder zu bestimmten Ereignissen erfolgt.

**[0010]** Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, dass die Vorrichtung die Zulaufmenge durch Messen der Anstiegszeit des Flüssigkeitsniveaus zwischen mindestens zwei Messniveaus ermittelt. Durch die in einer Zeitmessvorrichtung der Steuereinrichtung gemessene Anstiegszeit und dem bekannten Behältervolumen wird die Zulaufmenge als Zulaufvolumen pro Zeiteinheit berechnet. In Abhängigkeit der ermittelten Zulaufmenge werden die Ausschaltpunkte angepasst.

**[0011]** Idealerweise ist als ein erstes Messniveau ein Einschaltpunkt einer Pumpe gewählt und ein zweites Messniveau ist darunter angeordnet. Die Ermittlung der Zulaufmenge erfolgt mit Vorteil bei Stillstand der Pumpen und vor jedem Einschalten einer Pumpe. Dadurch wird die Zulaufmenge bei steigendem Flüssigkeitsniveau unmittelbar vor einem Pumpvorgang ermittelt, womit zeitnah die Bedingungen vor einem Abpumpvorgang für eine direkte Anpassung der Schaltniveaus herangezogen werden können.

**[0012]** Die Steuerung ist in der Lage, in Abhängigkeit der Zulaufmenge die Ausschaltniveaus der Pumpen aus mehreren verschiedenen Schaltniveaus auszuwählen. Es ist von Vorteil, wenn die Schalt- und/oder Messniveaus durch Sensoren mit ein oder mehreren einzelnen Schaltpositionen gegeben sind. Somit kann in Abhängigkeit der Zulaufmenge eine Steuerung entsprechend dem gewünschten Ausschaltniveau den geeigneten Sensor zur Auswertung heranziehen und aufgrund von dessen Schaltsignalen eine Schaltbedingung feststellen. Als Sensoren sind dabei verschiedene Niveausensoren unterschiedlicher Messprinzipien geeignet. Die Sensoren können im Behälter oder außerhalb des Behälters angeordnet sein.

**[0013]** Alternativ ist die Steuereinrichtung mit einem Sensor zur Erfassung mehrerer Flüssigkeitsniveaus verbunden. Ein solcher Sensor ermöglicht die Erfassung einzelner oder aller erforderlicher Niveaus, also Einschaltniveaus der Pumpen, Niveaus zur Messung der Anstiegszeit der Flüssigkeit im Behälter sowie sämtliche

Ausschaltniveaus der Pumpen. Neben eines geringeren Anschlussaufwands erlaubt eine solche Lösung eine flexiblere und feinere Abstufung von Schalt- und/oder Messniveaus.

**[0014]** Dabei hat sich die Verwendung eines Sensors mit kontinuierlichem Ausgangssignal bewährt. Dieser kann das Flüssigkeitsniveau im Behälter stufenlos erfassen und der Steuereinrichtung durch ein dem Flüssigkeitsniveau entsprechendes Ausgangssignal zur Verfügung stellen. Dieses ist gegebenenfalls ein standardisiertes, industrietaugliches Ausgangssignal. Dies bedeutet, dass sowohl ein Anheben und/oder ein Absenken von Ausschaltniveaus als auch eine Festlegung der Messniveaus bzw. Messpunkte zur Messung der Anstiegszeit stufenlos realisiert werden kann.

**[0015]** Die Steuereinrichtung bildet dabei einfach ein oder mehrere Schalt- und/oder Messniveaus. Die Grenzwerte einzelner und/oder aller Schalt- bzw. Messniveaus werden in der Steuereinrichtung definiert. Dazu sind in der Steuerung verschiedene Schalt- bzw. Messniveaus gespeichert und/oder konfigurierbar, die je nach Anlagenbedingung Verwendung finden. Eine Zuordnung kann mittels einer hinterlegten Tabelle erfolgen. So sind beispielsweise in Abhängigkeit der Zulaufmenge verschiedene alternative Ausschaltniveaus in einer Tabelle hinterlegt. Eine Ermittlung der gewünschten Schaltniveaus kann ebenso gut mittels hinterlegter Formeln erfolgen. Die vom Sensor erfassten und in Form eines Sensorausgangssignals übermittelten Messwerte werden in der Steuerung ständig auf eine Über- oder Unterschreitung überwacht, um die erforderlichen Ein- bzw. Ausschaltungen der Pumpen zu steuern sowie um Start- und Stoppniveau von Messungen zu erkennen.

**[0016]** Alternativ ist vorgesehen, dass die Messung der Zulaufmenge durch ein am Zulaufrohr angeordnetes Messgerät erfolgt. Durch ein solches Messgerät ist die Zulaufmenge ständig messbar. Als Vorteil hat sich erwiesen, die Messung der Zulaufmenge jederzeit und unabhängig von eventuell gerade stattfindenden Abpumpvorgängen der Pumpen durchzuführen. Eine ständige Berücksichtigung der Zulaufmenge führt zu einer noch exakteren Anpassbarkeit der Ausschaltniveaus an die gerade vorhandenen Bedingungen. Als am Zulaufrohr angeordnete Messgeräte eignen sich beispielsweise Ultraschallmessgeräte oder magnetisch-induktive Durchflussmessgeräte.

**[0017]** Als Sensoren zur Erfassung des Flüssigkeitsniveaus sind Sensoren unterschiedlicher Messprinzipien geeignet, deren Messsignale Rückschlüsse auf das Behälterniveau erlauben. Die Erfindung ist nicht auf ein bestimmtes Messprinzip festgelegt. Exemplarisch seien eine Erfassung des Flüssigkeitsniveaus mittels einer hydrostatischen Druckmessung, einer Ultraschallmessung, mittels optischer oder kapazitiver Prinzipien oder mittels geführter Mikrowelle genannt. Die Sensoren können ganz oder teilweise im Behälter angeordnet sein. Die Messung des Flüssigkeitsniveaus kann auch durch ein oder mehrere, außen am Behälter angeordnete Sen-

soren erfolgen. Bewährt hat sich eine Messung des Flüssigkeitsniveaus durch einen im Behälter angeordneten Schwimmer, dessen Hubbewegung in ein dem Flüssigkeitsniveau entsprechendes Ausgangssignal gewandelt ist. Solche Niveausensoren, bei denen ein Schwimmkörper je nach Flüssigkeitsstand im Behälter einen detektierbaren Hub durchführt, stellen zudem eine kostengünstige Lösung dar.

**[0018]** Vorteilhafterweise verfügt die erfindungsgemäße Vorrichtung über Mittel zur Erkennung unzulässig großer Zulaufmengen und/oder Mittel zur Erzeugung von Alarmen.

**[0019]** Ein Verfahren zum Betrieb einer erfindungsgemäßen Vorrichtung oder einer damit ausgestatteten Anlage sieht vor, dass während eines Betriebs das Ausschaltniveau mindestens einer der Pumpen angepasst wird. Dies kann in Abhängigkeit der Zulaufmenge der vom Behälter aufzunehmenden Flüssigkeit erfolgen.

**[0020]** Es ist vorgesehen, dass bei großer Zulaufmenge Ausschaltniveau der Pumpen angehoben werden und/oder bei kleiner Zulaufmenge Ausschaltniveau der Pumpen abgesenkt werden.

**[0021]** Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, dass der Durchfluss der zulaufenden Flüssigkeit ermittelt wird. Die Zulaufmenge wird vorteilhaft durch Messen der Anstiegszeit des Flüssigkeitsniveaus zwischen mindestens zwei Messniveaus ermittelt.

**[0022]** Dabei ist es von Vorteil, wenn als ein erstes Messniveau ein Einschaltpunkt einer Pumpe gewählt wird und ein zweites Messniveau darunter angeordnet wird. Durch die in einer Zeitmessvorrichtung der Steuereinrichtung gemessene Anstiegszeit und dem bekannten Behältervolumen wird die Zulaufmenge als Zulaufvolumen pro Zeiteinheit berechnet. Je nach aktuell ermittelter Zulaufmenge werden die Ausschaltpunkte angepasst.

**[0023]** Dabei kann eine Anpassung der Schaltpunkte aufgrund einer vorangegangenen Messung zu einer vollständigen und größtmöglichen Anpassung der Schaltpunkte bereits für den nächsten Abpumpvorgang führen, was zu einer schnellen Verfügbarkeit des optimalen Behältervolumens führt. Ebenso ist vorgesehen, dass mehrere vorangegangene Messungen entsprechend gewichtet in die Anpassung der Schaltpunkte eingehen und beispielsweise erst ein nachhaltig anhaltender Trend zu geringeren Zulaufmengen ein Absenken der Ausschaltpunkte bewirkt bzw. ein Trend zu größeren Zulaufmengen erkannt wird und erst dann eine dementsprechende Reaktion eingeleitet wird.

**[0024]** Ein vorteilhaftes Verfahren ermöglicht die Ermittlung der Zulaufmenge bei Stillstand der Pumpen und vor jedem Einschalten einer Pumpe. In Abhängigkeit der Zulaufmenge können die Ausschaltniveaus der Pumpen aus mehreren verschiedenen Schalthniveaus ausgewählt werden.

**[0025]** Dabei ist es von Vorteil, wenn die Schalt- und/oder Messniveaus durch Sensoren mit ein oder mehreren einzelnen Schaltpositionen gegeben sind.

**[0026]** Außerdem wird vorgeschlagen, dass mehrere

Flüssigkeitsniveaus durch einen mit einer Steuereinrichtung verbundenen Sensor erfasst werden. Bewährt hat sich ein Verfahren, bei dem ein Sensor mit kontinuierlichem Ausgangssignal verwendet wird.

**[0027]** Besonders flexibel ist ein Verfahren, wonach ein oder mehrere Schalt- und/oder Messniveaus von der Steuerung gebildet werden. So sind die Grenzwerte einzelner bis aller erforderlicher Niveaus je nach Anlagen- und Betriebsbedingungen definierbar.

**[0028]** Ein alternatives Verfahren nutzt zur Messung der Zulaufmenge ein am Zulaufrohr angeordnetes Messgerät.

**[0029]** Die Messung des Flüssigkeitsniveaus kann durch ein oder mehrere außen am Behälter angeordnete Sensoren und/oder durch einen im Behälter angeordneten Schwimmer erfolgen, dessen Hubbewegung in ein dem Flüssigkeitsniveau entsprechendes Ausgangssignal gewandelt wird.

**[0030]** Bei Anwendungen, für die eine Überwachung vorgesehen ist, hat sich ein Verfahren bewährt, wonach unzulässig große Zulaufmengen erkannt werden und/oder Alarme erzeugt werden. Es sind zusätzliche Überwachungs- und Diagnosefunktionen wie beispielsweise Pumpenlaufzeitüberwachungen vorgesehen.

**[0031]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung wird für Hebeanlagen insbesondere für mit festen Beimengungen durchsetzte Flüssigkeiten, also beispielsweise für Abwasserhebeanlagen, empfohlen.

**[0032]** Es ist zwar prinzipiell aus der DE 39 18 294 A1 bekannt, eine Ermittlung eines Behälterzustromes durch Messung der Fülldauer während einer Stillstandszeit einer Pumpe durchzuführen. Dazu wird ein Verfahren zum Überwachen der Arbeitsweise und des Ausganges einer Abwasser-Pumpstation offenbart, wobei ein Überwachungsgerät eine ständige Überwachung der Pumpenausgangswerte ausführt und zu einem bestimmten, vorgegebenen Zeitpunkt die Werte mit gemessenen Bezugswerten vergleicht. Die Bestimmung des Behälterzustromes dient dabei nur einer den Behälterzustrom berücksichtigenden Bestimmung des Durchsatzes der Pumpe. Die aktuellen Pumpenwerte werden mit denjenigen Werten einer neuen Pumpe verglichen, und eine Wertever schlechterung ist ein Indikator für einen Pumpenverschleiß. Eine Anpassung der Ausschaltpunkte in Abhängigkeit der gemessenen Zulaufmenge ist nicht vorgesehen.

**[0033]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen die

Fig. 1 eine übliche Aufbauanordnung einer Hebeanlage für verschmutzte Flüssigkeiten,

Fig. 2 eine Hebeanlage gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 3 eine Hebeanlage, welche mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ausgestattet ist und mit

einem erfindungsgemäßen Verfahren betrieben wird,

Fig. 4 eine weitere Anlage, die mit einer alternativen, ebenfalls der Erfindung entsprechenden Vorrichtung ausgestattet ist und zum Betrieb mit einem erfindungsgemäßen Verfahren.

**[0034]** Die in der Fig. 1 dargestellte Anlage ist unterhalb der Rückstauenebene 1 angeordnet, die hier durch ein Dreieck gekennzeichnet wird. Die Anlage umfasst einen Flüssigkeits- oder Sammelbehälter 2, der an eine Abwasserleitung 3 angeschlossen ist, und eine Förderleitung 4, die in einen Abwasserkanal 5 mündet. Im Sammelbehälter 2 ist eine - nicht dargestellte - Kreiselpumpe angeordnet, die aus der Abwasserleitung 3 zufließendes fäkalienhaltiges und fäkalienfreies Abwasser über eine Rückschlagklappe 6 in den Abwasserkanal 5 fördert.

**[0035]** Die Fig. 2 zeigt eine Hebeanlage gemäß dem Stand der Technik. Diese ist mit einer Kreiselpumpe 7 ausgestattet, deren Elektromotor 8 mit einer Steuereinrichtung 9 versehen ist. Die Kreiselpumpe 7 mit Elektromotor 8 kann von der Steuereinrichtung 9 ein- und ausgeschaltet werden. Der Kreiselpumpe 7 ist eine Rückschlagklappe 10 nachgeschaltet. Die Hebeanlage besitzt einen Sammelbehälter 11 mit einem Zulaufrohr 12, durch das Flüssigkeit in den Behälter fließen kann. Im Sammelbehälter 11 ist ein Schwimmerschalter 13 vorgesehen, der auf drei verschiedene voreingestellte Flüssigkeitsstände anspricht: bei einem Mindestflüssigkeitsstand gibt er das Signal zum Stoppen eines Abpumpbetriebs "Pumpe AUS", bei einem normalen Höchstwasserstand gibt er das Signal zum Starten eines Abpumpbetriebs "Pumpe EIN", und bei einem den letztgenannten Pegel übersteigenden Wasserstand meldet er "Hochwasser ALARM". Die Lage des Mindestflüssigkeitsniveaus "Pumpe AUS" muss sämtliche Zulaufbedingungen berücksichtigen und eine entsprechend hohe Sicherheitsreserve bieten, um zu verhindern, dass die Kreiselpumpe 7 Luft ansaugt und nicht mehr fördert.

**[0036]** Bei einem Betrieb der Hebeanlage fließt durch das Zulaufrohr 12 Flüssigkeit in den Sammelbehälter 11. Bei einem entsprechend hohen Flüssigkeitsstand im Sammelbehälter 11 erhält die Steuereinrichtung 9 vom Schwimmerschalter 13 durch ein Schaltsignal den Befehl "Abpumpbetrieb EIN". Die Kreiselpumpe 7 wird nun durch die Steuereinrichtung 9 eingeschaltet. Infolgedessen sinkt der Flüssigkeitsstand im Sammelbehälter 11. Sobald der Mindestflüssigkeitsstand erreicht ist, wird die Kreiselpumpe 7 abgeschaltet.

**[0037]** Fig. 3 zeigt eine Hebeanlage, die mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ausgestattet ist. Auch diese Hebeanlage besitzt eine Kreiselpumpe 14 mit Elektromotor 15, sowie einen Sammelbehälter 16 und ein Zulaufrohr 17. Die Kreiselpumpe 14 kann von einer mit dem Elektromotor 15 verbundenen, programmierbaren Steuereinrichtung 18 ein- oder ausgeschaltet werden. Die Steuereinrichtung 18 ist mit einer Zeitmessvorrichtung

19 und einer Speichervorrichtung 20 ausgestattet. Die Steuereinrichtung 18 ist mit Anzeige- und/oder Bedienelementen versehen, die hier nicht dargestellt sind. Am Sammelbehälter 16 sind in unterschiedlichen Höhen außen an der Behälterwand mehrere Sensoren 21, 22, 23 und 24 zur Detektion jeweils eines Flüssigkeitsstandes angeordnet. Die Sensoren 21, 22, 23 und 24 sind mit der Steuereinrichtung 18 verbunden. Im Vergleich zu der aus der Fig. 2 bekannten Hebeanlage sind nun mehrere, hier zwei, Ausschalt-niveaus für die Kreiselpumpe 14 vorgesehen, die mit "Pumpe AUS 1" und mit "Pumpe AUS 2" gekennzeichnet sind. Der Sensor 22 detektiert das Flüssigkeitsniveau "Pumpe AUS 2" und der darunter angeordnete Sensor 21 das Flüssigkeitsniveau "Pumpe AUS 1". Die Sensoren 23 bzw. 24 detektieren ein Messniveau "Messung START" bzw. ein Messniveau "Messung ENDE" zur Messung einer Anstiegszeit des Flüssigkeitsniveaus im Sammelbehälter 16. Der Sensor 24 wird gleichzeitig zur Messung eines Flüssigkeitsniveaus "Pumpe EIN", also dem Einschalt-niveau der Kreiselpumpe 14, verwendet, das in diesem Ausführungsbeispiel mit dem Flüssigkeitsniveau "Messung ENDE" zusammenfällt. Es sind aber auch andere Lagen der gewählten Messniveaus möglich.

**[0038]** Während eines Betriebes der mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ausgestatteten Hebeanlage fließt durch das Zulaufrohr 17 Flüssigkeit in den Sammelbehälter 16. Bei ausgeschalteter Pumpe 14 steigt ein Flüssigkeitspegel im Behälter 16 an. Sobald das Flüssigkeitsniveau "Messung START" erreicht ist, wird in der Steuereinrichtung 18 mit der Zeitmessvorrichtung 19 die Messung der Anstiegszeit des Flüssigkeitsstands im Behälter 16 gestartet. Sobald das Flüssigkeitsniveau "Messung ENDE" erreicht ist, wird die Messung der Anstiegszeit beendet. Aus der Anstiegszeit und dem bekannten Behältervolumen ist die Zulaufmenge als Zulaufvolumen pro Zeiteinheit bestimmbar. Sobald das Flüssigkeitsniveau "Pumpe ein" erreicht ist, wird die Kreiselpumpe 14 von der Steuereinrichtung 18 eingeschaltet. Der Abpumpvorgang bewirkt ein Absinken des Flüssigkeitsniveaus im Behälter 16. Je nach ermittelter Zulaufmenge wird bis zum Flüssigkeitsniveau "Pumpe AUS 2" oder bis zum Niveau "Pumpe AUS 1" abgepumpt. Die Steuereinrichtung 18 wählt dabei in Abhängigkeit der Zulaufmenge das Ausschalt-niveau der Pumpe aus den verschiedenen Schalt-niveaus aus. Im Falle nicht so großer Zulaufmengen wird das Ausschalt-niveau dem Flüssigkeitsniveau "Pumpe AUS 1" entsprechen. Bei hohen Zulaufmengen ist eine größere Sicherheitsreserve zum Behälterboden erforderlich, damit im Behälter entstandene Verwirbelungen und damit verbundene Luft-einschlüsse nicht zu einem Ansaugen von Luft bei der Kreiselpumpe 14 führen. Die Steuereinrichtung 18 kann in Abhängigkeit der Zulaufmenge entsprechend dem gewünschten Ausschalt-niveau den geeigneten Sensor 21 oder 22 zur Auswertung heranziehen und aufgrund von dessen Schaltsignal eine Schaltbedingung feststellen, woraufhin die Kreiselpumpe 14 ausgeschaltet wird.

**[0039]** Durch einen solchen Betrieb nach dem erfindungsgemäßen Verfahren ist ein zuverlässiger Betrieb der Vorrichtung und der damit ausgestatteten Hebeanlage auch bei zulaufbedingten Verwirbelungen im Behälter 16 und dadurch bedingten Lufteinschlüssen in der Förderflüssigkeit sichergestellt.

**[0040]** Alternativ ist vorgesehen, dass die Messung der Zulaufmenge durch ein am Zulaufrohr 17 angeordnetes, hier nicht dargestelltes Messgerät erfolgt. Durch ein solches Messgerät, wie beispielsweise ein Ultraschalldurchflußmessgerät oder ein magnetischinduktives Durchflußmessgerät, ist die Zulaufmenge ständig messbar. Die Messung der Zulaufmenge ist damit jederzeit und unabhängig von eventuell gerade stattfindenden Abpumpvorgängen der Pumpe 14 durchführbar. Eine ständige Berücksichtigung der Zulaufmenge führt zu einer noch exakteren Anpassbarkeit der Ausschalt-niveaus an die gerade vorhandenen Bedingungen.

**[0041]** Fig. 4 zeigt eine weitere Anlage, die mit einer alternativen, ebenfalls der Erfindung entsprechenden Vorrichtung, ausgestattet ist. Hier ist eine Steuereinrichtung 18 mit nur einem Niveausensor 25 zur Erfassung des Flüssigkeitsniveaus verbunden. Der Sensor 25 ist in der Lage, mehrere verschiedene Flüssigkeitsniveaus im Sammelbehälter 16 zu detektieren. Der Sensor 25 ermöglicht dadurch die Erfassung aller erforderlicher Niveaus zur Steuerung der Kreiselpumpe 14. In der Darstellung sind ein Einschaltniveau der Pumpe 14 "Pumpe EIN", mehrere verschiedene Ausschalt-niveaus "Pumpe AUS 1", "Pumpe AUS 2", "Pumpe AUS 3" und "Pumpe AUS 4" sowie zwei Messniveaus "Messung ENDE" und "Messung START" zur Messung einer Anstiegszeit des Flüssigkeitsniveaus im Behälter 16 gezeigt. Der Niveausensor 25 besteht aus einem Schwimmer 26, dessen - durch eine Veränderung des Flüssigkeitsstands im Behälter 16 hervorgerufene - Hubbewegung über eine Stange 27 eine Drehbewegung an einer Welle 28 hervorruft, und einer Sensorelektronikeinheit 29, die die Drehbewegung der Welle 28 in ein Ausgangssignal wandelt. Dies kann beispielsweise mittels eines mit der Welle 28 verbundenen Potentiometers erfolgen. Die Sensorelektronikeinheit 29 ist mit der Steuereinrichtung 18 verbunden und stellt dieser ein - gegebenenfalls standardisiertes - Ausgangssignal zur Verfügung.

**[0042]** Während eines Betriebes fließt durch das Zulaufrohr 17 Flüssigkeit in den Sammelbehälter 16, woraufhin bei ausgeschalteter Kreiselpumpe 14 das Flüssigkeitsniveau im Sammelbehälter 16 ansteigt. Die vom Niveausensor 25 erfassten und in Form eines Sensorausgangssignals an die Steuereinrichtung 18 übermittelten Messwerte werden in der Steuereinrichtung 18 ständig auf eine Über- oder Unterschreitung von bestimmten, vorgebbaren Grenzwerten überwacht, um die erforderlichen Ein- bzw. Ausschalthandlungen der Kreiselpumpe 14 zu steuern sowie um Start- und Stoppniveau einer Anstiegszeitmessung zu erkennen. Sobald das Flüssigkeitsniveau "Messung START" erreicht ist, wird in der Steuereinrichtung 18 mit der Zeitmessvorrichtung 19 die

Messung der Anstiegszeit des Pegels im Behälter 16 gestartet. Sobald das Flüssigkeitsniveau "Messung ENDE" erreicht ist, wird die Messung der Anstiegszeit beendet. Da im gezeigten Ausführungsbeispiel gleichzeitig das Flüssigkeitsniveau "Pumpe EIN" erreicht ist, wird die Kreiselpumpe 14 von der Steuereinrichtung 18 eingeschaltet. Der Abpumpvorgang bewirkt daraufhin ein Absinken des Flüssigkeitsstands im Sammelbehälter 16. Die Steuereinrichtung entscheidet in Abhängigkeit der ermittelten Zulaufmenge, welches der vorgegebenen Ausschalt-niveaus "Pumpe AUS 1" bis "Pumpe AUS 4" maßgeblich ist und dessen Erreichen bzw. Unterschreiten führt zur Abschaltung der Kreiselpumpe 14.

**[0043]** Neben eines geringeren Anschlussaufwands erlaubt die dargestellte Lösung eine flexiblere und feinere Abstufung von Schalt- und/oder Messniveaus. Ein Anheben und/oder ein Absenken von Ausschalt-niveaus oder auch eine Festlegung von Messniveaus zur Messung der Anstiegszeit kann - wie hier der Deutlichkeit halber dargestellt - aufgrund von mehreren einzelnen konkreten Flüssigkeitsniveaus erfolgen, ist aber mit einem solchen Niveausensor auch stufenlos realisierbar. Die Steuereinrichtung 18 ist nämlich mit ihren Algorithmen in der Lage, beliebige Schalt- und/oder Messniveaus zu bilden. Dabei werden in der Steuereinrichtung 18 die Grenzwerte einzelner und/oder aller Schalt- bzw. Messniveaus definiert. Dazu sind in der Steuerung 18 und deren Speichervorrichtung 20 verschiedene Schalt- bzw. Messniveaus gespeichert und/oder konfigurierbar, die je nach Anlagenbedingung Verwendung finden. Eine Zuordnung kann mittels einer hinterlegten Tabelle erfolgen, wobei beispielsweise in Abhängigkeit der Zulaufmenge verschiedene alternative Ausschalt-niveaus in einer Tabelle hinterlegt sind. Eine andere Ermittlung der gewünschten Schalt-niveaus erfolgt mittels hinterlegter Formeln. Besonders einfach ergibt sich ein Ausschalt-niveau als Funktion der gemessenen Anstiegszeit. Dazu ist ab Werk in der Steuereinrichtung 18 in der Speichervorrichtung 20 ein Polynom gespeichert, das während eines Betriebs der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine Bestimmung eines Ausschalt-niveaus mittels des hinterlegten Formelzusammenhangs oder Polynoms erlaubt. Eine große gemessene Anstiegszeit führt zu einem relativ niedrigeren, näher am Behälterboden befindlichen, eine kleine Anstiegszeit zu einem relativ höheren Ausschalt-niveau. Die Realisierung eines "Hochwasser ALARM" ist ebenfalls mit dem Niveausensor 25 realisierbar. Darüber hinaus sind Kombinationen mit Sensoren mit ein oder mehreren einzelnen Schaltpositionen vorgesehen.

**[0044]** Als Sensor zur Erfassung des Flüssigkeitsniveaus eignen sich auch Sensoren anderer Messprinzipien, wie beispielsweise andere Schwimmkörpersensoren, hydrostatische Drucksensoren, Ultraschallsensoren, optische, kapazitive oder Mikrowellensensoren. Ist die Kreiselpumpe 14 zur Drehzahlregelung mit einem Frequenzumformer verbunden, kann die Steuereinrichtung 18 in diesen integriert sein.

**[0045]** Die in Fig. 3 und Fig. 4 beschriebenen Vorrichtungen und Verfahren sind auch bei Behältern einsetzbar, in denen mehr als eine Kreiselpumpe angeordnet ist. Dabei ist vorgesehen, dass das Ausschaltniveau bei nur einer, bei mehreren oder bei allen Pumpen angepasst wird.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung mit einem Flüssigkeitsbehälter (16) mit ein oder mehreren Pumpen (14), einer Steuereinrichtung (18), welche eine oder mehrere Pumpen (14) in Abhängigkeit von der Höhe des Flüssigkeitsstandes in dem Behälter (16) ein- oder ausschaltet, und ein oder mehreren mit der Steuereinrichtung (18) verbundenen Sensoren (21, 22, 23, 24, 25) zur Erfassung ein oder mehrerer Flüssigkeitsniveaus, insbesondere Einschalt- und Ausschalt-niveaus der Pumpen (14), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung während eines Betriebs das Ausschalt-niveau mindestens einer der Pumpen (14) anpasst.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung Ausschalt-niveaus der Pumpen (14) in Abhängigkeit der Zulaufmenge der vom Behälter (16) aufzunehmenden Flüssigkeit anpasst.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung bei großer Zulaufmenge Ausschalt-niveaus der Pumpen (14) anhebt und/oder bei kleiner Zulaufmenge Ausschalt-niveaus der Pumpen (14) absenkt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung den Durchfluss der zulaufenden Flüssigkeit ermittelt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung die Zulaufmenge durch Messen der Anstiegszeit des Flüssigkeitsniveaus zwischen mindestens zwei Messniveaus ermittelt.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** als ein erstes Messniveau ein Einschalt-niveau einer Pumpe (14) gewählt ist und ein zweites Messniveau darunter angeordnet ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ermittlung der Zulaufmenge bei Stillstand der Pumpen (14) und vor jedem Einschalten einer Pumpe (14) erfolgt.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (18) in Abhängigkeit der Zulaufmenge die Aus-

schalt-niveaus der Pumpen (14) aus mehreren verschiedenen Schalt-niveaus auswählt.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schalt- und/oder Messniveaus durch Sensoren (21, 22, 23, 24) mit ein oder mehreren einzelnen Schalt-positionen gegeben sind.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (18) mit einem Sensor (25) zur Erfassung mehrerer Flüssigkeitsniveaus verbunden ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **gekennzeichnet durch** einen Sensor (25) mit kontinuierlichem Ausgangssignal.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (18) ein oder mehrere Schalt- und/oder Messniveaus bildet.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messung der Zulaufmenge durch ein am Zulaufrohr (17) angeordnetes Messgerät erfolgt.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messung des Flüssigkeitsniveaus durch ein oder mehrere außen am Behälter (16) angeordnete Sensoren (21, 22, 23, 24) erfolgt.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messung des Flüssigkeitsniveaus durch einen im Behälter (16) angeordneten Schwimmer (26) erfolgt, dessen Hubbewegung in ein dem Flüssigkeitsniveau entsprechendes Ausgangssignal gewandelt ist.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **gekennzeichnet durch** Mittel zur Erkennung unzulässig großer Zulaufmengen und/oder Mittel zur Erzeugung von Alarmen.
17. Verfahren, insbesondere zum Betrieb einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16 oder einer damit ausgestatteten Anlage, bei dem eine oder mehrere Pumpen (14) in Abhängigkeit von der Höhe des Flüssigkeitsstandes in einem Flüssigkeitsbehälter (16) ein- oder ausgeschaltet werden und ein oder mehrere Flüssigkeitsniveaus, insbesondere Einschalt- und Ausschalt-niveaus der Pumpen (14), von ein oder mehreren mit einer Steuereinrichtung (18) verbundenen Sensoren (21, 22, 23, 24, 25) erfasst werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** während eines Betriebs das Ausschalt-niveaus mindestens einer der Pumpen (14) angepasst wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** Ausschalt-niveaus der Pumpen (14) in Abhängigkeit der Zulaufmenge der vom Behälter (16) aufzunehmenden Flüssigkeit angepasst werden.
19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei großer Zulaufmenge Ausschalt-niveaus der Pumpen (14) angehoben werden und/oder bei kleiner Zulaufmenge Ausschalt-niveaus der Pumpen (14) abgesenkt werden.
20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchfluss der zulaufenden Flüssigkeit ermittelt wird.
21. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zulaufmenge durch Messen der Anstiegszeit des Flüssigkeitsniveaus zwischen mindestens zwei Messniveaus ermittelt wird.
22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** als ein erstes Messniveau ein Einschalt-punkt einer Pumpe (22) gewählt wird und ein zweites Messniveau darunter angeordnet wird.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ermittlung der Zulaufmenge bei Stillstand der Pumpen (14) und vor jedem Einschalten einer Pumpe (14) erfolgt.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Abhängigkeit der Zulaufmenge die Ausschalt-niveaus der Pumpen (14) aus mehreren verschiedenen Schaltniveaus ausgewählt werden.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schalt- und/oder Messniveaus durch Sensoren (21, 22, 23, 24) mit ein oder mehreren einzelnen Schaltpositionen gegeben sind.
26. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Flüssigkeitsniveaus durch einen mit einer Steuereinrichtung (18) verbundenen Sensor (25) erfasst werden.
27. Verfahren nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Sensor (25) mit kontinuierlichem Ausgangssignal verwendet wird.
28. Verfahren nach Anspruch 26 oder 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein oder mehrere Schalt- und/oder Messniveaus von der Steuereinrichtung (18) gebildet werden.
29. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messung der Zulaufmenge durch ein am Zulaufrohr (17) angeordnetes Messgerät erfolgt.
- 5 30. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 29, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messung des Flüssigkeitsniveaus durch ein oder mehrere außen am Behälter (16) angeordnete Sensoren (21, 22, 23, 24) erfolgt.
- 10 31. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messung des Flüssigkeitsniveaus durch einen im Behälter (16) angeordneten Schwimmer (26) erfolgt, dessen Hubbewegung in ein dem Flüssigkeitsniveau entsprechendes Ausgangssignal gewandelt wird.
- 15 32. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** unzulässig große Zulaufmengen erkannt werden und/oder Alarme erzeugt werden.
- 20 33. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 32 für eine Hebeanlage.
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

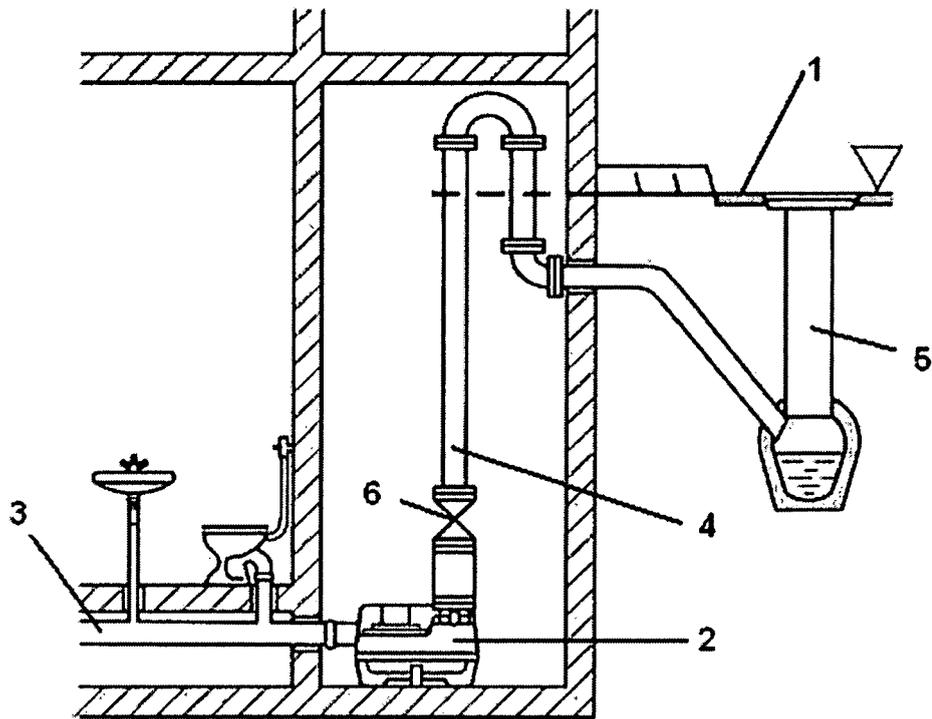
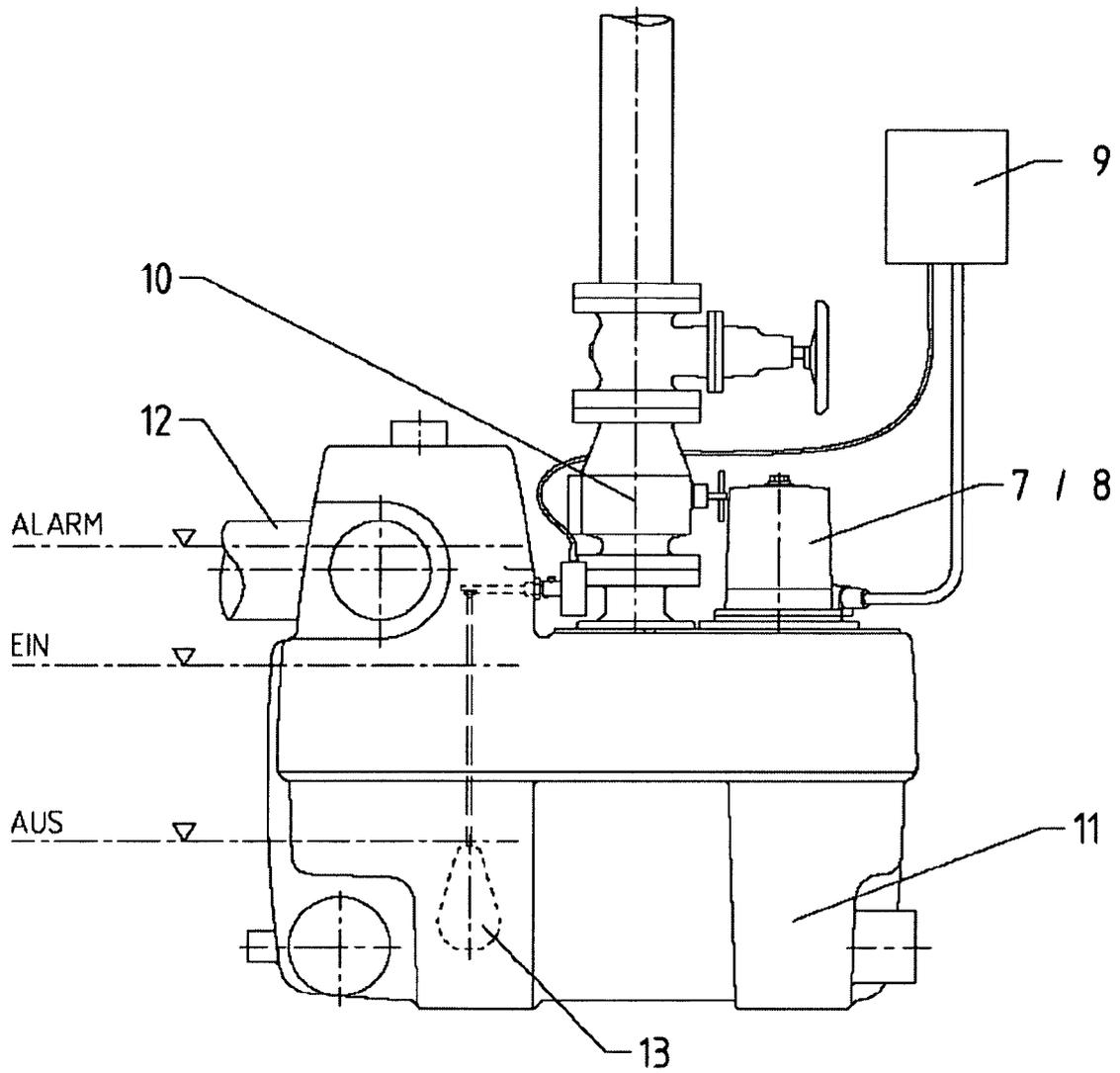


Fig. 1



Stand der Technik  
Fig. 2

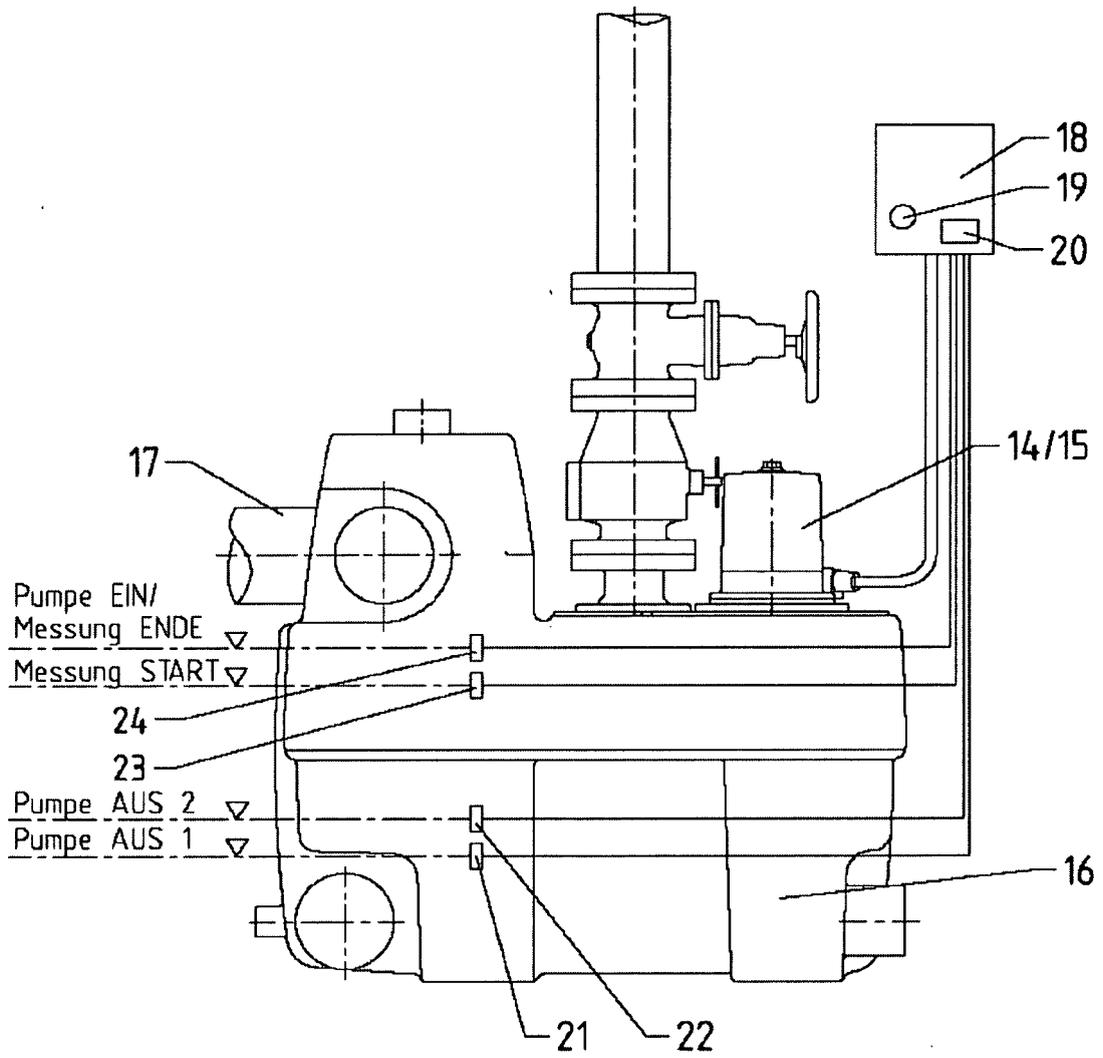


Fig. 3

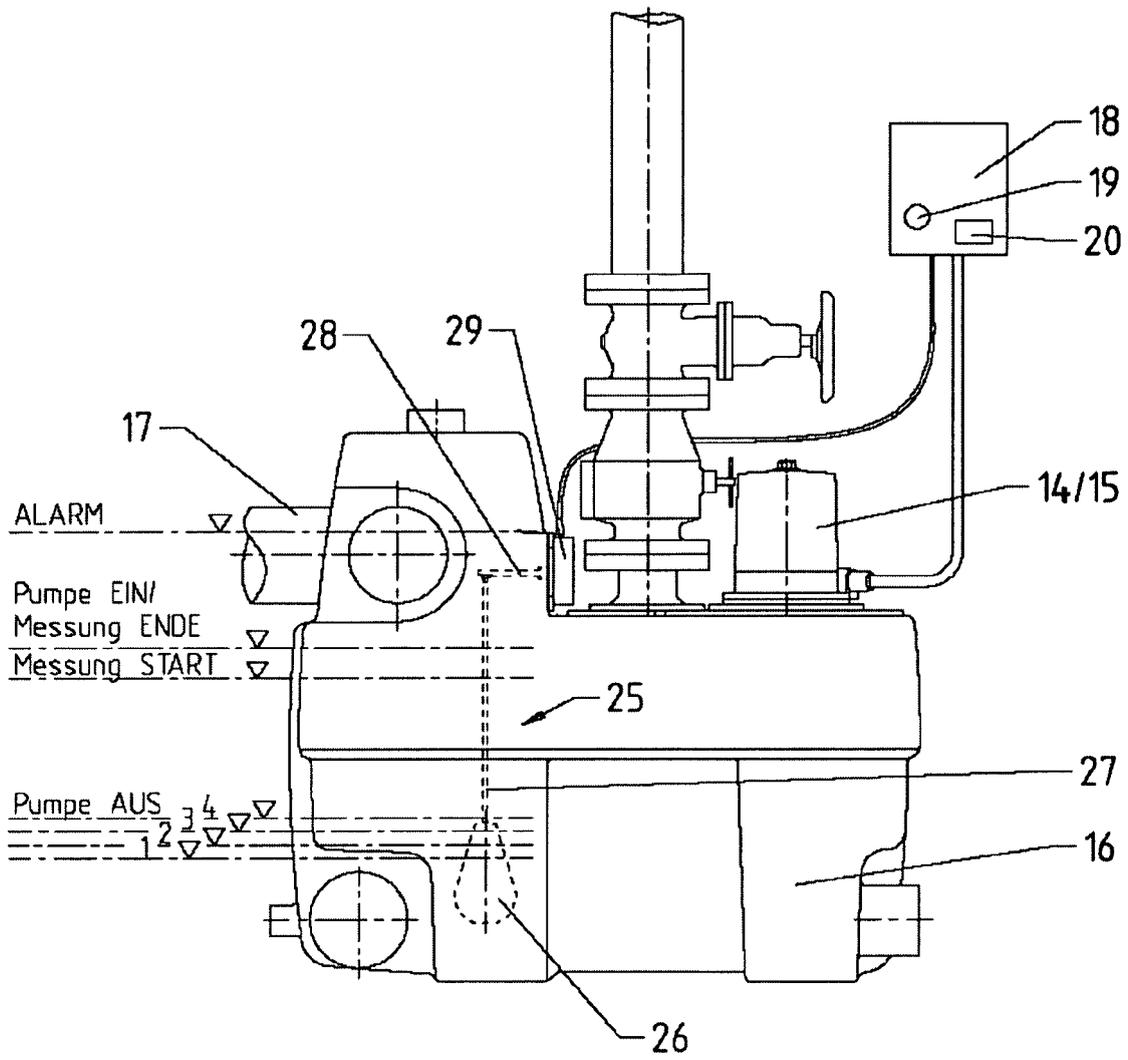


Fig. 4

**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 19913530 A1 [0003]
- EP 1559841 A2 [0004]
- DE 10132084 A1 [0005]
- DE 3918294 A1 [0032]