

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 918/92

(51) Int.Cl.⁶ : **C02F 1/04**
C02F 1/58

(22) Anmeldetag: 6. 5.1992

(42) Beginn der Patentdauer: 15.10.1995

(45) Ausgabetag: 28. 5.1996

(30) Priorität:

25. 5.1991 DE 4117171 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:

DD 148155A DE 3831013A1 US 4594131A

(73) Patentinhaber:

ENVICON ENGINEERING GMBH
D-4220 DINSLAKEN (DE).

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ENTFERNUNG VON AMMONIUM-VERBINDUNGEN AUS ABWÄSSERN

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Entfernung von Ammonium-Verbindungen aus Abwässern, insbesondere Filtratabwässern aus biologischen Schlämmen.

AT 401 048 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Entfernung von Ammonium-Verbindungen aus Abwässern, insbesondere Filtratabwässern aus biologischen Schlämmen.

Es ist bekannt, den Sedimentationsschlamm aus Faulungsprozessen von Kläranlagen in Filterpressen oder Zentrifugen nachzubehandeln. Während der dabei gewonnene Feststoff anschließend verbrannt oder deponiert wird bereitet die Entsorgung des ammoniumhaltigen Filtrates erhebliche Schwierigkeiten. Die Konzentration von Ammoniumverbindungen in derartigen Filtraten liegt üblicherweise zwischen 0,7 und 1,6 g NH₄-N/l.

Aus der Kokereitechnik ist ein Verfahren zur Entfernung von Ammoniumverbindungen aus ammoniumhaltigen Abwässern mit einer Konzentration von ca. 8 - 20 g/l durch sogenannte Strippung mittels Dampf bekannt. Die Kokereiabwässer beinhalten neben Ammoniak auch CO₂, H₂S und geringe Mengen an HCN.

Dieses Verfahren läßt sich auf die Behandlung der genannten Filtratwässer nicht anwenden, da diese überstöchiometrische Mengen Kohlendioxid enthalten, welches das ganze Ammonium in Form von flüchtigem Ammoniumhydrogencarbonat (NH₄HCO₃) bindet.

Eine Einleitung der Abwässer in die Kläranlage kommt nicht in Frage, weil dies zu einem Ammoniumkreislauf führen würde.

Andererseits fordert der Gesetzgeber eine Beschränkung der Ammonium-Konzentrationen auf Werte kleiner 50 mg NH₄-N/l.

Um diese gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen ist es bekannt, dem Abwasser eine überstöchiometrische Menge an Natronlauge zuzugeben und das Abwasser anschließend einer Luft- oder Dampfstrippung zu unterwerfen. Durch die Zugabe von Natronlauge wird der pH-Wert der Lösung bis auf Werte um 10,5 - 11 angehoben. Dabei wird das Gleichgewicht der Reaktion aufgrund der Verschiebung des pH-Wertes in Richtung des freien Ammoniak verschoben. Durch die Zugabe von Natronlauge wird CO₂ gebunden.

Zur Erzielung des entsprechend hohen pH-Wertes sind erhebliche Mengen an Natronlauge erforderlich. Zum Beispiel bei der Verwendung von 30 prozentiger Natronlauge werden 20 Liter NaOH je m³ Abwasser benötigt. Die Folge ist eine starke Versalzung des Abwassers. Durch die erheblichen Chemikalienmengen sind außerdem die Betriebskosten unerwünscht hoch.

Auch andere chemische Verfahren, wie das sogenannte MAP-Verfahren (Magnesium-Ammonium-Phosphat-Verfahren) zeichnen sich durch einen sehr hohen Chemikalienverbrauch aus.

Der Erfindung liegt insoweit die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit der Aufbereitung von ammoniumhaltigen Abwässern anzubieten, mit der eine Entfernung der Ammoniumverbindungen auch ohne größere Zugaben an Chemikalien ermöglicht wird.

Die Erfindung bietet dazu ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1 und eine zugehörige Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruches 11 an. Vorteilhafte Ausführungsformen des Verfahrens und der Vorrichtung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

In seiner allgemeinsten Ausführungsform wird das Verfahren durch folgende Schritte bestimmt:

- Das ammoniumhaltige Abwasser wird zu einer Füllkörperkolonne geführt. Vor der Einleitung in die Füllkörperkolonne wird es (bei Umgebungsluft) auf eine Temperatur von mindestens 95 ° Celsius erwärmt. Vorzugsweise sollte das Abwasser bis auf Siedetemperatur erwärmt werden. Hierzu dienen beispielsweise Wärmetauscher oder andere indirekte Heizeinrichtungen. Aufgrund der Erwärmung des Abwassers kommt es zu einer starken Entgasung. Dabei soll die Trennung der Gasphase von der flüssigen Phase in einer getrennten Einrichtung erfolgen. Die Gasphase besteht dabei überwiegend aus Ammoniak (NH₃) und Kohlendioxid (CO₂). In der flüssigen Phase verbleiben noch gebundene Ammoniumverbindungen (insbesondere mit organischen Bestandteilen). Als Ergebnis dieser Entgasung werden ca. 70-90 % der gesamten CO₂-Menge abgebaut.
- Nach dieser ersten Trennstufe wird die flüssige Phase dem Kopf der Füllkörperkolonne zugeführt. Die Füllkörperkolonne selbst wird von unten mit Heißdampf (Inertgas) beaufschlagt. Der Heißdampf dient dabei als Trägergas, um die zuvor eingestellte Temperatur (ca. 100 ° Celsius) auch in der Strippkolonne aufrechtzuerhalten.

Die Füllkörperkolonne hat außerdem den Zweck, eine möglichst große Stoffaustauschfläche zur Verfügung zu stellen.

Am unteren Ende der Füllkörperkolonne wird der Ablauf, der praktisch frei von ammoniumhaltigen Verbindungen ist, abgezogen und beispielsweise einer Kläranlage zugeführt.

- Der im Kopf der Füllkörperkolonne anfallende Dampf wird anschließend einem Kondensator zugeleitet. Um eine möglichst homogene Gas(Dampf)phase zu erreichen kann zu diesem Zweck das aus dem Entgasungsbehälter abgezogene Gas an dieser Stelle in den Kopf der Füllkörperkolonne zugeführt werden, so daß die Gasphase insgesamt der nachgeschalteten Kondensator-Einheit zugeleitet wird.
- Der Hauptteil des zur Strippung eingesetzten Heißdampfes sowie der aus dem Entgasungsbehälter zugeführte Dampf kondensieren im Kondensator, dem ein Wärmetauscher nachgeschaltet sein kann.

Dabei werden sowohl der Kondensator als auch der Wärmetauscher vorzugsweise mit Kühlwasser oder Luft gekühlt.

- Das im Kondensator bzw. dem nachgeschalteten Wärmetauscher anfallende, im wesentlichen Ammoniumhydrogencarbonat enthaltende Kondensat wird anschließend in die Füllkörperkolonne (in deren Kopf) zurückgeführt. Dabei wird dem Kondensat zuvor eine Base, vorzugsweise Natronlauge, zudosiert. Die Menge der Natronlauge, die notwendig ist, um eine weitere Abtrennung von Ammoniak zu erreichen entspricht hier also maximal der stöchiometrischen Menge, die zur entsprechenden Umsetzung des Rest-Ammoniumhydrogencarbonates notwendig ist. Sie ist damit deutlich geringer als die im Stand der Technik notwendige Zugabemenge an Natronlauge.

Das rückgeführte Kondensat wird auf die zuvor beschriebene Art und Weise erneut in der Füllkörperkolonne behandelt.

- Im nachgeschalteten Wärmetauscher fällt weiterhin noch nicht gelöstes kristallines Ammoniumhydrogencarbonat in Form eines Nebels an (nachstehend Aerosol genannt). Dieses wird aus dem Kondensator abgezogen und in einem nachgeschalteten Absorber mit Hilfe der Kreislaufflüssigkeit ausgewaschen. Das aus dem Absorber entnommene Ammoniumhydrogencarbonat wird danach entsorgt.

Soweit dies zum weiteren Aufschluß gewünscht wird, kann der flüssigen Phase vor Einleitung in die Füllkörperkolonne ebenfalls eine Teilmenge einer Base, vorzugsweise einer Natronlauge, zugegeben werden. Auf diese Weise wird der pH-Wert der flüssigen Phase angehoben und das noch vorhandene Ammoniak wird ausgetrieben. Dabei entstehen Natriumcarbonat und Ammoniak.

Um ein Anhaften des im Kondensator bzw. Wärmetauscher gebildeten Carbonats an den Wänden zu verhindern ist es vorteilhaft, diese mit einer Flüssigkeit zu spülen. Zu diesem Zweck schlägt eine vorteilhafte Ausführungsform vor, vom ursprünglichen Abwasser einen Teilstrom (ca. 3 - 10 %) abzuziehen und diesen Teilstrom zur Beseitigung der Oberflächen des Kondensators bzw. Wärmetauschers zu nutzen. Über den beschriebenen Rücklauf aus dem Kondensator in die Füllkörperkolonne ist sichergestellt, daß auch die hierin noch vorhandenen Ammoniumverbindungen aufgeschlossen werden.

Der Absorber wird vorzugsweise von unten mit dem Aerosol beschickt. Aufgrund des in der Füllkörperkolonne eingestellten Überdrucks durchströmt das Aerosol den Absorber von unten nach oben. Desorbiertes Kohlendioxid kann am oberen Ende des Absorbers abgezogen und in die Atmosphäre geleitet werden. Da das desorbierte CO₂ häufig noch mit Geruchsstoffen belastet ist schlägt eine vorteilhafte Ausführungsform vor, das Kohlendioxid vor Einleitung in die Atmosphäre durch einen Filter, vorzugsweise einen Biofilter, zu schicken. Dieser Filter kann zum Beispiel mit Kompost gefüllt sein.

Im übrigen wird der Absorber vorzugsweise im Kreislauf betrieben, das heißt, die Flüssigkeit wird am unteren Ende des Absorbers entnommen und am Kopf des Absorbers wieder verteilt, so daß es zu einer Aufkonzentrierung der Ammoniumhydrogencarbonat-Lösung kommt, die schließlich abgezogen wird. Um die Menge des Kreislaufwassers konstant zu halten wird Frischwasser entlang der Rückführleitung zudosiert.

Nach einer alternativen Ausführungsform ist vorgesehen, der Füllkörperkolonne eine zweigeteilte Kolonne vorzuschalten. Dabei soll die flüssige Phase in den unteren Teil der Kolonne zugeführt und mit Heißdampf - wie beschrieben - im Gegenstrom beaufschlagt werden, während die gasförmige Phase in den oberen Teil geführt und dort mit einer Kühlflüssigkeit kontaktiert wird. Freigesetztes Kohlendioxid wird dabei am oberen Teil der Kolonne abgezogen und - gegebenenfalls über einen Biofilter - der Atmosphäre zugeführt.

Durch die vorzeitige Abtrennung des Kohlendioxids wird es ermöglicht, als Endprodukt nach dem Kondensator sogenanntes Starkwasser (15 - 20 prozentige NH₄-OH-Lösung) bzw. Ammoniak zu erhalten.

Gleichzeitig erfolgt im unteren Teil der beschriebenen vorgeschalteten Kolonne durch die Dampfzufuhr eine weitere thermische Zersetzung von Ammoniumhydrogencarbonat.

Der vorzugsweise wiederum bis auf Siedetemperatur vorgewärmte Zulauf für die Füllkörperkolonne wird dabei mit dem Rücklauf aus dem Kondensator bzw. dem nachgeschalteten Wärmetauscher vermischt. Auch hier dient die Zugabe von Natronlauge wieder zur pH-Wert-Anhebung und zur Bindung von CO₂ in der Lösung als Natriumcarbonat.

Die vorstehende Beschreibung des Aufbereitungsverfahrens läßt bereits die wesentlichen Komponenten der zugehörigen Vorrichtung erkennen. Im übrigen wird diesbezüglich auf die nachstehende Figurenbeschreibung verwiesen, die insoweit auch allgemeingültige Merkmale enthält.

Dabei zeigen, jeweils stark schematisiert:

Figur 1: Eine erfindungsgemäße Anlage in einer ersten Ausführungsform.

Figur 2: Eine alternative Ausführungsform der Anlage nach Figur 1.

In Figur 1 ist mit dem Bezugszeichen 10 die Zuführleitung für ein Filtratabwasser der eingangs genannten Art dargestellt. Das Abwasser wird über eine Pumpe 12 in eine Rohrleitung 14 gefördert, entlang

der ein Wärmetauscher 16 angeordnet ist, um das Abwasser auf eine Temperatur von mindestens 80° Celsius, vorzugsweise 100° Celsius zu erwärmen.

Das erwärmte Abwasser gelangt danach in eine Entgasungsstation 18. Das Dampf-Flüssigkeitsgemisch wird hier getrennt, wobei die Gase, die überwiegend aus CO₂ und NH₃ bestehen am oberen Ende über die Leitung 20 und die Flüssigkeit (ca. 30 % der Ursprungsmenge) am unteren Ende über die Leitung 22 abgezogen werden. Beide Leitungen münden in den Kopf 24 einer Füllkörperkolonne 26. Entlang der Leitung 22 befindet sich noch eine Dosiereinrichtung 28, über die Natronlauge zugemischt wird, sowie ein weiterer Wärmetauscher 30 zur Aufrechterhaltung der gewünschten erhöhten Temperatur (ca. 100° Celsius).

Die Füllkörperkolonne 26 wird von unten mit Heißdampf über eine Leitung 32 beschickt. Der Heißdampf durchströmt die mit üblichen Füllkörpern gefüllte Kolonne 26 von unten nach oben.

Durch die Vorwärmung des Hauptstromes des Abwassers, die Entgasungsstation 18 und die weitere Erwärmung bei 30 hat bereits eine weitestgehende Zerlegung von Ammoniumhydrogencarbonat stattgefunden, wenn die flüssige Phase in die Füllkörperkolonne 26 eintritt.

In der Kolonne findet ein weiterer intensiver Stoffaustausch statt, so daß der Ablauf 34 der Füllkörperkolonne 26 praktisch ammonium- und ammoniakfrei ist und zum Beispiel einer Kläranlage zugeführt werden kann.

Der Heißdampf sowie die aus der Entgasungsstation 18 zugeführte Gasmenge werden anschließend über eine Leitung 36 in einen Kondensator 38 geleitet, dem ein Wärmetauscher 40 nachgeschaltet ist.

In den Wärmetauscher 40 mündet ferner eine Leitung 42, über die ein Teilstrom des bei 44 abgetrennten Abwassers in den Wärmetauscher eingeleitet wird, um das an den kalten Wänden des Kühlers 40 gebildete Ammoniumhydrogencarbonat abzuspülen.

Dieses wird über eine Leitung 46 aus dem Wärmetauscher 40 abgezogen und in den Kopf 24 der Füllkörperkolonne 26 zurückgeführt. Auf diesem Wege wird wieder Natronlauge (über die Leitung 48) der rückgeführten Flüssigkeit zugemischt, um eine noch bessere NH₃-Trennung zu erreichen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß dieser Teilstrom auch einen Teil des Rohwassers enthält.

Über eine Anschlußleitung 50 verläßt das im Wärmetauscher 40 und in der Kolonne 26 desorbierte Kohlendioxid die Kondensator-Einheit 38, 40. Dabei wird ein Nebel abgezogen, das vor allem auch noch nicht gelöstes Ammoniumhydrogencarbonat enthält. Dieses wird anschließend in einen Absorber 52 geleitet. Das Aerosol durchströmt den Absorber 52 von unten nach oben, wo eine Ammoniumhydrogencarbonat Absorption in der im Kreis geführten Flüssigkeit stattfindet. Ein Wärmetauscher 54 dient zur Kühlung der Flüssigkeit. Durch die Kreislaufführung wird eine Aufkonzentrierung von Ammoniumhydrogencarbonat erreicht. Dabei wird die Lösung bis in die Nähe des Sättigungsgrades aufkonzentriert. Das Konzentrat wird über eine Leitung 56 aus dem Absorber 52 weggeführt und der entsprechende Flüssigkeitsausgleich über eine Frischwasserzufuhr (Leitung 58) entlang der Rezirkulationsleitung 60 ausgeglichen. Eine Pumpe 62 sorgt dafür, die Flüssigkeit umzuwälzen.

In einer weiteren Stufe (zum Beispiel in einem Reaktor oder einer weiteren Füllkörperkolonne) kann man den Ablauf (über die Leitung 56) bei erhöhten Temperaturen weiterbehandeln. Durch Zugaben von wässrigen Lösungen starker Basen (zum Beispiel Natronlauge) können dann als Produkte zum Beispiel Calcium- oder Natriumcarbonat und ein Starkwasser mit einer beispielsweise 15 - 20 prozentigen NH₄-OH-Lösung gewonnen werden.

Wird als Endprodukt das hochwertige Starkwasser bzw. Ammoniak benötigt, so läßt sich aufgrund einer geringen Änderung der Prozeßführung gegenüber der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform gasförmiges Kohlendioxid in einer vorgeschalteten Kolonne 70 abtrennen (Figur 2). Die Kolonne ist zweigeteilt. Im oberen Teil 72 wird das aus der Entgasungsstation 18 abgezogene Gas zugeführt. Eine Kühlung wird erreicht, indem ein Teilstrom des Abwassers über die Leitung 42 in diesem Bereich zugeführt wird.

Das aus der Entgasungsstation 18 nach Entspannung zugeführte und unter anderem überschüssiges Kohlendioxid enthaltende Gas wird hier wegen seiner geringen Löslichkeit jedoch nicht absorbiert, sondern gasförmig ausgetragen (Leitung 74) und über einen biologischen Filter 76 nachgereinigt, bevor es in die Atmosphäre geleitet wird (Figur 1).

Ein ähnlicher biologischer Filter 76 kann auch entlang einer Leitung 68 angeordnet werden, über die aus dem Absorber 52 abgezogenes Kohlendioxid weggeführt wird.

Im unteren Teil der Kolonne 70 (Figur 2) erfolgt wiederum die Zufuhr von Heißdampf (Leitung 78), was zu einer weiteren thermischen Zersetzung von Ammoniumhydrogencarbonat führt.

Der bis auf Siedetemperatur vorgewärmte Zulauf in die Füllkörperkolonne 26 wird dort mit dem Rücklauf der Kondensatoreinheit 38, 40 vermischt (analog dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1).

Auch hier findet in der Füllkörperkolonne 26 der Haupt-Strippvorgang statt, bei welchem im Gegenstrom zu der von oben nach unten herabfließenden Flüssigkeit der Dampf aufströmt, welcher dann im

Kondensator 38 bzw. dem Wärmetauscher 40 niedergeschlagen wird.

Figur 2 beschreibt eine weitere Abweichung gegenüber Figur 1 im Bereich des Ablaufs 34 aus der Füllkörperkolonne 26. Der weitestgehend ammoniumfreie Ablauf wird über eine Pumpe 80 nämlich dem Wärmetauscher 16 zugeführt, um auf diese Weise den Wärmeinhalt des Ablaufes zur Vorwärmung des Abwassers zu nutzen.

Im übrigen entspricht die Vorrichtung nach Figur 2 sowie das damit ausgeübte Aufbereitungsverfahren im wesentlichen denen nach Figur 1.

Patentansprüche

10

1. Verfahren zur Entfernung von Ammonium-Verbindungen aus Abwässern, insbesondere Filtratabwässern aus biologischen Schlämmen, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

15

1.1 Das Abwasser wird auf seinem Weg zu einer Füllkörperkolonne auf mindestens 95 ° Celsius erwärmt und durchläuft anschließend eine Einrichtung zur Trennung einer überwiegend aus CO₂ und NH₃ bestehenden Gasphase von der weiterhin Ammoniumverbindungen enthaltenden flüssigen Phase,

1.2.1 während die flüssige Phase dem Kopf der Füllkörperkolonne zugeführt und von unten mit Heißdampf beaufschlagt wird, werden

20

1.2.2 der im Kopf der Füllkörperkolonne anfallende Dampf, ggf. zusammen mit der zuvor aus dem Abwasser abgetrennten Gasphase einem Kondensator zugeleitet,

1.3 das im Kondensator anfallende, im wesentlichen Ammoniumhydrogencarbonat enthaltende Kondensat wird nach Zugabe einer Base in den Kopf der Füllkörperkolonne zurückgeleitet,

25

1.4 das aus dem Kondensator als Nebel abgezogene Ammoniumhydrogencarbonat wird anschließend in einem Absorber in einem Flüssigkeitskreislauf ausgewaschen,

1.5 das aus dem Absorber entnommene Ammoniumhydrogencarbonat wird danach entsorgt und

1.6 der aus der Füllkörperkolonne entnommene, im wesentlichen von Ammoniumverbindungen freie Ablauf einer Kläranlage oder dergleichen zugeführt.

30

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der flüssigen Phase vor Einleitung in die Füllkörperkolonne eine Base zugegeben wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Base Natronlauge eingesetzt wird.

35

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Base in einer Menge zugegeben wird, die zur stöchiometrischen Umsetzung der Ammoniumverbindungen in Natriumcarbonat und Ammoniak führt.

40

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Teilstrom des Abwassers vor der Erwärmung abgetrennt und direkt in den Kondensator geleitet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Abwasser und/oder die flüssige Phase vor Einleitung in die Füllkörperkolonne auf Siedetemperatur erwärmt werden.

45

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Absorber desorbiertes Kohlendioxid in einem Filter vor Einleitung in die Atmosphäre nachgereinigt wird.

50

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ammoniumhydrogencarbonat-Lösung im Absorber durch einen Kreislauf bis in die Nähe des Sättigungsgrades aufkonzentriert und der Flüssigkeitsverlust durch Entnahme des Konzentrats mit einer entsprechenden Frischwasserzufuhr ausgeglichen wird.

55

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Füllkörperkolonne eine zweigeteilte Kolonne vorgeschaltet ist, wobei die flüssige Phase in einem Teil der Kolonne zugeführt und mit Heißdampf im Gegenstrom beaufschlagt wird, während die gasförmige Phase in den anderen Teil geführt und dort mit einer Kühlflüssigkeit kontaktiert wird, wobei freigesetztes Kohlendioxid abgezogen und die flüssige Phase anschließend der Füllkörperkolonne zugeführt wird.

AT 401 048 B

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Kühlflüssigkeit ein Teilstrom des Roh-
Abwassers eingesetzt wird.
11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet
5 durch
11.1 mindestens eine Füllkörperkolonne (26,70), der
11.2 mindestens ein Wärmetauscher (16,30) und
11.3 eine Einrichtung (18) zur Trennung der Gas- von der Flüssigkeitsphase vorgeschaltet ist, sowie
11.4 einen, der Füllkörperkolonne (26,70) nachgeschalteten Kondensator (38, 40), an den sich
10 11.5 ein Absorber (52) anschließt, und von dem aus
11.6 eine Rückführleitung (46) zur Füllkörperkolonne (26) verläuft, wobei
11.7 die Bauteile untereinander durch Rohrleitungen (14, 20, 28, 36, 42, 50) verbunden sind.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Kondensator (28) ein Wärmetau-
15 scher (40) nachgeschaltet ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Absorber mit einer
Rückführleitung (60) zur zumindest teilweisen Rezirkulation der durch den Absorber (52) geführten
Flüssigkeit ausgebildet ist.
20
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Frischwasser-Zuführleitung (58) in
die Rückführleitung (60) einmündet.

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

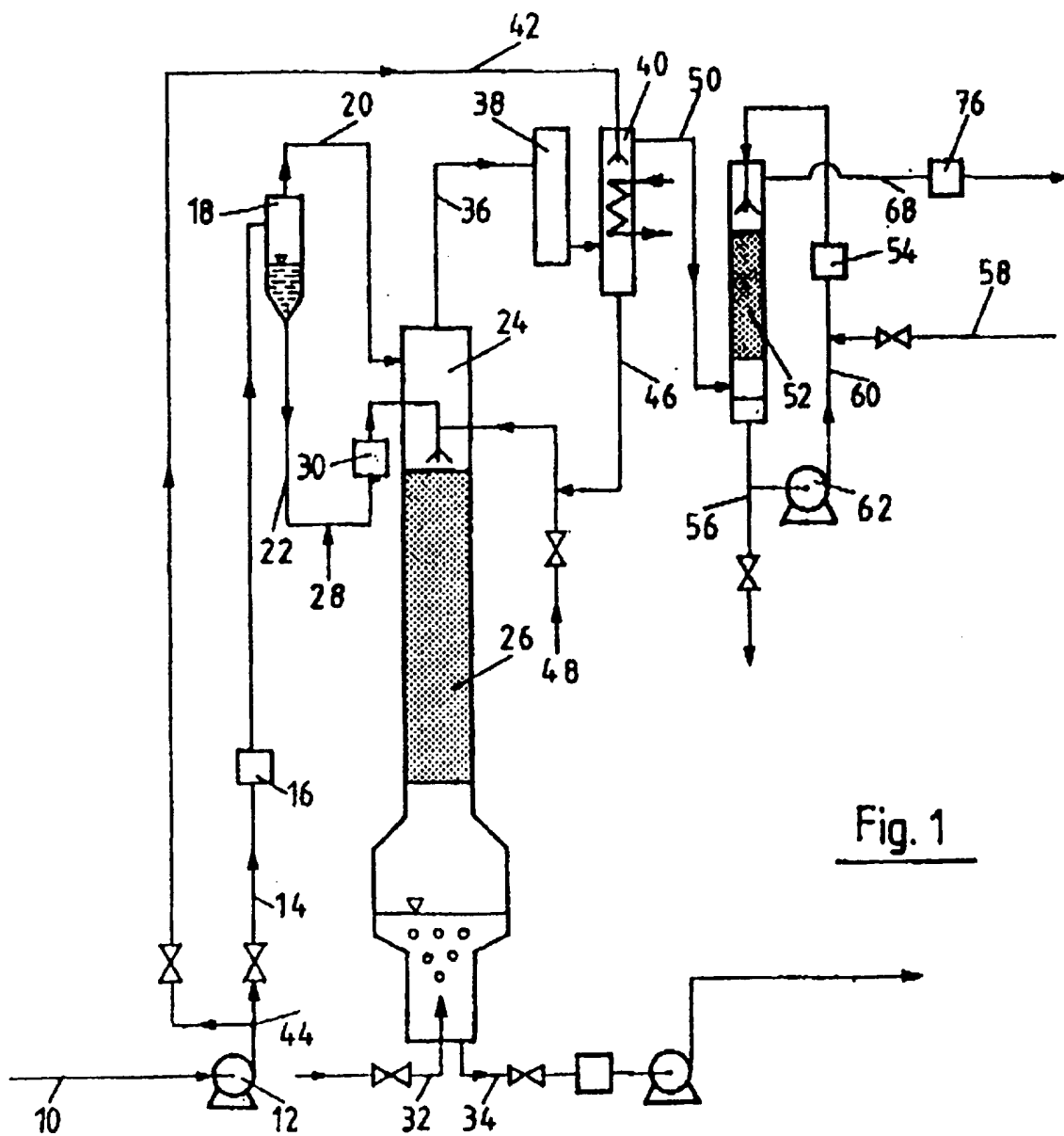


Fig. 1

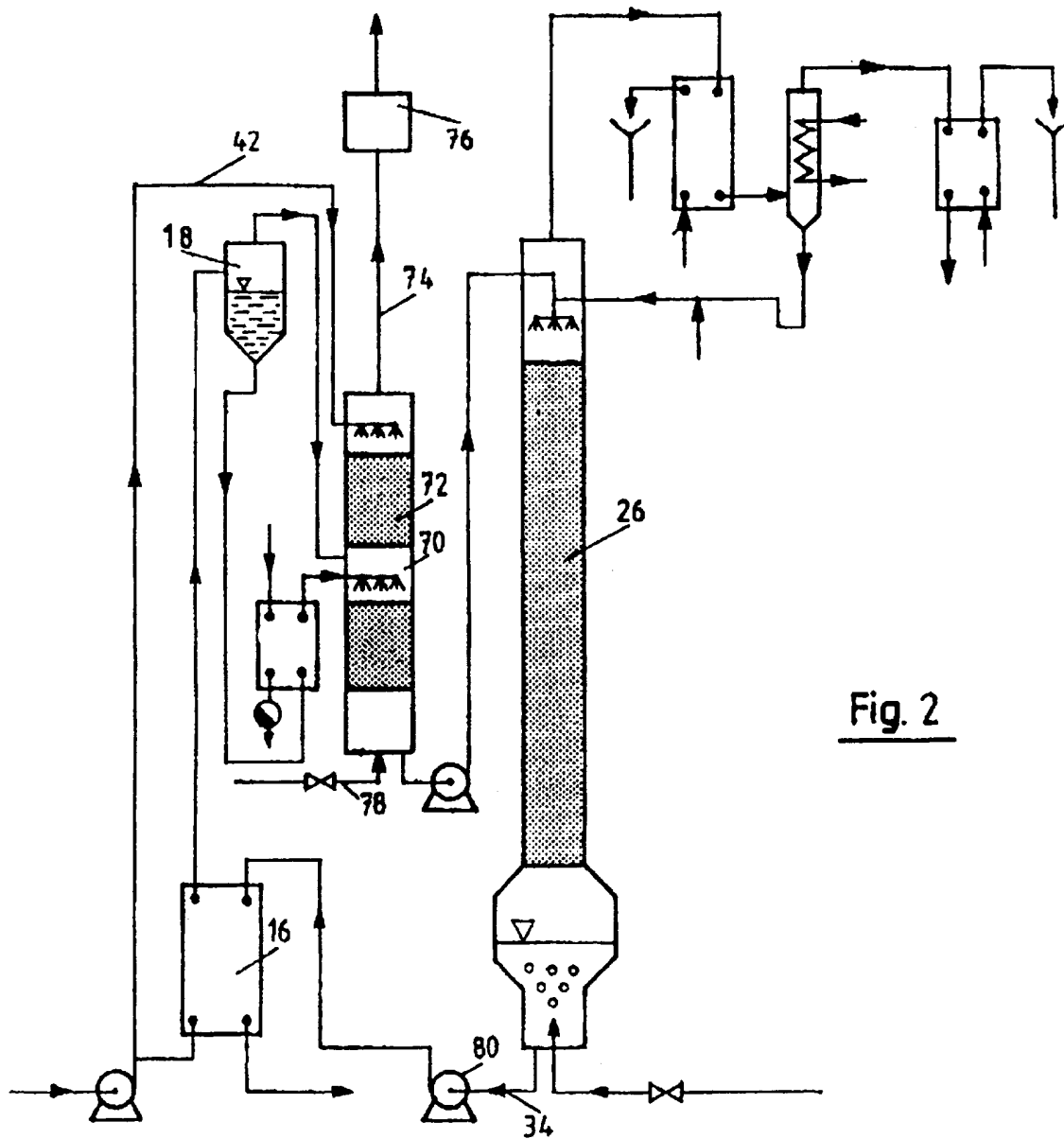


Fig. 2