



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 18 210 T2** 2005.02.24

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 949 204 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 18 210.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 430 004.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **07.04.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **13.10.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **23.06.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **24.02.2005**

(51) Int Cl.⁷: **C02F 1/04**

**C02F 9/00, B01D 3/14, B01D 1/12,
B01D 1/28, B01D 1/26, B01D 3/06,
B01D 61/36, B01D 61/58, B01D 3/42**

(30) Unionspriorität:

9804784 10.04.1998 FR

(73) Patentinhaber:

**Institut National de la Recherche Agronomique
(I.N.R.A.), Paris, FR**

(74) Vertreter:

**Kreutzer, U., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 47119
Duisburg**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, ES, GB, GR, IT, PT

(72) Erfinder:

**Bories, Andre, 11110 Armissan, FR; Conesa,
Fanny, 30310 Vergeze, FR; Boutolleau, Alain,
34230 Vendemian, FR**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Anlage zur Behandlung von Zucker oder Alkohol enthaltende Abwässer**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Behandlung von Zucker oder Alkohol enthaltenden Abwässern.

[0002] Das technische Gebiet der Erfindung ist jenes der Behandlung von Abwässern.

[0003] Die Verfahren zur Behandlung von Abwässern kollidieren mit immer höheren technischen und wirtschaftlichen Anforderungen, mit Reinigungsparametern, die nicht immer die Abfallbeseitigungsnormen erfüllen und die immer höhere Investitions- und Betriebskosten zur Folge haben.

[0004] Heutzutage werden verschiedene Verfahren angewendet, um Abwässer, insbesondere Zucker und/oder Alkohol enthaltende Abwässer, die von verschiedenen Weinbau- oder Weinherstellungsbetrieben oder von der Agrarnahrungsmittelindustrie abgeleitet werden, zu behandeln:

- Die Abwasserverrieselung wird im Fall von kleinen Einheiten angewendet; sie unterliegt jedoch bei Einheiten, die größere Mengen Abwasser erzeugen, verschiedenen Beschränkungen: Art des Bodens und Vereinbarkeit mit diesem, Konkurrenz mit der Bodenerschließung und Bebauung, Nichtübereinstimmung zwischen der saisonalen Aktivität und der Verfügbarkeit der Böden oder der klimatischen Bedingungen, Entfernung und Transport von erheblichen Mengen Wasser;
- Aufbewahrungsbecken mit natürlicher oder beschleunigter Verdunstung erfordern auf Grund von möglichen Belästigungen (Geruch, Insekten, Aerosol) eine kluge Standortwahl sowie die Erfüllung von Bauausführungsbedingungen (Beständigkeit der Undurchlässigkeit der Becken); diese Bedingungen verursachen Mehrkosten, die mit der Entfernung der Anlagen (Rohrleitungen, Elektrifizierung), mit den chemischen Reagenzien zur Geruchsbekämpfung, mit der Beseitigung und der Behandlung der Rückstandsprodukte im Zusammenhang stehen;
- die extensiven aeroben biologischen Behandlungen (wie die Aufbereitung in belüfteten Klärbecken oder die schwachbelasteten Belebungsverfahren) erfordern lange Verweilzeiten und folglich große Abmessungen der Bauwerke und große Mengen Schlamm, die massive Produktion von biologischen Schlämmen, ihre Abscheidung und Aufbereitung, die technisch ausgereifte Systeme zur Pflicht machen: zweistufige Systeme, Ausflockung – Schwimmaufbereitung, Entwässerung, Beseitigung der Schlämme;
- die biologischen Behandlungen durch anaerobe Fermentation, die sich gut für belastete Abwässer und große Einheiten eignen, sind in der Agrarnahrungsmittelindustrie mit saisonaler Aktivität und saisonalen Abwässern veränderlicher Zusammensetzung, wie in der Mehrzahl der Fälle, wobei starke Schwankungen der Zusammensetzung und der Ströme nicht mit dem langsamen Ansprechen der Aktivität der anaeroben Mikroorganismen vereinbar sind, schwer anwendbar, woraus sich die Notwendigkeit sehr großer Zwischenspeicher oder intensiver Verfahren von hohem technischen Stand (Fermenter mit fester Biomasse), die schwer zu betreiben sind, ergibt;
- physikalische Verfahren, wie die thermische Verdampfung (Konzentration) finden seit langem in der Agrarnahrungsmittelindustrie Anwendung, sie erfordern jedoch eine Nachbehandlung der konzentrierten Rückstände und der Kondensate, deren erhöhte Schadstoffbelastung nicht mit einer Abgabe in die natürliche Umgebung (beispielsweise fließende Gewässer) vereinbar ist.

[0005] Das Dokument FR-A-2 222 321 (SPEICHIM) beschreibt ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 7.

[0006] Eine Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer verbesserten Vorrichtung und eines verbesserten Verfahrens zur Behandlung von Zucker und/oder Alkohol enthaltenden Abwässern.

[0007] Die Lösung des gestellten Problems besteht darin, ein Verfahren zur Behandlung von Zucker oder Alkohol enthaltenden Abwässern zu schaffen, welches die folgenden Schritte umfaßt:

- i) – Wenn nötig wird wenigstens ein Teil der in den Abwässern vorliegenden Kohlenhydrate durch Mikroorganismen- und gegebenenfalls Enzymtätigkeit in flüchtige Verbindungen umgewandelt,
- ii) – von den Abwässern wird wenigstens ein Teil der ursprünglichen oder erzeugten flüchtigen Verbindungen durch Destillation in einer Kolonne abgeschieden und durch Durchlaufen eines Kühlaustauschers in der Flüssigphase zurückgewonnen;
- iii) – wenigstens ein Teil der im Wesentlichen organischen Rückstände (oder schwer- oder nicht flüchtigen Schadstoffe) der Abwässer wird durch Verdampfen der Abwässer in einem Verdampfer extrahiert, um den CSB (chemischen Sauerstoffbedarf) der erhaltenen – oder behandelten – Wässer auf einen Wert zu halten, welcher kleiner oder gleich 0,5 Gramm pro Liter, vorzugsweise kleiner als 0,3 Gramm pro Liter ist,
- die aus der Vorverdampfung der behandelten Abwässer in dem Verdampfer hervorgehenden Abwasser-

dämpfe werden verdichtet,

– die verdichteten Abwasserdämpfe werden eingesetzt, um das Verdampfen der Abwässer zu erzielen.

[0008] Genauer gesagt schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren, wie es im Anspruch 1 beschrieben ist.

[0009] Die Schritte ii) und iii) (vorzugsweise auch der Schritt i) werden vorzugsweise im Wesentlichen fortlaufend ausgeführt, um die Ablagerung von Zwischenprodukten zu vermeiden.

[0010] Die Lösung des gestellten Problems besteht außerdem darin, eine Vorrichtung oder Anlage zur Behandlung von Zucker oder Alkohol enthaltenden Abwässern zu schaffen, die Folgendes umfaßt:

- einen ersten Abscheider, welcher die Abscheidung eines Teils der flüchtigen Verbindungen der Abwässer durch Destillieren in einer Kolonne und durch Kondensieren in einem Kühlaustauscher sicherstellt, und ein Mittel zum Sammeln der flüchtigen Komponenten in flüssiger Form,
- einen mit dem vorhergehenden Abscheider verbundenen und vorzugsweise nach diesem angeordneten zweiten Abscheider, der das Extrahieren von wenigstens einem Teil der schwer- oder nichtflüchtigen, im Wesentlichen organischen, in den Abwässern vorhandenen Rückstände durch Verdampfen der Abwässer sicherstellt,
- eine Vorrichtung zum Verdichten wenigstens eines Teils der aus der Verdampfung der behandelten Wässer hervorgehenden Abwasserdämpfe, und eine Rohrleitung, um die verdichteten Abwasserdämpfe an den Verdampfer zu liefern.

[0011] Genauer gesagt schafft die vorliegende Erfindung eine solche Vorrichtung, wie sie im Anspruch 7 beschrieben ist.

[0012] Dieser Abscheider kann auch vor dem Abscheider flüchtiger Verbindungen angeordnet sein.

[0013] Vorzugsweise umfaßt die Vorrichtung ein Organ, wie etwa einen gegenüber der Qualität der behandelten Wässer, die den zweiten Abscheider verlassen, empfindlichen Sensor, und ein Steuerorgan, wie etwa einen Automaten, das bzw. der mit dem empfindlichen Organ verbunden ist und den CSB der erhaltenen Wässer auf einem Wert halten kann, der kleiner oder gleich 0,5 Gramm pro Liter und vorzugsweise kleiner als 0,3 Gramm pro Liter ist.

[0014] Der Sensor zur Prüfung der Qualität der Wässer ist vorzugsweise aus einer oder mehreren Leitfähigkeits- (oder Widerstands-), pH-Wert- oder Temperatursonde(n) und/oder aus einer Sonde zur Messung des Durchsatzes, der optischen Dichte (beispielsweise bei Wellenlängen von 420 bis 520 nm und 620 nm), der Trübung oder auch aus einer Sonde zur ständigen quantitativen Bestimmung des CSB (oder des gesamten organischen Kohlenstoffs) gebildet.

[0015] Außerdem umfaßt die Vorrichtung vorzugsweise ein Transportmittel, wie etwa eine Pumpe, die den im Wesentlichen ständigen Transport der Abwässer aus dem ersten Abscheider zu dem zweiten Abscheider sicherstellt; dies ermöglicht, die Wässer mit einer kompakten Anlage zu behandeln, die auf diese Weise in bestimmten Fällen mobil gestaltet sein kann. Im Sinne der vorliegenden Anmeldung sind die Verbindungen, die als flüchtig angesehen werden: Ethanol, höhere Alkohole, Ester, Aldehyde, organische Säuren (insbesondere Essigsäure, Sorbinsäure), anorganische Säuren, (insbesondere SO_2); die übrigen Verbindungen wie Zucker, Mineralien, „schwere“ organische Säuren (wie etwa Weinsäure, Apfelsäure, Milchsäure, Bernsteinsäure), Glycerin und Polyphenole werden als schwer- oder nicht flüchtig angesehen.

[0016] Im Allgemeinen wird die organische Schadstoffbelastung der Abwässer anhand der Abweichung von den analytischen Kriterien ermittelt, die in ganzheitlicher Weise direkt oder indirekt einen Ausdruck für die Konzentration dieser Belastung bestimmen. Der chemische Sauerstoffbedarf (CSB), der biologische Sauerstoffbedarf (BSB) oder die Bestimmung des gesamten organischen Kohlenstoffs (TOC) bilden die dieser Bewertung zu Grunde liegenden Kriterien.

[0017] Das Verfahren gemäß der Erfindung findet insbesondere auf die Behandlung von wäßrigen Lösungen Anwendung, deren gelöste organische Belastung vor allem aus Zuckern (Kohlenhydraten) und/oder Ethanol besteht; dies ist bei Abwässern von Weinkellereien, von Betrieben, die mit der Weinherstellung im weitesten Sinne zu tun haben, von Obst- und Gemüsekonserverfabriken, von Betrieben, die gegorene oder nicht gegorene, alkoholische oder nicht alkoholische Getränke, Fruchtsäfte herstellen, und von Süßwarenherstellern der Fall.

[0018] Außerdem findet die Erfindung auf Wässer der Agrarnahrungsmittelindustrie oder der Industrie der

Veredlung von Agrarprodukten, die Kohlenhydrate wie etwa stärkehaltige Stoffe und Polysaccharide enthalten, Anwendung. Um ihre endgültige Vergärung in Alkohol zu gewährleisten, wird eine vorbereitende Hydrolysephase, vorzugsweise biologisch, durch die Wirkung von Hydrolasen, wie etwa den Enzymen, die an der Hydrolyse von Stärke und stärkehaltigen Stoffen beteiligt sind (α -Amylase, Glucosidase, Maltase), oder die in der Lage sind, lösliche Polysaccharide zu hydrolysieren, in Anspruch genommen. Diese Enzyme werden entweder in Form von handelsüblichen enzymatischen Zubereitungen eingebracht oder von den Mikroorganismen erzeugt, die in diesen enthalten sind.

[0019] Die hydrolytische Phase läuft in einem der Gärung vorgeschalteten Bioreaktor, vorzugsweise unter optimalen erforderlichen Bedingungen (pH-Wert, Temperatur, Konzentrationen) oder aber gemeinsam mit der alkoholischen Gärung ab.

[0020] Im Fall von bestimmten Abwässern, die von Weinkellereien und von der Herstellung von Getränken auf der Basis von Weinen stammen, setzt sich die gelöste organische Schadstoffbelastung aus mehr als 80% (und bis zu 98%) des CSB aus Zuckern (Glukose und Fruktose) und/oder aus Ethanol zusammen. Das Verhältnis Zucker/Ethanol ist vom Zeitraum (Traubenernte, Weinbereitung, Abstich), von der betreffenden, mit der Weinherstellung im Zusammenhang stehenden Tätigkeit (Reinigen der Gärbehälter, der Filter, Nachgärung und Abfüllen...) sowie von der Art der eingesetzten Rohstoffe und der hergestellten Produkte abhängig. Die von den Obstkonservenfabriken abgegebenen Abwässer können sehr hohe Schadstoffbelastungen aufweisen (gelöster CSB in der Größenordnung von 40 bis 140 Gramm pro Liter, der in der Hauptsache auf Fruchtzucker zurückzuführen ist).

[0021] Die Erfindung findet vor allem auf Abwässer Anwendung, die eine oder mehrere der folgenden Eigenschaften aufweisen:

- Alkoholgehalt im Bereich von 0,1 bis 100 Gramm pro Liter, vorzugsweise von 0,1 bis 50 Gramm pro Liter;
- Trockensubstanzgehalt im Bereich von 0,1 bis 150 Gramm pro Liter, vorzugsweise von 0,1 bis 100 Gramm pro Liter,
- Gehalt an Zuckern im Bereich von 0,1 bis 200 Gramm pro Liter, vorzugsweise von 0,1 bis 100 Gramm pro Liter;
- pH-Wert im Bereich von 2 bis 10, insbesondere von 3 bis 8,
- CSB im Bereich von 1 bis 200 Gramm pro Liter, insbesondere von 1 bis 50 Gramm pro Liter.

[0022] Ein Merkmal der Erfindung besteht folglich darin, vorzugsweise kontinuierlich die Hauptbestandteile der Abwässer in drei Fraktionen oder Phasen zu überführen und diese voneinander zu trennen: eine Phase gereinigten Kondensats (ableitbares oder wiederverwendbares Wasser), eine alkoholische Phase oder Phlegma (verwertbar), eine konzentrierte Phase (in der Brennerei verwertbar oder zur Kompostierung oder Verrieselung verwendbar).

[0023] Gemäß den bevorzugten Merkmalen des Verfahrens gemäß der Erfindung:

- wird im Schritt i) durch Aufrechterhalten eines pH-Wertes zwischen 3 und 8 und durch Aufrechterhalten einer Temperatur der Abwässer zwischen 10 und 55°C, vorzugsweise in der Größenordnung von 20 bis 30°C (für die Hefen) eine alkoholische Gärung der Zucker durch Hefen oder Bakterien hervorgerufen;
- wird im Schritt iii) eine Konzentration der organischen Rückstände hervorgerufen, derart, daß sie höchstens 10 Vol.-% und vorzugsweise in der Größenordnung von 0,5 bis 5 Vol.-% zu behandelnde Abwässer enthalten;
- erfolgt das Abtrennen der flüchtigen Rückstände durch Destillation und Kondensation bei einer Temperatur in der Größenordnung von 30 bis 110°C;
- erfolgt das Extrahieren und Abtrennen der schwer- oder nicht flüchtigen Rückstände durch sukzessives Verdampfen (bei einer Temperatur in der Größenordnung von 35°C bis 130°C), wodurch das Konzentrieren der Rückstände möglich ist, und durch Kondensieren der Dämpfe der behandelten Wässer; in diesem Fall kann ein Verdampfer mit Wasserdampf (mit einer Temperatur in der Größenordnung von 100°C bis 180°C) und mit einem Teil der Dämpfe (mit einer Temperatur in der Größenordnung von 35°C bis 130°C), die sich aus der Verdampfung der behandelten Wässer ergeben, die zuvor verdichtet worden sind, um die zum Verdampfen erforderliche Energie herabzusetzen, gespeist werden.

[0024] Gemäß den bevorzugten Merkmalen der Vorrichtung gemäß der Erfindung

- umfaßt die Vorrichtung einen Fermenter, der an einen ersten Abscheider angeschlossen und vor diesem angeordnet ist, wobei der Fermenter mit einem gegenüber dem pH-Wert der Abwässer empfindlichen Organ oder Sensor und mit einem gegenüber der Temperatur der in dem Fermenter vorliegenden Abwässer empfindlichen Organ oder Sensor ausgestattet ist, wobei die empfindlichen Organe an das Steuerorgan an-

geschlossen sind;

- sind der erste Abscheider und/oder der zweite Abscheider Membranfilter; alternativ umfaßt der erste Abscheider eine Destillationskolonne und einen Kondensator; der zweite Abscheider kann einen mit einem Abscheider versehenen Verdampfer-Kondensator umfassen;
- ist eine vorzugsweise mechanische Vorrichtung vorgesehen, um das Verdichten eines Teils der sich aus dem Verdampfen der behandelten Wässer ergebenden Dämpfe sicherzustellen.

[0025] Da die Zucker (Kohlenhydrate) von den übrigen organischen und anorganischen Bestandteilen der Abwässer schwer trennbar sind, werden sie mikrobiologisch und im vorliegenden Fall enzymatisch in einen flüchtigen Bestandteil bzw. in flüchtige Bestandteile überführt, um ihr späteres Entfernen zu vereinfachen. Für die gärfähigen Zucker, die in den Abwässern der Agrarnahrungsmittelindustrie angetroffen werden, ist die vorgeschlagene Methode die alkoholische Gärung, vorzugsweise mit Hefen oder gegebenenfalls durch Bakterien. Für die Vergärung der Zucker werden von den Hefen vorzugsweise jene der Gattung *Saccharomyces* oder aber eine andere Hefe, die in der Lage ist, Ethanol zu produzieren, wie etwa *Schizosaccharomyces*, *Kluyveromyces*, *Hanseniaspora*, *Kloeckera*, *Candida*, benutzt. Die Vergärung der Zucker erfolgt vom Empfang der Abwässer an entweder in einer Vorrichtung zur Zwischenspeicherung der Wässer oder in dazu vorgesehenen Gärbehältern. Die Gärungsbedingungen können gesteuert sein, um die Umwandlung der Zucker mit einer guten Ausbeute, einer ausreichenden Geschwindigkeit (beispielsweise bei Bedarf durch Zugabe einer Starterkultur) und mit einer eventuellen Korrektur der physikalisch-chemischen Parameter des Mediums: pH-Wert zwischen 3 und 8, Temperatur (zwischen 10 und 35°C und vorzugsweise zwischen 20 und 30°C), und einem minimalen Gehalt an anorganischen Nährstoffen und Cofaktoren, falls das Abwasser diesbezüglich einen beschränkenden Gehalt aufweist, zu ermöglichen. Die hemmenden Wirkungen, die mit verschiedenen organischen und anorganischen Säuren, die in den Abwässern vorliegen, in Verbindung stehen, können durch das Einstellen des pH-Wertes auf Werte nahe der Neutralität aufgehoben werden. Die alkoholische Gärung kann auch das Ergebnis der heimischen oder auf natürlichem Wege heimisch gewordenen Bakterien des Abwässers sein. Außerdem werden das Aufrechterhalten der Gärungsaktivität und des Profils der Gärung überwacht; jeder Abweichung kann durch eine Zufuhr von Mikroorganismen von außen vorgebeugt werden, wobei die für ihre Entwicklung günstigsten physikalisch-chemischen Bedingungen aufrechterhalten werden.

[0026] Um sich der höchsten Leistungsfähigkeit der Umwandlung der Zucker in Ethanol zu versichern, wird eine Massenausbeute der Gärung in der Größenordnung von 0,20 bis 0,45 Gramm Ethanol pro Gramm vergärter Zucker angestrebt. Die Gärungszeit kann je nach der Konzentration und der Art der Zucker zwischen einigen Stunden bis zu einigen zehn Stunden schwanken, was der Zeit der Aufbewahrung entspricht, die empfohlen ist, um die Belieferung mit Abwässern, die von verschiedensten industriellen Verfahren stammen, zu regulieren (6 bis 120 Stunden).

[0027] Wie weiter oben in Erinnerung gebracht worden ist, wurden folgende Bestandteile erhalten:

- einerseits ein gereinigtes Wasser, das aus der Kondensation der zum Sieden gebrachten Wässer stammt, bei einer Verdichtung oder eventuellen Fraktionierung durch abschließende Destillation der Primärkondensate, wobei das gereinigte Wasser 70 bis 98% des Volumens des behandelten Abwassers darstellt. Dieses farblose und keimfreie Wasser besitzt, in CSB ausgedrückt, eine schwache Belastung und weist bevorzugt die folgenden Eigenschaften auf, die seine eventuelle Wiederverwendung oder seine Ableitung in die Umgebung vereinfachen:
 - Optische Dichte bei 420 nm: 0 bis 0,005,
 - Optische Dichte bei 520 nm: 0 bis 0,005,
 - Optische Dichte bei 620 nm: 0 bis 0,005,
 - Trübung: kleiner oder gleich 1 NTU.
 - Schwebstoffgehalt insgesamt: höchstens 0,02 Gramm pro Liter,
 - Aschegehalt: höchstens 0,01 Gramm pro Liter,
 - CSB: kleiner oder gleich 500 Milligramm pro Liter, vorzugsweise kleiner oder gleich 300 Milligramm pro Liter,
 - pH-Wert von 3 bis 8, vorzugsweise von 4 bis 7,
 - Gesamtazidität: von 0 bis 500 Milligramm pro Liter (ausgedrückt in Gramm Essigsäure pro Liter), vorzugsweise von 0 bis 300 Milligramm pro Liter,
 - Restethanol: kleiner oder gleich 0,3 Gramm pro Liter, vorzugsweise kleiner oder gleich 0,15 Gramm pro Liter,
 - Keimfreiheit im Ergebnis der Kondensationen,
 - BSB5: kleiner oder gleich 200 Milligramm pro Liter, vorzugsweise kleiner oder gleich 100 Milligramm pro Liter,
 - Phosphate: höchstens 5 Milligramm pro Liter,

- Nitrate: höchstens 5 Milligramm pro Liter,
- Organisch gebundener Stickstoff: höchstens 5 Milligramm pro Liter,
- andererseits ein Phlegma, das im Wesentlichen Ethanol, flüchtige organischen Säure, Ester, höhere Alkohole, Aldehyde und subtile aromatische Verbindungen enthält, wobei der Alkoholgehalt dieses Phlegmas im Allgemeinen schwankt und bevorzugt im Bereich von 10 bis 95% (Prozentsatz an Volumen/Volumen) und je nach der Qualität der behandelten Produkte und dem Grad der angestrebten Aufwertung stärker bevorzugt im Bereich von 20 bis 40% (Prozentsatz an Volumen/Volumen) ist;
- und ein Konzentrat, das aus der Verdampfungsphase oder der zweiten Abscheidung hervorgegangen ist, mit einem Trockensubstanzgehalt von im Allgemeinen wenigstens gleich 20%, im Allgemeinen in der Größenordnung von 30 bis 60%.

[0028] Die Abscheidungsschritte können durch Dampfklärung oder die Verwendung von Füllkörpersäulen und durch aufeinander folgendes Sieden in Destillationskolonnen und die Verwendung von Rohrwärmetauschern ausgeführt werden.

[0029] Die gebrauchte Energie ist vorzugsweise der aus den Dampferzeugern oder Siedekesseln kommende Dampf mit einer Temperatur im Bereich von 30°C bis 180°C bei Atmosphärendruck oder aber unter Vakuum oder, im Gegenteil, unter Druck.

[0030] Der kombinierte Einsatz von Techniken der mechanischen Verdichtung des Dampfes und/oder der Thermokompression und der Rückgewinnung der Wärme ermöglicht, den energetischen Gesamtwirkungsgrad zu verbessern, obgleich auch ein direktes Beheizen möglich ist.

[0031] Es kann eine selbsttragende, wärmegeämmte Fraktionierkolonne aus nicht rostendem Stahl benutzt werden, die mit Glockenböden arbeitet (Absperrkörper-Duchgang-Glockenboden oder Füllkörper oder Raschig-Ringe), wobei sie nur zum Konzentrieren oder zum Konzentrieren/Gegenstromdestillieren benutzt und unter Vakuum oder unter Druck betrieben werden kann. In ihrem unteren Teil kann sie einen Siedekessel integrieren; der Kondensationsteil kann je nach dem angestrebten Rückgewinnungsgrad mit einer Stufe oder mit mehreren Stufen ausgestattet sein.

[0032] Die Erfindung schafft eine einfache Anlage, die preiswert herzustellen ist und deren Kapazität und Betriebsparameter leicht an Abwässer verschiedener Volumina und Ursprünge angepaßt werden können.

[0033] Das Verfahren und die Anlage gemäß der Erfindung sind zuverlässig, leicht zu steuern und können schnell in Gang und außer Betrieb gesetzt werden (in einigen zehn Minuten): Es genügt für das Anfahren ein thermisches Gleichgewicht der Apparate zu erzielen und die Steuerorgane in Abhängigkeit vom Durchsatz der Behandlung und von der Art der zu behandelnden Abwässer einzustellen.

[0034] Die Vorteile, zu denen die Erfindung verhilft, werden besser verstanden durch die folgende Beschreibung, die sich auf die beigefügte Zeichnung bezieht, die keineswegs einschränkend bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung zeigt.

[0035] In dieser Zeichnung tragen völlig gleiche oder ähnliche Elemente, sofern nichts anderes angegeben ist, von einer Figur zur anderen die gleichen Bezugszeichen.

[0036] **Fig. 1** zeigt schematisch die Hauptkomponenten einer Anlage gemäß der Erfindung.

[0037] **Fig. 2** zeigt schematisch eine weitere Abscheidevorrichtung, die in den Aufbau einer Anlage gemäß der Erfindung eingeht und mit einem ersten Abscheider, der im Wesentlichen aus einer Destillationskolonne gebildet ist, sowie mit einem zweiten Abscheider, der im Wesentlichen aus einem Verdampfer-Konzentrator gebildet ist, ausgerüstet ist.

[0038] Wie aus **Fig. 1** ersichtlich ist, werden die zu behandelnden Abwässern von einer Rohrleitung **1** an ein Filter **2** abgegeben, beispielsweise an ein Filter, das mit einem feinen Rechen versehen ist, der zur Aufgabe hat, die Partikel, die größer oder gleich 0,5 mm sind, abzutrennen und über einen Auslaß **10** abzuführen; die grob filtrierte Wässer werden durch eine Rohrleitung **3** bis zu einem Fermenter **4** transportiert, der aus einem oder mehreren Gärbehältern gebildet ist, die in Reihe oder parallel angeordnet und beispielsweise mit einem Rührer **16** ausgestattet sind, der die Homogenisierung der in dem Gärbehälter zu behandelnden Flüssigkeit begünstigt, wobei eine Öffnung **4a** das Einbringen von Hefen oder Bakterien in den Fermenter **4** ermöglicht; die vergärten Abwässer, die aus dem Fermenter **4** kommen, werden durch eine Rohrleitung **5** an einen ersten

Membranabscheider **6** abgegeben, der die alkoholfreien Abwässer, die über eine Rohrleitung **7** entweichen, von einer Alkohol enthaltenden Fraktion, die über eine Rohrleitung **11** austritt und an ein erstes Organ **12** zur Speicherung dieser Alkohol enthaltenden Fraktion abgegeben wird, trennt; die alkoholfreien Wässer werden durch eine Rohrleitung **7** an den zweiten Membranabscheider **8** abgegeben, wo die Trennung des gereinigten Wassers, das in eine Abführungsrohrleitung **9** abgegeben wird, von einem Konzentrat, das durch eine Rohrleitung **13** bis zu einem Behälter **14** zur Aufbewahrung dieses transportiert wird, erfolgt.

[0039] Eine elektronische Steuereinheit **20** ist an einen Temperatursensor **17** und an einen pH-Wert-Sensor **18**, mit denen der Fermenter **4** versehen ist, sowie an einen Sensor **19** zur Messung der Qualität des behandelten Wassers, das in die Ableitungsrohrleitung **9** abfließt, angeschlossen, um die Qualität des behandelten Wassers zu kontrollieren und dementsprechend auf die verschiedenen Stellorgane des Trennverfahrens, insbesondere auf die Organe zum Einstellen des Pegels und/oder des Förderstroms der verschiedenen Fluida einzuwirken.

[0040] Ein Rechner oder Automat **20a**, der mit dem Automaten **20** über eine Fernsprechleitung **20b** verbunden ist, ermöglicht eine Fernüberwachung der Funktion der Behandlungseinheit sowie das Steuern, das Verfolgen und die Parametrisierung der Betriebsbedingungen, ihre fortlaufende oder sequentielle Aufzeichnung sowie ihre Optimierung.

[0041] Der Automat **20** stellt ein ständiges Verfolgen der Betriebsparameter der Anlage sicher (insbesondere der Flüssigkeitspegel in den Gärbehältern, des spezifischen Widerstands und des pH-Werts der gereinigten Wässer), wodurch es möglich ist, die Funktionsweise der Behandlungseinheit zu regeln und sie auf die festgelegten Bedingungen zur Ableitung von Abwässern (vor allem hinsichtlich des Durchsatzes) einzustellen.

[0042] Wie aus **Fig. 2** ersichtlich ist, wird das vergäerte Abwasser, das von der Rohrleitung **5** abgegeben wird, in einen Zwischenbehälter **30** eingebracht, von wo aus es über eine Rohrleitung **31** bis zu einer Pumpe **32** gelangt, die es durch eine Rohrleitung **33** an einen Tauscher **34** abgibt, der ein Vorwärmen der zu behandelnden Abwässer durch Wärmeaustausch mit dem Fluid, das in dem Tauscher **34** umläuft und von der Rohrleitung **39** abgegeben wird, ermöglicht.

[0043] Das durch die Rohrleitung **35** aus dem Tauscher **34** austretende zu behandelnde Abwasser wird in den mittleren Teil einer Destillationskolonne **6** eingebracht, die mit Böden **36** versehen ist, und fließt durch die Schwerkraft und im Gegenstrom zu einem Dampfstrom, der sich durch das Einbringen von Dampf durch die Rohrleitung **93** in den unteren Teil der Kolonne **6** ergibt; die flüssige Fraktion (Schlempe), die sich im unteren Teil der Kolonne **6** ansammelt, strömt durch eine Rohrleitung **37** bis zu einer Pumpe **38**, die sie durch die Rohrleitung **39** bis zu dem Tauscher **34** pumpt, in dem sie sich abkühlt und den sie durch eine Rohrleitung **40** wieder verläßt, um bis in einen zweiten Zwischenbehälter **41** transportiert zu werden.

[0044] Das vergäerte Abwasser, das aus der Fermentationsvorrichtung kommt und eventuell hinsichtlich des pH-Wertes korrigiert worden ist, wird vorgewärmt und anschließend in die Destillationskolonne eingebracht.

[0045] In der Kolonne ermöglicht das Mitreißen des Ethanols in dem Dampf, die erste Fraktion (Phlegma) zu erhalten.

[0046] Das Kondenswasser und/oder der Wasserdampf, die von der Leitung **93** abgegeben werden, reichern sich mit Ethanol an und werden in dem Tauscher am oberen Ende der Kolonne kondensiert. Die auf diese Weise erzeugten Kondensate, deren Ethanolgehalt zwischen 10% und 95% (Volumen/Volumen), vorzugsweise zwischen 20 und 40% schwankt, werden am oberen Teil der Kolonne abgezogen.

[0047] Der restliche Teil wird durch eine Leitung **73** im oberen Bereich der Kolonne wieder eingebracht, um einen Rückfluß zu bilden, der dazu dient, den Alkoholgehalt auszugleichen oder einzustellen. Das (über **74**) abgezogene Ethanol wird abgekühlt und in dem Zustand in einem Behälter aufbewahrt.

[0048] Das an Alkohol abgereicherte Abwasser, das sich am Fuß der Kolonne ansammelt, wird in eine Verdampfungs-Konzentrierungseinheit übertragen. Das Abwasser gelangt durch sukzessives Durchströmen des Rohrbündels auf jeder Stufe zum Sieden und erfährt nach und nach eine Konzentrierung, die in dem Tauscher mit Zwangsumlauf abgeschlossen wird.

[0049] Dazu werden die alkoholfreien Abwässer mittels der Rohrleitungen **42**, einer Pumpe **43** von einem Tauscher **44** und einer Rohrleitung **7** bis zu einem zweiten konzentrierenden Abscheider **8** übertragen, der in-

nerhalb der Wände **130**, **131**, die einen Behälter bilden, einen unteren Teil **45** umfaßt, der einen Abscheider bildet und mit Trennwänden **47** versehen ist, die sich bis zum Boden der Struktur erstrecken und drei Kammern **46**, **48** und **49** abgrenzen; in diesen Kammern werden die flüssige Phase, die aus der Rohrleitung **7** kommt, sowie der Oberflächenabfluß der Lösung im Inneren der senkrechten Rohre der zwei Tauscher **120** bzw. **121**, die mit horizontalen röhrenförmigen Platten **57**, **56** versehen sind, aufgefangen; wie in dieser Figur gezeigt ist, dient eine Pumpe **50** (bzw. **51**) dazu, die in der Kammer **46** (bzw. **48**) enthaltene Flüssigkeit abzusaugen, um sie über eine Rohrleitung **53** (bzw. **54**) bis über die obere röhrenförmige Platte **57** zu fördern, von wo aus die Flüssigkeit in die verschiedenen Rohre des Tauschers **120** verteilt wird; im Mantel der Rohrbündeltauscher **120**, **121** zirkuliert von einer Rohrleitung **91** abgegebener Wasserdampf und ruft ein Verdampfen der Flüssigkeit hervor, die durch die Wirkung der Schwerkraft in den Rohren des Tauschers **120** strömt und in die Kammern **46** und **48**, die einen Abscheider bilden, zurücksinkt.

[0050] Der im oberen Teil der Kammer **45** des Abscheiders **8** vorhandene Dampf wird in eine Rohrleitung **112** gesaugt – über einen Abscheider **110**, der verhindern soll, daß Flüssigkeit und Feststoffpartikel in die Rohrleitung **112** gezogen werden; die Rohrleitung **112** ist an einen Verdichter **111** angeschlossen, der ermöglicht, das Verdichten des in die Kammer **45** gesaugten Dampfes und seine Abgabe durch die Rohrleitung **115** in den Mantel des Tauschers **120** sicherzustellen, damit er an der Verdampfung des Teils der Flüssigkeit beteiligt wird, der in den Rohren dieses Verdampfers strömt.

[0051] Der Abscheider **8** umfaßt einen ebenfalls wärmegeprägten, einteiligen, selbsttragenden Verdampfer-Konzentrator-Körper aus nicht rostendem Stahl vom Typ Rohrwärmetauscher, der im Fallstrom und mit Zwangsumlauf betrieben wird, mit seinem integrierten Abscheider.

[0052] Der Rohrwärmetauscher **120** ist vom mehrstufigen Typ mit einer Abtrennung über den Abscheiderteil, um die aufeinander folgenden Schritte der Konzentrierung voneinander zu trennen, wobei eine zusätzliche Stufe **121**, die mit Zwangsumlauf betrieben wird, die Endkonzentration des Abwassers durch Entspannen in dem Abscheider sicherstellt.

[0053] Parallel zu der Maschine **111** zum Verdichten der Abwasserdämpfe kann eine Strahldüse **114** angebracht sein, die mit Wasserdampf gespeist wird, der (über eine Rohrleitung **94**) von einer separaten Wasserdampfquelle **90** abgegeben wird, um das Ansaugen der Dämpfe, die aus der Kammer **45** stammen, über die Rohrleitungen **112** und **113** sowie ihr Verdichten in der Venturi-Strahldüse (oder in dem Thermokompressor) zu bewirken; dies ermöglicht, eine zusätzliche Verdichtung in der Maschine **111** sicherzustellen und außerdem im Fall einer Funktionsstörung dieser Strahldüse **111** ein Verdichten eines Teils der Abwasserdämpfe sicherzustellen.

[0054] Die Vorrichtung **111**, **114** zur Verdichtung der von dem Verdampfer-Kondensator erzeugten Abwasserdämpfe sichert das Anheben des Energieniveaus der Dämpfe vor ihrem erneuten Einbringen in den Mantel des Verdampfers und/oder in den unteren Teil der Destillationskolonne.

[0055] Ein Regeln des Drucks und/oder der Temperatur und der Drehgeschwindigkeit der Strahldüse **111** und der Pumpen ermöglicht die ständige Anpassung des Energiebedarfs, der angestrebten Durchsatzwerte der Behandlung und des Prozentsatzes an Trockensubstanz, den das Konzentrat aufweist.

[0056] Die kondensierten Dämpfe der Abwässer, die im unteren Teil des Mantels des Tauschers **120** abgezogen werden, werden durch eine Rohrleitung **58**, einen entgasenden Abscheider **59**, eine Rohrleitung **60** und eine Pumpe **61** bis zu einem Wärmetauscher **44** übertragen, an dessen Ausgang das gereinigte Wasser durch eine Rohrleitung **9** in die Umgebung abgegeben werden kann; eine an die Rohrleitung **9** angeschlossene Rohrleitung **62** ermöglicht gegebenenfalls, vor allem in den Phasen der Inbetriebnahme oder Außerbetriebnahme der Anlage oder in dem Fall, in dem der CSB des erhaltenen Wassers den angestrebten Kriterien nicht genügt, das aus dieser Behandlung stammende Wasser wieder in den Zwischenbehälter **30** einzubringen, der die zu behandelnden Wässer aufnimmt.

[0057] Wie im linken Teil der Fig. 2 gezeigt ist, entweicht der Alkohol, der in den von der Rohrleitung **35** in die Destillationskolonne **6** abgegebenen Abwässern vorhanden ist und der von dem vertikal aufsteigenden Dampfstrom, der von der Rohrleitung **93** abgegeben wird, mitgerissen wird, im oberen Teil der Kolonne **6** durch eine Rohrleitung **70**, die diese Alkohol enthaltenden Dämpfe zu einem Kühlaustauscher **71** transportiert, der die Kondensation der der Destillationskolonne entnommenen alkoholischen Fraktion ermöglicht, die nach dem Durchgang durch einen entgasenden Abscheider **72** mittels einer Rohrleitung **11** und einer Pumpe **74** an einen Behälter **12** zur Aufbewahrung der mittels dieser ersten Abscheidervorrichtung gewonnenen alkoholischen

Fraktion abgegeben werden kann.

[0058] Eine Kälte erzeugende Gruppe **80** ermöglicht die Erzeugung von Kaltwasser, das durch die Wirkung einer Pumpe **81** in einer Leitung für den Vorlauf **83** und den Rücklauf **82** umläuft, und ermöglicht, an die Tauscher **71** und **84** Kaltwasser abzugeben, das die Kondensation der in diesen Tauschern zirkulierenden Dämpfe ermöglicht.

[0059] Es kann eine Unterdruck erzeugende Einheit **100** vorgesehen sein, die über Rohrleitungen **101** bis **103** an die entgasenden Abscheider **72** und **59** angeschlossen sein kann, insbesondere um die Anlage mit einem Druck zu betreiben, der niedriger als der Atmosphärendruck ist.

[0060] Die erste Kammer **46** des Verdampfer-Kondensators **8** wird über die Rohrleitung **7** mit Abwässern und durch den Oberflächenabfluß der Rohre des Tauschers **120**, die sich oberhalb dieser Kammer befinden, gespeist; die zweite Kammer **48** wird durch Überlaufen der Kammer **46** über die Trennwand **47** mit Abwässern und außerdem durch den Oberflächenabfluß aus den Rohren, die sich gegenüber dieser Kammer befinden, gespeist; folglich sind die Abwässer, die sich in der Kammer **48** befinden, hinsichtlich der Abfallstoffe stärker konzentriert als jene, die sich in der Kammer **46** befinden; genauso weisen die Abwässer, die sich in der Kammer **49** befinden, die einerseits aus einem Überlaufen der Kammer **48** und andererseits aus dem Zurückfließen der Abwässer, die eine zusätzliche Verdampfung durch Durchlaufen des Tauschers **121** erfahren haben, stammen, eine noch höhere Konzentration an Rückstandsprodukten auf.

[0061] Der Abscheider **8** umfaßt nämlich einen dritten Teil aus einem Tauscher **121**, in den die aus der Kammer **49** kommende Lösung, die schon konzentriert ist, unter Druck durch eine Pumpe **52** für eine zusätzliche Verdampfung, die insbesondere durch Entspannen am Ausgang dieses Tauschers erhalten wird, eingebracht wird; ein Teil der konzentrierten Lösung, die in der Rohrleitung **55** zirkuliert und von der Pumpe **52** abgegeben worden ist, wird über eine Rohrleitung **13** abgezogen und an einen Behälter **14** für die Aufbewahrung des erhaltenen Konzentrats abgegeben.

[0062] Die aus den verschiedenen Verdampfungsvorgängen stammenden Dämpfe werden in dem Abscheiderbehälter, der in eine Flüssigkeitsseite und in eine Dampfseite, die miteinander in Verbindung stehen, unterteilt ist, von den siedenden Lösungen getrennt.

[0063] Die zweite, konzentrierte Fraktion wird ständig durch eine Leitung **13** abgezogen, abgekühlt und in dem Behälter **14** aufbewahrt.

[0064] Der Prozentsatz an Trockensubstanz, den die konzentrierten Rückstände aufweisen, wird je nach den ursprünglichen Belastungen der Abwässer an Trockensubstanz im Bereich von 20 bis 70% schwanken können.

[0065] Die in den Mantel des Verdampfers eingeleiteten Dämpfe werden durch den Wärmeaustausch mit der siedenden Lösung auf jeder der Stufen des Rohrwärmetauschers kondensiert.

[0066] Die auf diese Weise erhaltenen Kondensate, welche die dritte Fraktion (gereinigtes Wasser) darstellen, geben ihre Überschußwärme an die Abwässer vor der Behandlung ab und werden abgezogen, um entweder abgeleitet oder wiederverwendet zu werden; es handelt sich dabei um die erhaltene Fraktion mit dem größten Volumen.

[0067] Der Energieverbrauch einer derartigen Anlage kann in der Größenordnung von 16 bis 20 Kilowatt (Elektroenergie) pro m³/h behandelten Wassers und von 70 bis 100 Kilogramm Dampf pro m³ behandelten Wassers sein.

Beispiel 1: Behandlung von Abwässern der Weinherstellung im weitesten Sinne

[0068] Es ist eine Versuchsreihe an Abwässern durchgeführt worden, die von einem Wein herstellenden Betrieb stammen, wobei die Behandlungen zur Vergärung der Zucker in Ethanol und die Abscheidung durch Destillation und Verdampfung miteinander verbunden wurden.

[0069] Das Verfahren ist in einer Pilotanlage mit einer Verdampfungsleistung von 150 Litern pro Stunde, die über eine Dampfheizung verfügt, durchgeführt worden.

[0070] Bei diesem Versuch sind 3250 Liter Abwasser mit einem CSB von 30 Gramm pro Liter behandelt worden.

[0071] Die Ergebnisse der Behandlung lassen sich als Stoffbilanz folgendermaßen ausdrücken:

- konzentrierte Phase: 75 Liter mit 321 Gramm Trockensubstanz pro Kilogramm,
- Alkohol-Wasser-Phase: 115 Liter Lösung mit 337 Gramm Ethanol pro Liter,
- Kondensatphase: 3050 Liter mit einem CSB von 300 Milligramm pro Liter.

[0072] Es sind noch weitere Versuche gemäß dem gleichen Verfahren unter den gleichen Bedingungen durchgeführt worden; dabei wurden folgende Ergebnisse erzielt:

Volumen des behandelten Abwassers	3500 Liter	1100 Liter	550 Liter
CSB des zu behandelnden Abwassers (g O ₂ /l)	12	10	55
CSB der kondensierten Dämpfe (gereinigtes Wasser)(mg O ₂ /l)	200	130	240

[0073] Der in den Kondensaten zurückbleibende CSB steht nicht mit dem CSB des behandelten Abwassers im Zusammenhang, sondern hängt von der Art dieses Abwasser ab.

Beispiel 2: Behandlung von Abwässern von Obstkonservenfabriken

[0074] Es sind im Laboratorium Pilotversuche, bei denen die Gärung und die Verdampfungs-Konzentrierung mit fraktionierter Kondensation miteinander verbunden wurden, an Abwässern von Obstkonservenfabriken durchgeführt worden, die die folgenden Eigenschaften aufwiesen:

- pH-Wert: 3,84
- CSB (g O₂/l): 97
- Brixgrad: 11,1
- Trockenextrakt (g/l): 95,5

[0075] Die benutzte Pilotanlage besteht aus einer Vakuum-Fraktionierkolonne mit einer nutzbaren Kapazität von 50 Litern. Das Abwasser wird in einen Behälter mit doppeltem Mantel, der mittels Mikrowellen beheizt wird, eingebracht.

[0076] Das vergärte und fraktionierte Abwasser stellt 23 Liter mit 22,3 Gramm Ethanol pro Liter dar und ermöglicht, nach der Verdampfungs-Konzentrierung mit fraktionierter Kondensation die folgenden drei Phasen zu gewinnen:

- Alkohol-Wasser-Phase: 1,1 Liter mit 44,1% Ethanol,
- konzentrierte Phase: 1,8 Liter mit 52,4 Brix (Reduzierung des Volumens: 14,4-fach), reich an organischen Säuren und Glycerin,
- Kondensatphase: 20,3 Liter Kondensat enthalten nicht mehr als 6,77% des ursprünglichen gesamten organischen Kohlenstoffs (TOC) des Abwassers.

Beispiel 3: Alkoholische Gärung von Abwässern von der Weinherstellung und der Weinindustrie im weitesten Sinne

[0077] Gärungsversuche mit Abwässern von der Weinherstellung und der Weinindustrie im weitesten Sinne haben gezeigt, daß die Wässer vom Reinigen der Filter, der Gärbehälter, der Rohrleitungen reich an Hefen sind und daß das Mischen dieser Reinigungswässer unterschiedlicher Herkunft folglich zu einer natürlichen Impfung der Abwässer führt.

[0078] Bei Versuchen hat das Impfen von Abwässern mit *Saccharomyces cerevisiae* in einer Dosis von 20 Gramm pro Hektoliter ermöglicht, die Latenzphase der Gärung, jene Phase, in der sich die Hefepopulation vervielfacht, für ein Abwasser, das 16 Gramm reduzierende Zucker pro Liter enthielt, zu beschleunigen, wobei die vollständige Vergärung der Zucker unter den folgenden Bedingungen: pH-Wert 3,5, Temperatur 25°C, 70 Stunden gedauert hat.

[0079] Versuche haben gezeigt, daß sich Konzentrationen von gärfähigen Zuckern von 100 Gramm pro Liter und 200 Gramm pro Liter nicht auf die alkoholische Gärung auswirken; es ist überraschenderweise festgestellt worden, daß der Verdünnungsfaktor der organischen Verbindungen in den Abwässern dafür ausreicht, daß das Ethanol und die aromatischen Moleküle pflanzlicher Herkunft, die fungistatische Eigenschaften zeigen können, die Gärung nicht einschränken.

Beispiel 4: Alkoholische Gärung von Abwässern von Obstkonservenfabriken

[0080] Gärungen von Abwässern von Obstkonservenfabriken sind unter den folgenden Bedingungen durchgeführt worden:

- pH-Wert auf 6 eingestellt,
- Raumtemperatur (25°C),
- Impfung mit 20 Gramm *Saccharomyces cerevisiae* pro Hektoliter
- Ausgangsabwasser mit 72 Gramm Glukose und Fruktose pro Liter.

[0081] Nach 60 Stunden der Gärung bleiben weniger als 0,1 Gramm Zucker pro Liter, wobei ein Alkoholgehalt von 3,6 erzeugt worden ist (also eine Ausbeute von 77,1% der theoretischen Ausbeute); für ein konzentriertes Abwasser mit 200 g Glukose und Fruktose pro Liter ist die Ausbeute der Gärung nicht in Mitleidenschaft gezogen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Behandlung von Zucker oder Alkohol enthaltenden Abwässern, deren Ethanolgehalt in einem Bereich von 0,1 bis 100 Gramm pro Liter liegt, welches die folgenden Schritte umfaßt:

ii) von den Abwässern wird wenigstens ein Teil der flüchtigen Verbindungen, die ein Phlegma auf Ethanolbasis mit einem zwischen 10 und 95 Volumenprozent schwankenden Alkoholgehalt bilden, durch Destillation in einer Kolonne (6) abgeschieden,

iii) wenigstens ein Teil der mineralischen und organischen Rückstände wird durch Verdampfung der Abwässer in einem Verdampfer (8) extrahiert, um den chemischen Sauerstoffbedarf des behandelten Wassers auf einem Wert zu halten, welcher kleiner als oder gleich 0,5 Gramm pro Liter ist,

wobei das Verfahren **dadurch gekennzeichnet** ist, daß das Phlegma auf Ethanolbasis durch Durchlaufen eines Kühlaustauschers (71) kondensiert wird, um es in Flüssigphase zurückzugewinnen, daß Abwasserdämpfe, die aus der Verdampfung des in dem Verdampfer (8) behandelten Wassers hervorgehen, verdichtet werden, und daß im Schritt iii) verdichtete Abwasserdämpfe eingesetzt werden, um die Verdampfung der Abwässer zu erzielen, und eine Konzentration der mineralischen und organischen Rückstände hervorgerufen wird, so daß sie 0,5 bis 10 Volumenprozent der zu behandelnden Abwässer darstellen, und neben den konzentrierten Rückständen ein behandeltes Wasser erhalten wird, daß 70 bis 98% des Volumens des zu behandelnden Abwassers darstellt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Schritte ii) und iii) fortlaufend durchgeführt werden, und bei dem die Verdichtung der Abwasserdämpfe mechanisch durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem Abwasser behandelt werden, deren Ethanolgehalt in einem Bereich zwischen 1 und 50 Gramm pro Liter liegt.

4. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem in Schritt iii) eine Konzentration der mineralischen und organischen Rückstände hervorgerufen wird, so daß sie 0,5 bis 10 Volumenprozent der zu behandelnden Abwässer darstellen, und bei dem neben den konzentrierten Rückständen einerseits ein behandeltes Wasser erhalten wird, daß 70 bis 98% des Volumens des zu behandelnden Abwassers darstellt, das farblos ist und dessen Ethanolgehalt kleiner als oder gleich 0,3 Gramm pro Liter ist, und bei dem andererseits ein Phlegma erhalten wird, dessen Alkoholgehalt in der Größenordnung von 10 bis 80, vorzugsweise von 20 bis 40 Volumenprozent liegt.

5. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem in einem vor Schritt ii) erfolgenden Schritt i) wenigstens ein Teil der in den Abwässern vorliegenden Kohlehydrate durch Mikroorganismen- und/oder Enzymtätigkeit in flüchtige Verbindungen umgewandelt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem Schritt i) durch Aufrechterhalten eines pH-Wertes zwischen 3 und 8 und durch Aufrechterhalten einer Temperatur der Abwässer zwischen 10 und 35°C einen Schritt zur alkoholischen Gärung der Zucker durch Hefen oder Bakterien umfaßt, und bei dem die Schritte i), ii) und iii) im We-

sentlichen fortlaufend durchgeführt werden.

7. Vorrichtung zur Behandlung von Zucker oder Alkohol enthaltenden Abwässern, deren Ethanolgehalt in einem Bereich von 0,1 bis 100 Gramm pro Liter liegt, die folgendes umfaßt:

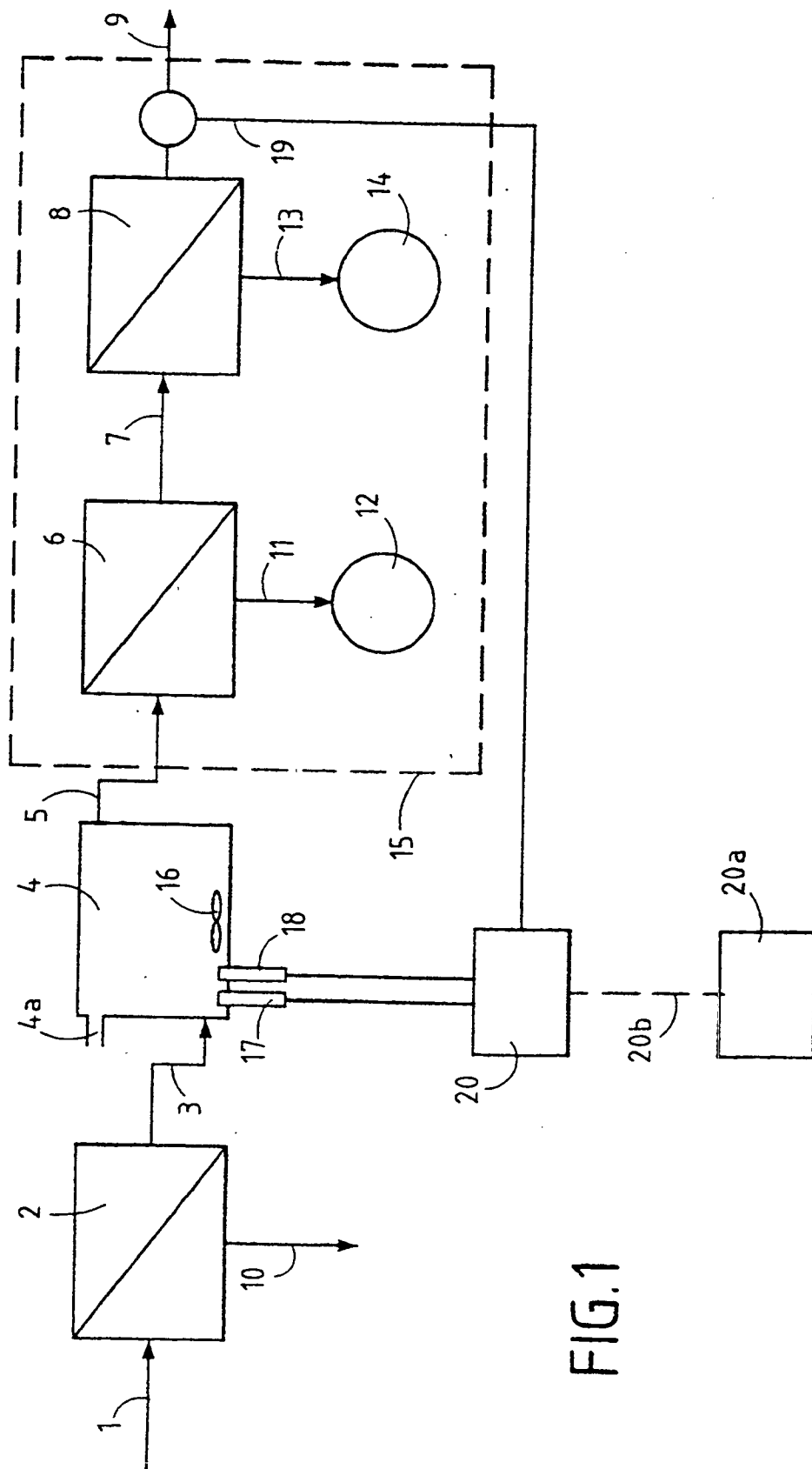
- eine Destillationskolonne (6), welche die Abscheidung eines Teils der flüchtigen Verbindungen von den Abwässern sicherstellt,

- einen mit der Destillationskolonne verbundenen Verdampfer (8), der das Extrahieren von wenigstens einem Teil der schwerflüchtigen, im Wesentlichen organischen, in den Abwässern vorhandenen Rückstände sicherstellt,

wobei die Vorrichtung dadurch gekennzeichnet ist, daß der untere Teil des Verdampfers mit Trennwänden (47) versehen ist und einen Rückstände-Konzentrator-Abscheider bildet, und daß sie außerdem einen Kühlaustauscher (71) für die flüchtigen Verbindungen und ein Mittel zum Sammeln der kondensierten flüchtigen Verbindungen in flüssiger Form aufweist, sowie eine Vorrichtung (111, 114) zum Verdichten von wenigstens einem Teil der aus der Verdampfung des behandelten Wassers hervorgehenden Abwasserdämpfe, und eine Rohrleitung (115), um die verdichteten Abwasserdämpfe an den Verdampfer (8) zu liefern.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, bei welcher der Verdampfer (8) der Kolonne nachgeschaltet ist und die weiterhin einen Fermenter (4) aufweist, der mit der Kolonne (6) verbunden und dieser vorgeschaltet ist, wobei der Fermenter mit einem gegenüber dem pH-Wert der Abwässer empfindlichen Organ (18) sowie mit einem gegenüber der Temperatur der in dem Fermenter vorliegenden Abwässer empfindlichen Organ (17) versehen ist, wobei die Vorrichtung außerdem ein Transportmittel (7, 42, 43) aufweist, das den fortlaufenden Transport der Abwässer von der Kolonne (6) zu dem Verdampfer (8) sicherstellt.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen



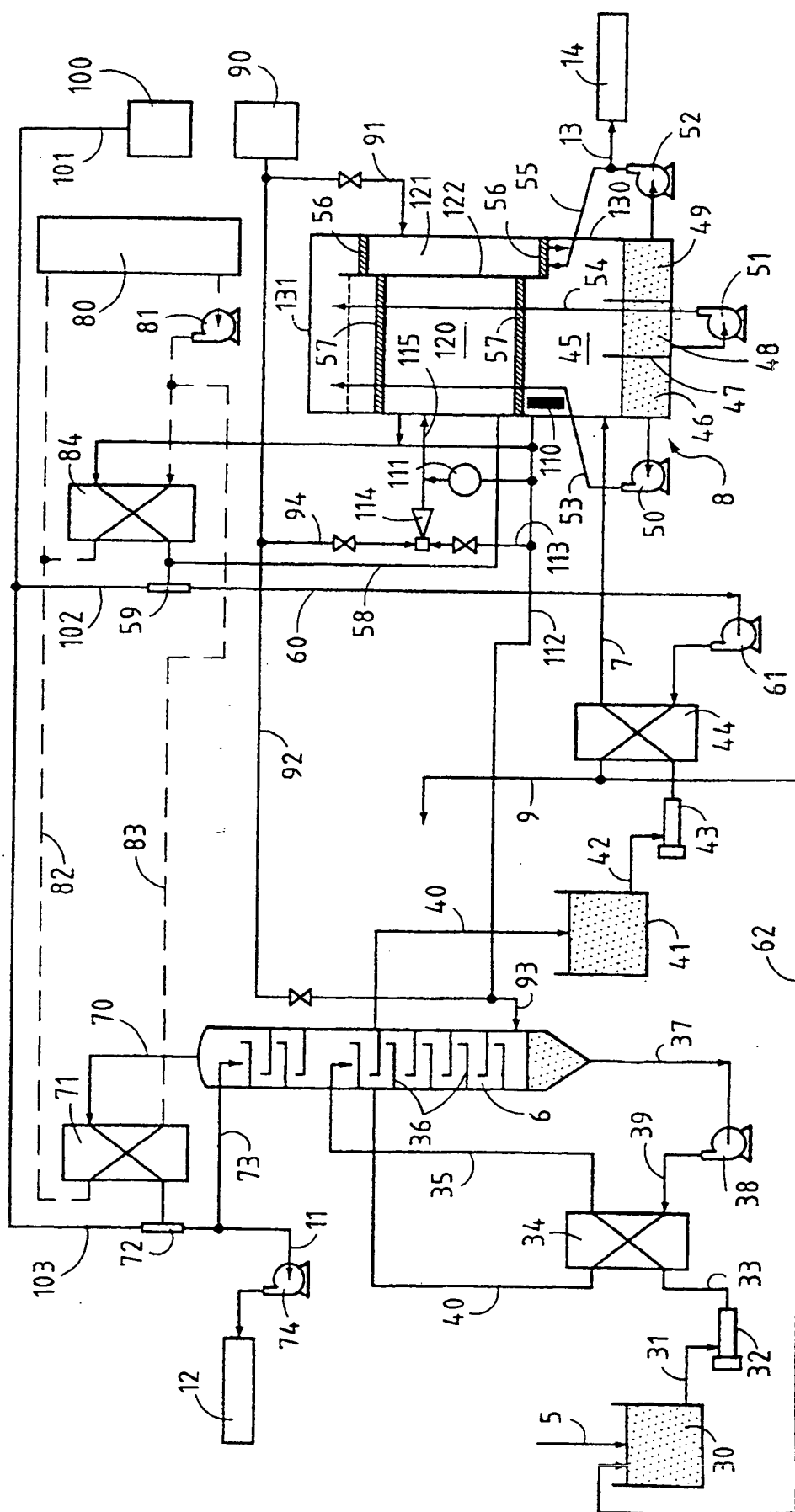


FIG. 2