PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 :		(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 00/01622**
C02F 3/28	**A2**	(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 13. Januar 2000 (13.01.00)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/02037

(22) Internationales Anmeldedatum: 2. Juli 1999 (02.07.99)

(30) Prioritätsdaten:
198 29 673.8 3. Juli 1998 (03.07.98) DE

(71)(72) Anmelder und Erfinder: KNOBLOCH, Michael [DE/DE]; Zauckeroder Strasse 3, D–01159 Dresden (DE). SCHMIDT, Andreas [DZ/DZ]; Roter Weg 2, D–09599 Freiberg (DE). KOCH, Reinhard [DE/DE]; Alte Kolonie 30, D–01609 Gröditz (DE). PEUKERT, Volkmar [DE/DE]; Hohlbeinstrasse 48, D–01307 Dresden (DE).

(74) Anwalt: HOFMANN, Klaus; Pätzelt–Seltmann–Hofmann, Ammonstrasse 72, D–01067 Dresden (DE).

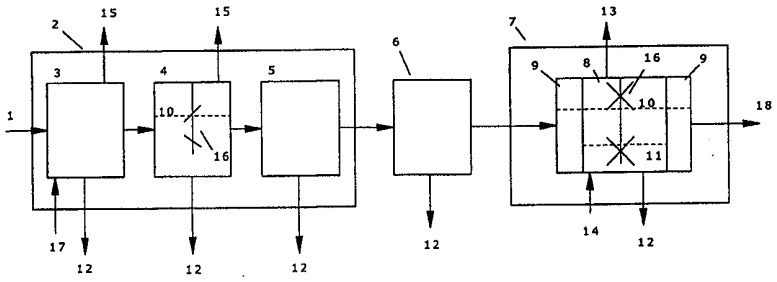
(81) Bestimmungsstaaten: CN, IL, NZ, TR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht
Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

(54) Title: METHOD AND INSTALLATION FOR TREATING WASTE WATER FROM OIL SEED AND CEREAL PROCESSING

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANLAGE ZUR BEHANDLUNG VON ABWASSER AUS DER ÖLFRÜCHTE– UND GETREIDEVERARBEITUNG

(57) Abstract



The invention relates to a method and installation for treating waste water from oil seed and cereal processing, especially olive oil mill waste water (OMW), guaranteeing a substantial reduction of environmentally damaging waste water ingredients while taking economic factors into account. The aim of the invention is to develop a method and system designed to treat olive oil mill waste water, whereby higher physical, chemical, biochemical and biological elimination rates can be achieved using the material and energy potential of the OMW while taking economic aspects into account. The installation needs to be able to operate at short notice due to the amounts of seasonal waste. In the inventive method and installation thus disclosed, the fresh waste water is pre–treated by subjecting it to acidification with biogenic flocculation and separation of solid particles. The pre–treated waste water is then anaerobically and mesophilically processed using a carrier–bound biomass suspension, whereby fixing occurs using moving bed biofilm biology with cylindrical hollow bodies acting as a carrier material and the biogas thus arising, in addition to the sludge thus occurring, is removed.

(57) **Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anlage zur Behandlung von Abwasser aus der Ölfrüchte– und Getreideverarbeitung, insbesondere Abwasser aus der Olivenölherstellung (OMW – olive oil mill waste water), die eine weitgehende Reduzierung der umweltbelastenden Abwasserinhaltsstoffe unter Berücksichtigung ökonomischer Faktoren gewährleistet. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Anlage zu entwickeln, mit deren Hilfe bei der Behandlung von Olivenölabwässern höhere physikalische, chemische, biochemische und biologische Eliminationsraten bei Nutzung des stofflichen und energetischen Potentials des OMW unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Belange möglich ist. Durch den saisonbedingten Abwasseranfall soll eine kurzzeitige Inbetriebnahme möglich sein. Erfindungsgemäß wird ein Verfahren und eine Anlage beschrieben, bei der das zu behandelnde, frische Abwasser einer Vorbehandlung durch eine Versäuerung mit einer biogenen Flockung und einer Feststoffabtrennung unterzogen wird. Anschließend wird das vorbehandelte Abwasser anaerob–mesophil durch suspendierte und trägerfixierte Biomasse weiterbehandelt, wobei die Fixierung durch Einsatz einer Moving–Bed–Biofilmbiologie mit zylinderförmigen Hohlkörpern als Trägermaterial erfolgt und entstehendes Biogas und anfallender Schlamm abgezogen werden.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	**ES**	Spanien	**LS**	Lesotho	**SI**	Slowenien
AM	Armenien	**FI**	Finnland	**LT**	Litauen	**SK**	Slowakei
AT	Österreich	**FR**	Frankreich	**LU**	Luxemburg	**SN**	Senegal
AU	Australien	**GA**	Gabun	**LV**	Lettland	**SZ**	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	**GB**	Vereinigtes Königreich	**MC**	Monaco	**TD**	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	**GE**	Georgien	**MD**	Republik Moldau	**TG**	Togo
BB	Barbados	**GH**	Ghana	**MG**	Madagaskar	**TJ**	Tadschikistan
BE	Belgien	**GN**	Guinea	**MK**	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	**TM**	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	**GR**	Griechenland			**TR**	Türkei
BG	Bulgarien	**HU**	Ungarn	**ML**	Mali	**TT**	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	**IE**	Irland	**MN**	Mongolei	**UA**	Ukraine
BR	Brasilien	**IL**	Israel	**MR**	Mauretanien	**UG**	Uganda
BY	Belarus	**IS**	Island	**MW**	Malawi	**US**	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	**IT**	Italien	**MX**	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	**JP**	Japan	**NE**	Niger	**UZ**	Usbekistan
CG	Kongo	**KE**	Kenia	**NL**	Niederlande	**VN**	Vietnam
CH	Schweiz	**KG**	Kirgisistan	**NO**	Norwegen	**YU**	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	**KP**	Demokratische Volksrepublik Korea	**NZ**	Neuseeland	**ZW**	Zimbabwe
CM	Kamerun			**PL**	Polen		
CN	China	**KR**	Republik Korea	**PT**	Portugal		
CU	Kuba	**KZ**	Kasachstan	**RO**	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	**LC**	St. Lucia	**RU**	Russische Föderation		
DE	Deutschland	**LI**	Liechtenstein	**SD**	Sudan		
DK	Dänemark	**LK**	Sri Lanka	**SE**	Schweden		
EE	Estland	**LR**	Liberia	**SG**	Singapur		

Verfahren und Anlage zur Behandlung von Abwasser aus der Ölfrüchte- und Getreideverarbeitung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anlage zur Behandlung von Abwasser aus der Ölfrüchte- und Getreideverarbeitung, insbesondere Abwasser aus der Olivenölherstellung (OMW - olive oil mill waste water), die eine weitgehende Reduzierung der umweltbelastenden Abwasserinhaltsstoffe unter Berücksichtigung ökonomischer Faktoren gewährleistet.

Das Abwasser aus der Ölfrüchte- und Getreideverarbeitung, beispielsweise aus Raps-, Sonnenblumen- oder Oliven-Ölmühlen, zeichnet sich durch eine hohe organische Fracht aus. Ein besonders Merkmal dieser Abwässer ist durch den sehr hohen suspendierten Bestandteil gegeben, bedingt durch den Herstellungsprozeß durch eine Zerkleinerung mit einem anschließenden Pressen oder Zentrifugieren. Ölfrüchte fallen saisonal während der Erntezeit, bei OMW zwischen November und März, an. Sie können toxische Bestandteile, die eine biologische Behandlung erschweren, enthalten.

Der Einsatz einer Technologie für die Ölfrüchteabwasser-Behandlung erfolgt vorrangig im ländlichen und/oder schwach industriellen Bereichen. Daraus ergeben sich bestimmte ökonomische Anforderungen.

In der Literatur werden verfahrenstechnische und apparative Lösungen für die Behandlung von OMW dargestellt, die sich auf physikalische, chemische, biochemische und biologische Methoden oder deren Kombination stützen.

In EP 0441103 A1 wird die Behandlung des OMW mittels aerober Oxydation, nachfolgender Kühlung und nachfolgender Filtration durch Kieselsand oder Aktivkohle beschrieben.

In EP 0295722 A1 wird das OMW in einem Turm im Gegenstrom von ungesättigter Luft versprüht und das dadurch entstandene Konzentrat einer Trocknung zugeführt. Es wird auf die allgemeine Veränderungen der Technologie der Ölherstellung, einhergehend

mit größeren Abwassermengen und damit verbundenen geringeren Trockensubstanzgehalten des OMW verwiesen, was die Wirtschaftlichkeit dieses Verfahrens verringert.

EP 0520239 A1 beschreibt die Zugabe von Oxydationsmittel zu OMW, optional in Verbindung mit Enzymen.

In WO 96/05145 werden je m^3 OMW 300 Liter natürlichen Bentonits beigemischt und so ein festes Substrat erzeugt.

In WO 95/32158 wird organischer Abfall einer anaeroben Behandlung zugeführt. Zuvor wird der Abfall mechanisch bearbeitet und wärmebehandelt. Anfallender Schlamm wird entzogen. Der vorbehandelte Abfall wird einem trichterförmigen, beheizten Behälter zugeführt. Entstehender Flüssigabfall wird aus dem Behälter abgeschlagen, mit Wasser versetzt und dem Behälter wieder zugeführt. Entstehendes Biogas wird abgeleitet. Dieses einstufige Anaerobverfahren bezieht auf die Behandlung fester organischer Abfälle.

DE 19703018 A1 beschreibt ein Verfahren zum anaeroben Vergären von Klärschlamm. Hauptaugenmerk wird dabei auf die physikalisch-chemische Entflockung des Schlammes vor, zwischen und nach den einzelnen anaeroben Gärstufen mit dem Ziel der effektiveren Vergärung gelegt. Das Verfahren strebt eine Optimierung der Klärschlammvergärung durch Auflösungsprozesse an und nicht die Reduzierung von Abwasserinhaltsstoffen durch Phasentrennung und Feststoffentnahme.

In WO 97/47561 wird ein Verfahren zur Behandlung hochbelasteter und/oder toxischer Abwässer auch aus der Ölherstellung beschrieben. Neben der Anordnung mehrerer physikalischer und chemischer Behandlungsstufen erfolgt die biologische Behandlung in ein oder mehreren aeroben, anoxischen Reaktoren bei zumindest teilweiser Kreislaufführung unter Zufuhr von Sauerstoff und Zugabe von Bakterien. Dieses Verfahren zeichnet sich durch eine Vielzahl von Verfahrensschritten sowie durch die Zugabe von Sauerstoff aus, was als sehr energieintensiv

und je nach Anwendungsfall als unwirtschaftlich eingeschätzt werden kann.

Ein Forschungsbericht von AVENI [Water Res. Vol. 19 (1985), No. 5. pp. 667, 669] befaßt sich mit der anaeroben Behandlung von OMW als ein einstufiges Verfahren mit einem herkömmlichen Schlammbettreaktor.

In EP 0711732 A2 wird ein UASB-Reaktor (Upflow-Anaerobic-Sludge-Blanket) zur anaeroben Abwasserreinigung beschrieben. Ein UASB-Reaktor wird mit Modulen versehen, die die Trennung der drei Phasen Bioschlamm, Biogas und Wasser durchführen können. Im einzelnen werden technische Verbesserungen der Einbauten und der Geometrie bisheriger Konstruktionen beschrieben, die sich auf weitere Patente beziehen. Die Schlammbettbiologie weist gegenüber der Biofilmbiologie Nachteile hinsichtlich der Prozeßstabilität, saisonaler Betriebsweise und kurzen Einfahrphasen auf. Weiterhin erfolgt keine Reduzierung der organischen Last und toxischer Stoffe mit der Folge von Abwasserverdünnung oder unwirtschaftlichen Reaktorvolumina.

Eine Veröffentlichung von Gharsallah [Influence of dilution and phase separatin on the anaerobic digestion of olive mill wastewater - Bioprocess Engineering 10 (1994) pp. 29-34] bezieht sich auf die anaerobe Behandlung von OMW. Dabei steht im Vordergrund, die Einflüsse einer Abwasserverdünnung sowie einer räumlichen Auftrennung der anaeroben Abbauvorgänge in eine Versäuerungs- und einer Methanstufe zu charakterisieren. Eine Verdünnung des Abwassers durch Frischwasser ist positiv für die biologischen Abbauprozesse, führt aber zu einem erhöhten Abwasseraufkommen mit einer gewissen Restschmutzfracht im Systemablauf. Weiterhin kann sich die Bereitstellung eines zusätzlichen Wasserinputs in der Praxis in olivenölherstellenden Ländern als problematisch erweisen.

Untersuchungen an einem Blasensäulenreaktor zur Behandlung von OMW werden von Hamdi und Ellouz in [Bubble column fermen-

tation of olive mill watewater by Aspergillus niger - J. Chem. Tech. Biotechnol. 1992, pp. 54, 331-335] beschrieben. Die Reaktorgestaltung dient unter Einsatz von Trägerkörper zum Aufwuchs der Pilzkultur Apergillus niger, welche eine Fermentation des Abwasser durch Eliminierung toxischer Inhaltsstoffe begünstigen soll. Die Untersuchungen richten sich auf die Vorbehandlung von OMW durch den Einsatz einer speziellen Pilzkultur und nicht auf eine Frachtreduzierung.

In Kampanos (Kreta - Griechenland) existiert bereits eine großtechnische Pilotanlage zur anaeroben Behandlung von OMW. Bei dem einstufige Verfahren mit einem herkömmlichen Schlammbettreaktor, werden die Abwässer in der Vorbehandlung homogenisiert und neutralisiert. Daran schließt sich ein Speicher an, von dem aus die anaeroben Stufe gleichmäßig beschickt wird. Der im Speicher sedimentierte Schlamm wird separat einer Biogasanlage zugeführt.

Die in der Literatur beschriebenen Verfahren und Anlagen zur Reinigung bzw. zur Beseitigung von Abwasser aus der Ölfrüchteverarbeitung eignen sich nur begrenzt für eine kostengünstige, prozeßstabile und effektive Frachtreduzierung und deutlicher Minderung der Belastung der Umwelt unter Nutzung des stofflichen und energetischen Potentials der Ölfrüchte.

Oxidative Behandlungsverfahren eignen sich aufgrund des hohen Energiebedarfs weniger zur Behandlung von Abwässern der Ölfrüchteverarbeitung. Ferner wird dessen energetisches Potential nicht genutzt.

Probleme werden bei den in der Literatur beschriebenen anaeroben Verfahren und Anlagen darin gesehen, daß keine wirksame Vorbehandlung, einhergehend mit einer deutlichen Reduzierung der organischen Fracht sowie toxischer Stoffe vor der Methanphase durchgeführt wird. Weiterhin werden die bekannten anaeroben Verfahren als prozeßinstabil und für eine saisonale Betriebsweise als ungeeignet eingeschätzt. Eine ausreichende Prozeßstabilität kann nur durch sehr große, unwirtschaftliche

Reaktorvolumina erreicht werden. Außerdem weisen die bekannten Verfahren lange Einfahrzeiten auf.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Anlage zu entwickeln, mit deren Hilfe bei der Behandlung von Abwasser aus der Ölfrüchte- und Getreideverarbeitung höhere physikalische, chemische, biochemische und biologische Eliminationsraten bei Nutzung dessen stofflichen und energetischen Potentials unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Belange möglich ist. Durch den saisonbedingten Abwasseranfall soll eine kurzzeitige Inbetriebnahme möglich sein.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch den Verfahrensanspruch 1 und den Anlagenanspruch 8 gelöst. Ausgestaltende Merkmale sind in den Unteransprüchen 2 bis 7 und 9 bis 12 beschrieben.

1. Stufe: Versäuerung und Phasentrennung

Das zu behandelnde, frische Abwasser wird zuerst einer Vorbehandlungsstufe unterzogen.

Die in einer Versäuerungsstufe ablaufenden biochemische Vorgänge der Hydrolyse und Versäuerung bewirken ein Aufspalten organischer Verbindungen, bei der gleichzeitig durch Veränderung des elektrochemischen Potentials eine biogene Flockung der suspendierten Abwasserinhaltsstoffe angeregt wird. Die Flockung kann auf der Basis chemischer und/oder physikalischer Vorgänge verstärkt werden, beispielsweise durch Flockungsmittel. Die Abtrennung der im zu behandelnden Abwasser enthaltenen Feststoffe kann unter Zuhilfenahme von Flotation, Sedimentation, Filtration, Zentrifugation oder elektromagnetische Abscheideverfahren vorgenommen werden.

Der Einsatz von Trägerkörpern im Versäuerungsreaktor zur Ansiedlung sessiler Organismen fördert die biochemische Aufspaltung und die Prozeßstabilität. Durch den zusätzlich Eintrag geringer Mengen Luft lassen sich die Versäuerungsvorgänge zugunsten einer anaeroben methanogenen Weiterbehandlung

beeinflussen. Bei dem Einsatz von Trägerkörper in der Versäuerungsstufe ist eine vorgeschaltete Flotationsstufe zur Abtrennung flotationsfähiger Bestandteile im Abwasser erforderlich. Betriebsstörungen lassen sich so vermeiden. Hier kann optional durch Erwärmung des Flotationsgas zusätzliche Effekte, wie das Ausgasen flüchtiger Bestandteile, angeregt werden.

Infolge der komplexen biochemischen und physikalischen Prozesse der Vorbehandlung findet eine erhebliche Frachtreduzierung an organischen und für die Methanbiologie toxischer Stoffe statt. Jede weitere Behandlung kann damit bei geringerer Last wirtschaftlicher und prozeßstabiler betrieben werden.

Der separierte Schlamm wird weiterbehandelt und kann stofflich, in Form von Dünger, oder energetisch zusammen mit den festen Rückständen der Ölgewinnung genutzt werden.

2. Stufe: Biogasstufe

Das in der ersten Stufe vorbehandelte und versäuerte Abwasser wird unter anaeroben Milieubedingungen in einer ein- oder mehrstufigen Biogasstufe biologisch weiterbehandelt. Dabei werden vorwiegend die gelösten und restlichen suspendierten Stoffe abgebaut. Zu Vergleichmäßigung von Abwasserschwankungen und einer quasikontinuierlichen Beschickung des Reaktors kann ein Zwischenspeicher vorgeschaltet werden. Die biologischen Vorgänge im Reaktor geschehen im mesophilen Temperaturbereich. In dieser Biogasstufe erfolgt eine Behandlung durch suspendierte und trägerfixierte Biomasse, wobei die Fixierung mittels einer Moving-Bed-Biofilmbiologie erfolgt. Ein Moving-Bed-Biofilmbiologie kennzeichnet sich durch den Einsatz kleiner freibeweglicher Trägerkörper mit einer hohen spezifischen Oberfläche aus.

Die Verwendung einer Biofilmbiologie durch sessile Organismen minimiert den ungewollten Austrag aktiver Biomasse und erhöht

die Prozeßstabilität. Weiterhin können damit kurze Einfahrzeiten bei einer saisonalen Betriebsweise der Anlage erzielt werden. Mit dem Moving-Bed-System kann das Trägermaterial durch die Wahl der Materialdichte beliebig im Reaktor ohne technische Einbauten positioniert werden. Die freibeweglichen Körper des Moving-Bed-System lassen Gasblasen passieren und sind mechanisch durchmischbar. Das Aufwuchsträgermaterial hat die Form von zylinderförmigen Hohlkörpern und vorteilhafterweise eine theoretisch besiedelbare Oberfläche von mehr als 800 m^2/m^3 Schüttvolumen. In den geschützten Hohlräumen dieser Träger findet eine verstärke Ansiedlung der Organismen statt. Biogas wird abgeleitet und kann energetisch verwertet werden und ermöglicht einen weitestgehenden energieautarken Betrieb der Anlage mit Energieüberschuß.

Entsprechend den Reinigungsanforderungen und ökonomischen Verhältnissen kann daß behandelte Abwasser zur Bewässerung dienen, in kommunale Kläranlagen eingeleitet, oder in einer separaten Stufe durch aerobe Prozesse oder Filtration nachgereinigt werden.

Nachfolgend wird die Erfindung an einem Beispiel einer Versuchsanlage mit einem Tageswasserzulauf von 5 bis 40 m^3 und einer CSB-Belastung zwischen 50.000 und 100.000 mg/l näher erläutert.

Das direkt ohne Zwischenspeicherung aus der Olivenölherstellung kommende Abwasser weist eine Temperatur von ca. 35°C auf und wird über einen Zulauf 1 in einen Betonbehälter 2 geleitet, in welchem die Vorbehandlung und Versäuerung stattfindet. Der zylindrische Behälter mit einem Innendurchmesser von 5 m und einer Höhe von 4 Metern ist dreifach gekammert, wobei die Unterkammerung durch eine konzentrische Trennwand sowie zwei Trennwände im Zylinderring des Behälters hergestellt wird. Alle Kammern sind hydraulisch verbunden und als korrespondierende Röhren aufzufassen. Ein Zylinderring bildet den Flotationsreaktor 3, in welchem über eine Belüftungseinrichtung Flotationsgas 17 eingeblasen wird, wodurch Flotations-

prozesse auslöst werden. Sich bildender Schwimmschlamm wird mechanisch über einen Flotationsschlammabzug 12 abgeschöpft. Die innere Kammer bildet den Versäuerungsreaktor 4. Er weist einen Innendurchmesser von ca. 3 m auf. Der Versäuerungsreaktor 4 enthält ca. 30% schwimmendes Aufwuchsträgermaterial 10, das eine Dichte um 0,9 g/cm³ und eine spezifische Oberfläche von ca. 900 m² je m³ Schüttvolumen aufweist. Die Aufwuchsträger sind 8 mm lange, zylinderförmige Hohlkörper mit in Längsrichtung außen und innen geriefter Oberfläche, einem Außendurchmesser von 5 mm und einen Innendurchmesser von 4 mm. Die Riefen sind etwa 0,6 mm tief.

Durch sich auf den Trägerkörpern bevorzugt ansiedelnde sessile Kulturen wird die Belebtschlammbildung unterstützt und stabilisiert. Dieser Reaktor wird mittels langsamdrehendem Rührer 16 durchmischt. Durch den Rühreffekt wird das Lösen der Schlammflocken vom Aufwuchsträgermaterial verstärkt. Schlamm sedimentiert und wird abgezogen. Der Rührer 16 im Versäuerungsreaktor 4 wirkt gleichzeitig als Krälwerk und fördert den Sedimentationsschlamm zum Schlammabzugskanal am Behälterboden. Die 3. Kammer bildet den Flockungsreaktor 5, der als Absetzbecken dient. Im Zulauf zum Flockungsreaktor 5 kann optional Flockungsmittel zudosiert werden. Sedimentierter Schlamm wird über einen Schlammabzug 12 abgezogen. Schwimmschlamm wird durch das umlaufende Schöpfwerk, welches auch den Flotationsreaktor 3 bedient, abgetrennt. Der pH-Wert fällt auf ca. pH 3,5 bis pH 5. Infolge der Sedimentations- und Schwimmschlammentnahme wird die Fracht auf ca. 40 bis 60 % der Eingangswerte reduziert. Die Behälter ist mit einer PE-Folie abgedeckt. Die entstehende Gasphase wird über einen Reaktorgasabzug 15 abgesaugt, mit Luft angereichert und als Verbrennungsluft zu einer Biogasanlage gefördert.

Der Schlamm wird in ein zur Basis gedichtetes Erdbecken mit einem Fassungsvolumen von ca. 100 m³ geleitet. Über einen Grobkiesfilter kann sich bildendes Wasser in den Speicher 6 laufen. Bei einer Schlammspiegelhöhe von 80 cm springt der Überlauf im Speicher 6 an.

Der Speicher 6 ist als zur Basis gedichtetes Erdbecken mit einem Fassungsvolumen von ca. 300 m³ ausgeführt. Der maximale Wasserstand beträgt 1,5 m. Aus dem Speicher 6 wird täglich eine gleichbleibende Menge von ca. 7 m³ in den Biogasreaktor 7 gefördert. Die Wasserabsaugung erfolgt ca. 10 cm unter der Wasseroberfläche. Durch eine schwimmende Absaugvorrichtung bleibt die Absaugtiefe in Relation zur Wasseroberfläche bei wechselndem Wasserstand konstant.

Der Biogasreaktor 7 ist gleichfalls wie die Vorreinigung als zylindrischer Behälter mit einem Innendurchmesser von 5 m und einer Höhe von 4 Metern ausgeführt, jedoch nur zweifach gekammert, wobei die Unterkammerung durch eine konzentrische Trennwand hergestellt wird. Die Innenkammer 8 mit einem Durchmesser von ca. 4 m weist ein Fassungsvolumen von ca. 50 m³ auf. Der Biogasreaktor 7 wird über eine Wandheizung auf ca. 36 °C beheizt und ist außen wärmegedämmt. Die CSB-Raumbelastung beträgt 2 bis 6 kg/m³*d. Der Abwasserzulauf erfolgt über ein zeitgesteuertes Pumpsystem aus dem Speicher 6 in die Innenkammer 8 am Behälterboden. Die Innenkammer 8 ist zu ca. 30% mit schwimmendem Aufwuchsträgermaterial 10 einer Dichte um 0,9 g/cm³ und zu ca. 10% mit absinkendem Aufwuchsträgermaterial 11 einer Dichte um 1,3 g/cm³ gefüllt, die eine spezifische Oberfläche von ca. 900 m² je m³ aufweisen. Die Trägerkörper 10 und 11 gewährleisten eine Biomassefixierung, verbunden mit einer Intensivierung und Stabilisierung der biologischen Abbauprozesse. Über ein langsamdrehendes Rührwerk 16 wird der Wasserkörper und die Trägerkörper durchmischt. Die Außenkammer 9 fungiert als anaerobe Nachreinigung unter Einsatz schwimmender Trägerkörper mit einer Dichte von 0,9 g/cm³. Infolge biologischer Abbauprozesse bildet sich Biogas welches über einen Biogasabzug 13 abgezogen und energetisch verwertet wird. Der Biogasreaktor 7 ist nach oben mit einer 2 mm PE-Folie gasdicht abgeschlossen. Das Gasspeichervolumen beträgt ca. 15 m³.

Untersuchungsergebnisse

Bei Untersuchungen zur zweistufigen anaeroben Behandlung von OMW mit Feststoffabtrennung im halbtechnischen Maßstab konnten Reinigungsleistung von 92 bis 97% erreicht werden, bei einem weitestgehend geruchsstabilen Ablauf.

Mittlere Konzentrationswerte und Parameter nach den einzelnen Behandlungsstufen

Parameter	Rohab-wasser	Versäue-rung	Flockung	Methani-sierung
CSB [g/l]	70	40	26	3
CSB-Abbaurate [%]	0	43	63	96
TS-Gehalt [g/l]	71	39	15	2,8
Phenol [g/l]	3	0,6	0,5	0,08
pH	5,4	4,2	4,6	7,1
HRT	-	2,5	-	8

Das Schlammaufkommen beträgt nach der Feststoffabtrennung ca. 0,2 bis 0,25 m^3 pro m^3 Abwasser bei einem TS-Gehalt von ca. 36 g/l. Die Produktion an Biogas mit einem Methangehalt von 65 bis 70 Vol.% durch die Methanisierung von OMW beläuft sich auf 7 bis 8 m^3 Gas pro m^3 Abwasser und 350 bis 400 l pro kg abgebautem CSB.

Bezugszeichenliste

1	Zulauf
2	Vorbehandlung
3	Flotationsreaktor
4	Versäuerungsreaktor
5	Flockungsreaktor
6	Speicher
7	Biogasreaktor
8	Innenkammer
9	Außenkammer
10	aufschwimmendes Aufwuchsträgermaterial
11	absinkendes Aufwuchsträgermaterial
12	Schlammabzug
13	Biogasabzug
14	Wandheizung
15	Reaktorgasabzug
16	Rührwerk
17	Flotationsgas
18	Ablauf

Patentansprüche

1. Verfahren zur Behandlung von Abwasser aus der Ölfrüchte- und Getreideverarbeitung mit folgenden Merkmalen:
   - das zu behandelnde, frische Abwasser wird einer Vorbehandlung durch eine Versäuerung mit einer biogenen Flockung und einer Feststoffabtrennung unterzogen,
   - anschließend wird das vorbehandelte Abwasser anaerob-mesophil durch suspendierte und trägerfixierte Biomasse weiterbehandelt, wobei die Fixierung durch Einsatz einer Moving-Bed-Biofilmbiologie mit zylinderförmigen Hohlkörpern als Trägermaterial erfolgt und entstehendes Biogas und anfallender Schlamm abgezogen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Versäuerung eine Flotation erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Flotationsgas erwärmt wird.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Versäuerung Flockungsmittel zugegeben werden.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Versäuerung durch eine Moving-Bed-Biofilmbiologie unterstützt wird.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in die Versäuerung zeitweilig geringe Mengen Luft eingetragen wird.

7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das vorbehandelte Abwasser nach der Versäuerung einem Speicher zugeführt wird, in dem mengenmäßige Zulaufschwankungen gepuffert werden, Sedimentationsprozesse fortlaufen und Sedimentationsschlamm entnommen wird.

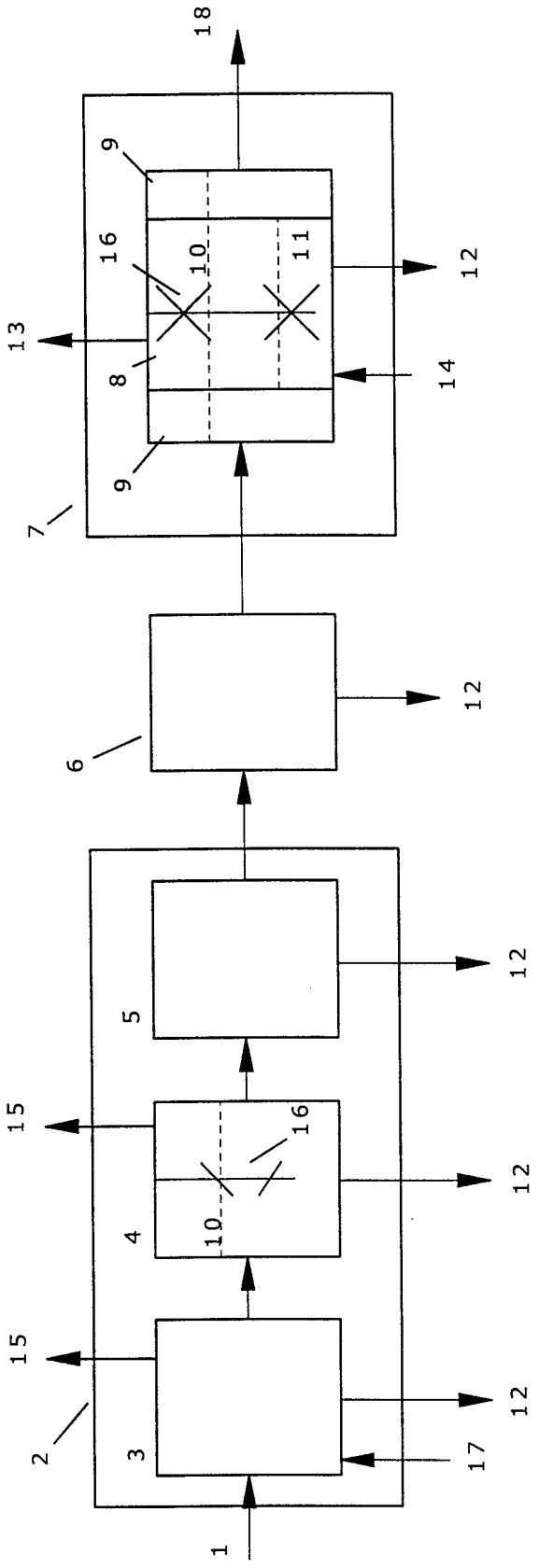
8. Anlage zur Behandlung von Abwasser aus der Ölfrüchte- und Getreideverarbeitung mit folgenden Merkmalen:
   - ein Zulauf (1) führt in einen Versäuerungsreaktor (4),
   - im Versäuerungsreaktor (4) befinden sich eine Rühreinrichtung (16),
   - der Versäuerungsreaktor (4) besitzt einen Schlammabzug (12) und einen Reaktorgasabzug (15),
   - der Versäuerungsreaktor (4) ist mit einem Flockungsreaktor (5) verbunden, der einen Schlammabzug (12) besitzt,
   - vom Flockungsreaktor (5) führt eine Leitung in einen Biogasreaktor (7), der eine Heizung (14) und eine Umwälzeinrichtung (16) enthält,
   - der Biogasreaktor (7) besitzt einen Biogasabzug (13), einen Schlammabzug (12) und einen Ablauf (18),
   - im Biogasreaktor (7) befindet sich Aufwuchsträgermaterial in Form von zylinderförmigen Hohlkörpern mit einer Dichte von $< 0{,}95$ g/cm³ sowie $> 1{,}1$ g/cm³.

9. Anlage nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Versäuerungsreaktor (4) ein Flotationsreaktor (3) angeordnet ist, der einen Schlammabzug (12) enthält.

10. Anlage nach den Ansprüchen 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß sich im Versäuerungsreaktor (4) Aufwuchsträgermaterial in Form von zylinderförmigen Hohlkörpern befindet.

11. Anlage nach den Ansprüchen 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß sich zwischen dem Flockungsreaktor (5) und dem Biogasreaktor (7) ein Speicherbehälter befindet.

12. Anlage nach den Ansprüchen 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufwuchsträgermaterial eine theoretisch besiedelbare Oberfläche von mehr als 800 m²/m³ Schüttvolumen besitzt.


18
9
16
10
11
12
13
8
14
9
7
6
12
5
12
15
16
12
4
10
15
12
2
3
17
1