



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

211 544

Int.Cl.³

3(51) C 02 F 11/04

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP C 02 F/ 2445 125

(22) 03.11.82

(44) 18.07.84

(71) BRENNSTOFFINSTITUT FREIBERG;DD;

(72) BIET, JENS,DIPL.-ING.;BRATKE, MANFRED,DR.-ING.;WEISSGAERBER, HARTMUT,DR.-ING.;DD;

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ABWASSERBEHANDLUNG

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung von geklärtem Abwasser, Biogas und Humusdünger durch anaerobe Fermentation von hochbelasteten Abwässern mit Feststoffbeladung in stückiger, faseriger oder krümeliger Form. Aufgabe der Erfindung ist es, eine solche Vorrichtung zu schaffen, um ohne vorherige Fest-Flüssig-Trennung und bei günstiger Energieökonomie hohe Raum-Zeit-Ausbeuten beim mikrobiellen Abbau zu erzielen. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß ein Rührkesselreaktor und ein Pfropfenströmungsreaktor räumlich so miteinander gekoppelt werden, daß der Rührkesselreaktor vorwiegend der hydrolytischen Stufe der Säurephase vorbehalten bleibt und die endgültige Aufarbeitung der verflüssigten Produkte im Strömungsreaktor erfolgt.

1

Titel der Erfindung

Verfahren und Vorrichtung zur Abwasserbehandlung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Behandlung von Abwasser, die in der Kommunalwirtschaft, Industrie und Landwirtschaft anfallen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die in der Kommunalwirtschaft, Industrie und Landwirtschaft anfallenden Abwässer sind üblicherweise noch mit einer mehr oder weniger hohen Fracht von stückigen, faserigen oder krümeligen anorganischen oder aber mikrobiell schwer zersetzbaren organischen Stoffen belastet.

Organische Abwässer, insbesondere Gülle, besitzen eine kolloidale Struktur, die einer guten Fest-Flüssig-Trennung auch bei groben, faserigen oder krümeligen Partikeln entgegenwirkt, da die Dichteunterschiede der Inhaltsstoffe gering sind. Sie neigen aber andererseits infolge von Abbauvorgängen durch die natürlicherweise bereits enthaltenen Mikroorganismen bei längeren Standzeiten in Kanälen u. ä. zur unkontrollierten und unerwünschten Schwimmdecken- und Bodensatzbildung.

Eine weitere Aufarbeitung und Behandlung der Abwässer ist daher zur funktionssicheren und kostengünstigen Entsorgung unumgänglich. Die dafür bisher neben anderen Verfahren und Methoden eingesetzte anaerobe Fermentation diente so nahezu ausschließlich der Klärung der Abwässer, d. h. der Erzeugung umweltfreundlicher Abprodukte. Neuerdings legt man auch auf die Energiegewinnung (Biogas) großen Wert. Für die anaerobe Fermentation (Biogasgewinnung) organischer Abwässer hat sich das Strömungsprinzip des ideal durchmischten Rührkesselreaktors in seiner einfachen, robusten Bauart mit seiner in weiten Grenzen anpassungsfähigen Raumbelastung durchgesetzt. Ziel ist dabei eine über das gesamte Behältervolumen möglichst gleichmäßige Verteilung von Impfschlamm, Substrat und Temperatur, d. h. eine möglichst große aktive Oberfläche bei minimalen Gradienten der charakteristischen Größen zu schaffen. Beim massenhaften Anfall der Abwässer und der damit verbundenen notwendigen Zunahme des Behältervolumens ist dieses Optimum im praktischen Faulbetrieb nicht mehr zu verwirklichen. Ein großer Nachteil dieser Technologie ist auch die niedrige Substratkonzentration im Behälter, die im Idealfall mit der Austrittskonzentration identisch ist und damit bei einer konzentrationsabhängigen Reaktion, wie der anaeroben Fermentation, der Erzielung einer hohen Raum-Zeit-Ausbeute im Wege steht. Weiterhin steigt mit Zunahme des Behältervolumens auch die Totzeit für gezielte Manipulationen des Prozesses von außen, d. h. das Regelverhalten wird zeitlich ungünstiger. Außerdem werden in einem solchen Reaktor die günstigsten Lebensbedingungen für die am Gesamtabbau beteiligten Mikroorganismen nicht erreicht, sondern es stellen sich nur durchschnittliche Be-

dingungen ein, die für alle Mikroorganismen annehmbar sind. Bekanntermaßen vollzieht sich der Abbau der organischen Stoffe bei der anaeroben Fermentation über die Stufen Hydrolyse, Zerlegung der verflüssigten Produkte in kurzkettige, organische Säuren bzw. Stoffe mit Säurecharakter ($\text{pH} < 7$) und dem eigentlichen Methanbildungsprozeß ($\text{pH} > 7$), d. h. nur die Substanzen werden letztlich in Biogas überführt, die vorher in der sauren Phase verflüssigt wurden. Der Prozeß des Abbaues insgesamt ist konzentrationsabhängig und läuft umso schneller ab, je höher die Konzentration an organischer Substanz ist. Ein erster Schritt zur Erzielung höherer Raum-Zeit-Ausbeuten ist die räumliche Aufspaltung des Gesamtprozesses in die einem bestimmten pH-Milieu und einer bestimmten Mikroorganismenpopulation entsprechende Säure- und Methanphase entsprechend US-PS 4,022,665.

Die Phasen lassen sich nun nach den günstigsten Lebensbedingungen der Mikroorganismen getrennt voneinander regeln und steuern. Damit wurde insgesamt eine höhere Raum-Zeit-Ausbeute bei insgesamt verkleinertem Reaktorvolumen gegenüber dem einstufigen Reaktor erzielt. Für hochbelastete Abwässer, deren organische Belastung bereits in gelöster oder disperser Form vorliegt, wurden auch schon Reaktoren nach dem Strömungsprinzip der Pfropfenströmung entsprechend CH-PS 582 630 eingesetzt. Die notwendige innere Oberfläche wird durch Einbauten als Mikroorganismensiedlungsfläche erzielt.

Da hierbei über einen langen Zeitraum des Abbaues die Substratkonzentration sehr hoch gehalten wird, die geforderte Endkonzentration erst am Reaktoraustritt erreicht wird und prinzipbedingt die Mikroorganismen-

gruppen räumlich voneinander getrennt vorliegen, werden hier wesentlich höhere Raum-Zeit-Ausbeuten erzielt. Reaktoren dieses Strömungstyps lassen sich aber nicht für Abwässer einsetzen, die mit stückigen, faserigen oder krümeligen anorganischen oder aber mikrobiell schwer zersetzbaren organischen Stoffen belastet sind, da es hierbei zur Verstopfung der Schüttung oder aber bei beweglicher Schüttung zu Kurzschlußströmungen, teilweiser Auswaschung der Schüttung infolge der Zunahme der Strömungsgeschwindigkeit in den noch offenen Kanälen und damit insgesamt zu einer ungenügenden Reinigung kommt.

In einem solchen Fall ist also eine energie- und apparateintensive Fest-Flüssig-Trennung bei anschließender alleiniger Verarbeitung der flüssigen Phase erforderlich.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist die Erreichung einer hohen Raum-Zeit-Ausbeute bei der anaeroben Fermentation von hochbelasteten Abwässern mit Feststoffbelastung unter Gewinnung von geklärtem Abwasser, Biogas und Humusdünger.

Darlegung des Wesens der Erfindung

- Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Behandlung von Abwasser mit stückigen, faserigen oder krümeligen anorganischen und mikrobiell nur schwer abbaubaren Stoffen (insbesondere von Gällen) in einer Apparatur ohne vorherige Fest-Flüssig-Trennung unter Erzielung hoher Raum-Zeit-Ausbeuten in der Gasproduktion, bei der Humusdüngergewinnung und bei der Klärung der Abwässer.
- Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß ein Rührkesselreaktor und ein Pfropfenströmungsreaktor räumlich so miteinander gekoppelt werden, daß der Rührkesselreaktor vorwiegend der hydrolytischen Stufe der Säurephase vorbehalten bleibt und die endgültige Aufarbeitung der verflüssigten Produkte im Strömungsreaktor erfolgt. Die organischen Abwässer, deren pH-Wert üblicherweise schwach alkalisch ist, gelangen zunächst in den Apparateteil, der nach dem Rührkesselprinzip arbeitet.

Das hier vorherrschende saure pH-Milieu bricht zunächst einmal die kolloidale Struktur des Abwassers; die Mikroorganismen ballen sich unter dem Einfluß des sauren pH-Milieus zusammen, bilden Flocken und setzen sich gemeinsam mit anorganischen und gröberen organischen Partikeln am Boden des Reaktors als Schlamm ab. Die nun vom Feststoff getrennte klare Phase des Abwassers fließt in den Strömungsreaktorteil der Apparatur und wird dort in bekannter Weise bei hoher Raum-Zeit-Ausbeute zu Biogas und geklärtem Abwasser weiterbehandelt. Der am Boden des Rührkesselteils befindliche Schlamm erreicht eine hohe Feststoff-Konzentration und kann ebenfalls mit hoher Raum-Zeit-Ausbeute behandelt werden. Durch Rückführung aktiver Biomasse innerhalb der Säurephase und eine entsprechend dem Einsatzsubstrat und dem gewünschten Abbaugrad vorgenommene Durchmischung des Raumes wird der Schlamm der Hydrolyse so lange ausgesetzt, bis sich im Schlammammelraum ausschließlich anorganische Bestandteile und mikrobiell schwer abbaubare Substanzen (Dauerhumus) befinden.

Enthält das Einsatzsubstrat faserige Bestandteile, so besteht im Rührkesselteil die Möglichkeit der verstärkten Schwimmdeckenbildung. Aus diesem Grunde und um eine gute Vermischung mit aktivierter, rückgeführter Biomasse zu erreichen, ist eine schonende Umwälzung in an sich bekannter Weise im Rührkesselteil unumgänglich. Sie darf weder den Austrag und das Absetzen von Schlamm (anorganische und mikrobiell schwer abbaubare Bestandteile), noch den Austrag der verbliebenen schwimmfähigen, faserigen Bestandteile verhindern.

Vorzugsweise kann als Umwälzeinrichtung eine Mammutpumpe eingesetzt werden, da hierbei durch Zuführung von Einsatzsubstrat in oder unterhalb des Leitrohres und der bei der Einspeisung hervorgerufenen pH-Wertänderung von basisch zu sauer ein Entgasungsvorgang einsetzt, der in der Mammutpumpe den Fördervorgang hervorruft bzw. unterstützt.

Als Ergebnis wird aus dem Rührreaktorteil ein gut entwässerbarer Humusdünger mit bereits hohem Trockensubstanzanteil (aus Schlamm und Schwimmschicht) gewonnen. Die gebildeten wasserlöslichen Fettsäuren werden mit der Klarphase in den Strömungsreaktorteil transportiert und dort verarbeitet. Als Ergebnis wird ein weitgehend geklärtes Abwasser gewonnen. Je nach Einsatzsubstrat und gewünschtem Abbaugrad sind die beiden Reaktorvolumina aufeinander abzustimmen. Hat das Einsatzsubstrat eine zu hohe Feststoffkonzentration, kann es durch Rückführung von geklärtem Abwasser verdünnt werden (interner Wasserkreislauf). Bei schwer abbaubarem Einsatzsubstrat und damit sehr hohem pH-Wert in der Säurephase sollte durch Zugabe von Abwässern mit geringem pH-Wert (z. B. von Silosickersaft) eine pH-Wertregulierung vorgenommen werden. Bei aktiver Biomassenrückführung lassen sich in der Apparatur durch Schaffung großer innerer Oberflächen bei minimalem Energieaufwand insgesamt höhere Raum-Zeit-Ausbeuten als bei reinem Rührkesselverfahren erzielen. Die beteiligten Mikroorganismengruppen werden bei den für sie optimalen Lebensbedingungen gehalten und eine zusätzliche energie- und apparateintensive Vorbereitung der Abwässer, z. B. durch Fest-Flüssig-Trennung, entfällt ebenso wie ein zusätzlicher Apparate- und Energieaufwand für den Transport zwischen den Phasen.

Durch die konzentrische Anordnung der Behältnisse für die einzelnen Phasen der Fermentation ist eine hohe Energieökonomie gewährleistet.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

Die Apparatur besteht aus einem Rührreaktorteil (1) und aus einem Pfropfenströmungsreaktorteil (2). Das Einsatzsubstrat (9) gelangt unterhalb des Leitrohres (3) einer Mammutpumpe in den Rührreaktorteil (1). Durch die Entgasung infolge pH-Werterniedrigung bzw. durch zusätzliche Biogaseinspeisung (13) bewirkt die Mammutpumpe eine schonende Umwälzung dieses Reaktorteiles. Die sich eventuell bildende Schwimmdecke wird ausgetragen (11), die sich absetzenden Schlammartikel am Boden abgezogen (6). Das so von Sink- und Schwimmstoffen befreite, hydrolytisch aufgeschlossene Einsatzsubstrat fließt anschließend in den Pfropfenströmungsreaktorteil (2) der Apparatur ab. Der auf der Kontaktfläche (4) angesiedelte Mikroorganismenrasen zerkleinert die verflüssigten Produkte in kurzkettige organische Säuren bzw. Stoffe mit Säurecharakter, so daß nach Durchfließen der Kontaktfläche (4) die saure Phase abgeschlossen ist. Im Bedarfsfall kann nun eine Biomassenrückführung (12) zur Unterstützung der Hydrolyse im Rührreaktorteil (1) erfolgen bzw. es können weitere Abwässer mit niedrigem pH-Wert (8) gegeben werden.

Die Kontaktfläche (5) ist mit den methanerzeugenden Bakterien besiedelt. Hier werden die gelösten kurzkettigen Säuren bzw. Stoffe mit Säurecharakter zu

Methan reduziert, so daß nach Passieren der Kontaktfläche (5) weitgehend geklärtes Abwasser (7) und Biogas (10) vorliegen. Das geklärte Abwasser kann gegebenenfalls zur Verdünnung des Einsatzsubstrates verwendet werden.

Erfindungsanspruch

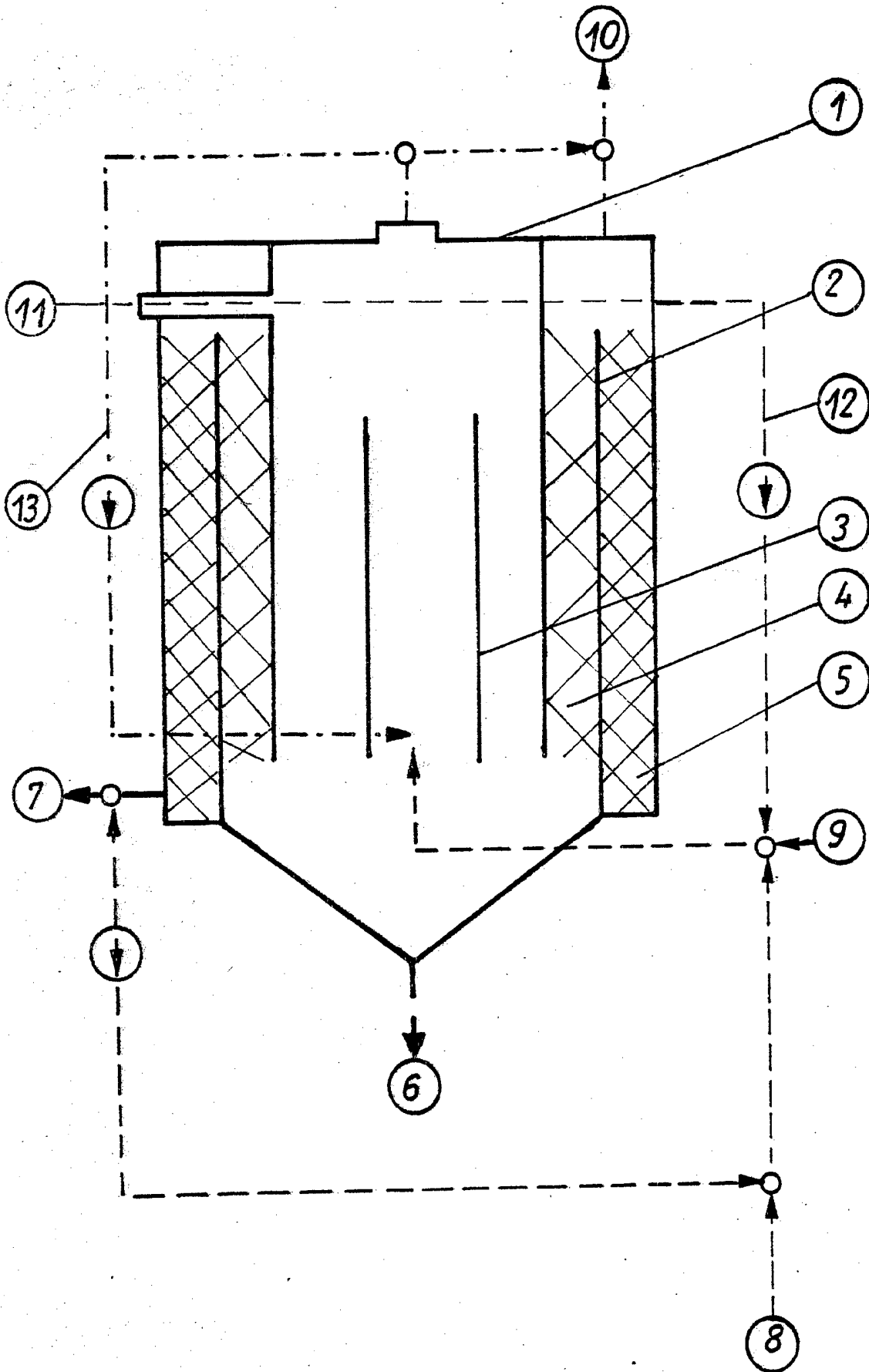
1. Verfahren zur Behandlung von Abwasser mit stückigen, faserigen oder krümeligen anorganischen und mikrobiell schwer abbaubaren Stoffen, insbesondere von Gülle, ohne vorherige Fest-Flüssig-Trennung unter Erzielung hoher Raum-Zeit-Ausbeuten in der Gasproduktion, bei der Humusdüngergewinnung und bei der Klärung der Abwässer, dadurch gekennzeichnet, daß der Abbau der Abwasserinhaltsstoffe nach den beteiligten Hauptmikroorganismengruppen räumlich getrennt erfolgt und dadurch für die Mikroorganismen optimale Lebensbedingungen erhalten werden, um das Regelverhalten der Gesamtapparatur zu verbessern, bereits in der ersten Phase Sink- und Schwimmstoffe vom Abwasser abgetrennt werden und so lange dem Abbauvorgang der ersten Phase unterworfen bleiben (Hydrolyse), bis sie mikrobiell weitgehend stabilisiert sind, durch Einbau von Kontaktflächen für die weiteren Phasen des Abbaues eine große innere Reaktionsfläche mit energetisch geringem Aufwand erzielt wird und die hohe Konzentration des zu behandelnden Abwassers zur Unterstützung des mikrobiellen Abbaues über einen möglichst langen Zeitraum erhalten bleibt und erst am Reaktoraustritt die geforderte Endkonzentration erreicht.

2. Entsprechend Pkt. 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Hydrolyse und Sink- und Schwimmstoffabtrennung in einem Rührkesselreaktor, der weitere Abbau aber in einem Pfropfenströmungsreaktor erfolgt.

3. Entsprechend Pkt. 1 dadurch gekennzeichnet, daß zur Sink- und Schwimmstoffabtrennung und zur Brechung der kolloidalen Struktur des Einsatzsubstrates das pH-Wertgefälle zwischen Einsatzsubstrat und hydrolytischer Phase ausgenutzt wird.

4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Rührkesselreaktor (1) für die hydrolytische Stufe der Abwasserbehandlung und ein konzentrisch um diesen angeordneter Pfropfenströmungsreaktor (2) für die abschließende Aufarbeitung des Abwassers gekoppelt sind, unterhalb des Leitrohres (3) einer Mammutpumpe im Rührkesselreaktor (1) sich die Zufuhr (9) für das Einsatzsubstrat und ein Schlammaustrag (6) befinden und im oberen Teil ein Schwimmdeckenaustrag (11) und ein Abzug (10) für Biogas angeordnet sind, der Pfropfenströmungsreaktor (2) Kontaktflächen (4; 5) für die Säurephase und Methanphase aufnimmt.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen



-3 NOV 1982 * 045095