

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 717 761 A2

(51) Int. Cl.: C02F 1/52 (2006.01)
C02F 1/28 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 01029/20

(22) Anmeldedatum: 18.08.2020

(43) Anmeldung veröffentlicht: 28.02.2022

(71) Anmelder:
David Meyer, Fuchsloch 4a
6317 Oberwil b. Zug (CH)

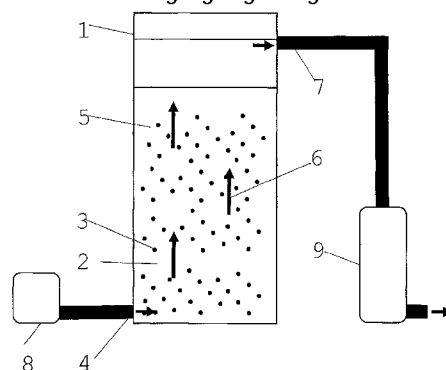
(72) Erfinder:
David Meyer, 6317 Oberwil b. Zug (CH)

(74) Vertreter:
Peter Rutz c/o RUTZ & PARTNER,
Alpenstrasse 14 Postfach 7627
6302 Zug (CH)

(54) Elimination von Mikroverunreinigungen in Abwasser durch dualen Prozess mit Pulveraktivkohle und granulierter Aktivkohle.

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft das Verfahren zur Behandlung von Abwasser und verwendet hierzu Adsorptionsmittel (granulierte Aktivkohle sowie Pulveraktivkohle) um Mikroverunreinigungen (Arzneimittel, Rostschutzmittel u.a. Chemikalien, alle in Spurenkonzentration) aus dem Abwasser zu eliminieren. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass sie bei starken Schwankungen des Abwasseranfalls weniger Adsorptionsmittel und weniger Standfläche für die Reaktoren benötigt und die gewünschte Eliminationsleistung trotz grosser hydraulischer Schwankungen erreicht wird. Dazu benutzt die Erfindung granulierten (5) und pulvrige Aktivkohle dual, indem sie bei tiefen hydraulischen Belastungen das Abwasser nur durch die granulierten Aktivkohle (5) behandeln lässt, wohingegen bei hoher hydraulischer Belastung dem Abwasser zusätzlich Pulveraktivkohle beigegeben wird. In einem Reaktor befindet sich die granulierten Aktivkohle (5) in den das Abwasser von unten im Reaktorfuss (4) derart zugegeben wird, sodass ein Aufwärtsstrom erzeugt wird und dies mit einer ausreichenden Steiggeschwindigkeit, damit die granulierten Aktivkohle (5) im Reaktor schwebt. Dabei expandiert das Aktivkohlebett im Reaktor. Die maximale Steiggeschwindigkeit wird limitierend so gewählt, dass die granulierten Aktivkohle nicht oben aus dem Reaktor geschwemmt wird. Bei tiefer hydraulischer Belastung reicht die granulierten Aktivkohle aus um die gewünschte Eliminationsleistung der Mikroverunreinigungen zu erreichen. Gelegentlich werden dazu klei-

ne Mengen an granulierter Aktivkohle (5) durch neue granulierten Aktivkohle (5) ersetzt. Bei hoher hydraulischer Belastung wird dem Abwasser vor dem Reaktor Pulveraktivkohle zugegeben. Die Pulveraktivkohle durchwandert den Reaktor mit der granulierten Aktivkohle (5) und hat dabei ausreichend Zeit um jene Mikroverunreinigungen zu eliminieren, welche die granulierten Aktivkohle (5) wegen der kürzeren Verweildauer des Wassers im Reaktor nicht mehr ausreichend eliminieren kann. Ein dem Reaktor nachgeschalteter Filter entfernt die Pulveraktivkohle aus dem von Mikroverunreinigungen gereinigten Abwasser.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft die Behandlung von Abwasser. Im Detail bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine Prozedur für Abwasser aus kommunaler bzw. industrieller Herkunft, mit dem Ziel, die Mikroverunreinigungen (MV) und organische, natürliche Kleinstteile aus dem Abwasser zu eliminieren. In einem Reaktor wird hierbei ein Bett mit granulierter Aktivkohle (GAK) im Aufwärtsstrom mit Abwasser beschickt, wobei dem Abwasser bei Bedarf zusätzlich Pulveraktivkohle (PAK) zugegeben wird. Die Zugabe von PAK findet jeweils nur dann statt, wenn wegen der hydraulischen Belastung die Elimination der Mikroverunreinigungen durch die granulierte Aktivkohle im Reaktor nicht mehr ausreichend erfüllt wird.

[0002] Die meisten Kläranlagen weisen grosse hydraulische Schwankungen im Tagesgang auf. In der Nacht sind die auf der Kläranlage zu behandelnden Abwassermengen gering und bei einem Regenereignis kann die zu behandelnde Abwassermenge durchaus um einen Faktor 10 gegenüber den Nachtminima anwachsen. Viele Kläranlagen haben in 80% - 90% der Zeit nur geringe hydraulische Belastung und lediglich in 10% -20% der Zeit ist die Kläranlage voll ausgelastet. Es ist eine Herausforderung für eine Kläranlage mit diesen Schwankungen der Abwassermengen umzugehen.

[0003] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, bei Schwankungen von zu behandelnden Abwassermengen (hydraulische Belastung) eine Elimination von Mikroverunreinigungen zu erlangen, welche trotz schwankender Belastung die angestrebte Eliminationsleistung sicherstellt und die Aktivkohle effizienter einsetzt und darüber hinaus weniger Standfläche benötigt als bisherige Verfahren.

Stand der Technik

[0004] Abwasser muss heute oftmals behandelt werden, wobei Mikroverunreinigungen (Chemikalien in Spurenkonzentration) aus dem Wasser eliminiert werden müssen. Das Adsorptionsmittel Aktivkohle, in Form von granulierter Aktivkohle (GAK, 100 Mikrometer bis 2000 Mikrometer) oder in Form von Pulver (PAK) (zwischen 3 bis 100 Mikrometer) wird verwendet um die Mikroverunreinigungen aus dem zu behandelnden Wasser zu adsorbieren.

[0005] Diverse Behandlungsmethoden mit dieser Technik sind bereits bekannt, wie z.B. in Patent W02014/184371 A1 beschrieben. Bekannt ist auch die Behandlung in einem Reaktor, wie in Patent FR2874913 beschrieben ist, dort um Grundwasser und Oberflächenwasser von organischer Verunreinigung zu reinigen.

[0006] Bei einem weiteren Verfahren durchfliesst die PAK die GAK von oben nach unten. Bei diesem abwärts gerichteten Fluss bleibt die PAK im GAK-Bett hängen und verschliesst zunehmend die Zwischenräume zwischen den GAK-Körnern. Das reduziert zusehends die Durchströmungsgeschwindigkeit und es können keine vergleichbaren Durchsatzraten an Abwasser erreicht werden wie mit der vorliegenden Erfindung. Zudem benötigt dieses Verfahren häufige Spülung um die PAK und allfällige Schwebestoffe aus dem GAK-Bett zu entfernen.

[0007] Bei einem anderen Verfahren wird die PAK vor einem GAK-Filter zugegeben und der GAK-Filter wird von unten nach oben durchströmt. Jedoch hat jener GAK-Filter bei jenem Verfahren, im Unterschied zur vorliegenden Erfindung, die primäre Aufgabe, Schwebestoffe im Abwasser zu filtern. Deshalb darf der GAK-Filter nur langsam durchflossen werden, damit die GAK-Körner keinesfalls in Schwebelage geraten, ansonsten die Filterwirkung für die Schwebestoffe verloren wäre. Dieses Verfahren ist, im Gegensatz zur vorliegenden Erfindung, unflexibel bezüglich Schwankungen bei der Abwassermenge. Es können keine vergleichbaren Durchsatzraten an Abwasser erreicht werden wie mit der vorliegenden Erfindung. Da das Verfahren die PAK zwischen den GAK-Körnern zurückhält und die Zwischenräume sich zunehmend verschliessen, benötigt das Verfahren, im Unterschied zur vorliegenden Erfindung, eine kontinuierliche Spülung der GAK-Körner.

[0008] Seit ein paar Jahren erfährt die Elimination von MV ein erhöhtes Interesse, da sich MV in Böden und Trinkwasser wiederfinden und Gewässer beeinträchtigen.

Darstellung der Erfindung

[0009] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Prozess, der Abwasser in aufwärtsgerichteter Strömung durch granulierte Aktivkohle (GAK) in einem Reaktor leitet und bedarfsweise zusätzlich zur GAK Pulveraktivkohle (PAK) verwendet. Der Prozess führt bei tiefer Belastung, auf einer Kläranlage typischerweise bei Trockenwetter, der GAK in einer ersten Phase das Abwasser in einer geringen Menge zu, sodass die GAK die MV dem gewünschten Eliminationsgrad entsprechend aus dem Abwasser eliminieren kann. Bei höherer hydraulischer Belastung, auf einer Kläranlage typischerweise bei Regenwetter, wird dem Wasserzufluss vor dem Reaktor Pulveraktivkohle zugegeben. Da sich bei höherer hydraulischer Belastung die Durchflusszeit durch die GAK verkürzt, sinkt die Eliminationsrate der MV, weshalb der GAK zu wenig Zeit bleibt um die MV zu eliminieren und ohne Zugabe von PAK würde die Eliminationsrate zu tief absinken. Zusammen bildet diese Zweiheit von GAK und PAK den dualen Prozess, der so angewendet die gewünschte Elimination von MV bei tiefer wie auch hoher, also schwankender, hydraulischer Belastung erreicht.

- a) Während einer Phase A mit tiefer hydraulischer Belastung wird die GAK von unten nach oben durchflossen. Die GAK hat eine GAK-Betthöhe die ausreicht, um jene Eliminationsleistung zu erreichen, welche bei der tiefen Belastung erzielt werden soll.

- b) Während einer Phase B mit hoher hydraulischer Belastung sinkt die Eliminationsleistung der GAK im Reaktor, da die GAK schneller durchflossen wird und weniger Kontaktzeit zwischen den MV im Abwasser und der GAK besteht. Deshalb wird vor dem Reaktor dem Abwasser eine entsprechende Menge an PAK beigegeben, welche die Eliminationsleistung auf dem gewünschten Mass bleiben lässt. Die PAK durchfliesst dabei den Reaktor mit dem GAK-Bett und tritt oben am Reaktor zusammen mit dem Abwasser aus. Bei höherer hydraulischer Belastung expandiert die GAK im Reaktor nach oben. Die GAK muss deshalb eine ausreichende Korngrösse aufweisen, sodass die Kohlekörner im aufwärtsgerichteten Wasserstrom schweben, jedoch nicht oben aus dem Reaktor gedrückt werden.
- c) Dem Reaktor nachgeschaltet ist ein Filter, typischerweise ein Sandfilter oder ein Tuchfilter, der die mit MV beladene PAK aus dem Abwasserstrom filtriert und entfernt.
- d) Sobald die Belastung wieder auf das tiefe Niveau der Phase A abgesunken ist, typischerweise bei einer Kläranlage nach einem Regenereignis, wird die Zugabe von PAK gestoppt.

[0010] Der Vorteil des Prozesses ist der tiefere Platzbedarf mit gleichzeitig wenig Kohleverbrauch bei jedoch hoher Eliminationsleistung auch bei schwankender hydraulischer Belastung. Die GAK bleibt lange im Reaktor, bei Kläranlagen typischerweise Wochen bis Monate, weshalb wenig Kohle benötigt wird. Wegen des grossen Kornes der GAK verbleibt sie auch bei hohen Steiggeschwindigkeiten des Abwassers im Reaktor ohne oben aus dem Reaktor hinaus zu schwimmen und verloren zu gehen. Bei Spitzenbelastungen durchströmt das Abwasser den Reaktor schnell, die Kontaktzeit mit der GAK sinkt ab und dadurch erreicht die GAK die gewünschte Eliminationsrate nicht. Deshalb wird bei hoher hydraulischer Belastung zusätzlich PAK zugegeben. PAK ist ein Pulver mit entsprechend kleinem Korn aber einer sehr grossen Oberfläche, welche viel rascher mit MV reagiert als es GAK macht. Wegen der kleinen Korngrösse wird PAK jedoch bereits bei geringsten Steiggeschwindigkeiten im Wasserstrom mittransportiert und aus dem Reaktor geschwemmt und ist für einen erneuten Einsatz verloren. Die spezifischen Eigenheiten von GAK resp. PAK werden beim dualen Prozess in einer Weise arrangiert, dass sie sich derart ergänzen, dass sie auch bei schwankender hydraulischer Belastung die gewünschte Eliminationsrate erreichen. Das erlaubt eine Verkleinerung der notwendigen Standfläche der Reaktoren, einen reduzierten Kohleverbrauch und man erreicht trotzdem die vorgegebene gewünschte Eliminationsrate von Mikroverunreinigungen im Abwasser.

[0011] Mikroverunreinigungen (MV) sind Chemikalien aus Medikamenten, Rostschutzmitteln und dergleichen bzw. natürliche organische Kleinstteile als Spurenkonzentration.

[0012] Das Adsorptionsmittel ist Aktivkohle als aktivierte Kohle, welche die Chemikalien absorbiert und welches beim dualen Prozess zum einen in Form von Granulat (GAK) in der Korngrösse zwischen 500 Mikrometer bis 1500 Mikrometer und zum andern in der Form von Pulver (PAK) in der Korngrösse von 3 Mikrometern bis 100 Mikrometern ist.

[0013] Bei der wässrigen Flüssigkeit handelt es sich üblicherweise um Abwasser kommunaler bzw. industrieller Herkunft das gereinigt werden soll.

Aufzählung der Zeichnungen

[0014] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigt:

Figur 1 zeigt symbolisch einen Behandlungsreaktor (1) mit zu behandelndem Abwasser (2), worin sich die granulierten Aktivkohle (3) befindet. Das Abwasser tritt am Reaktorfuss (4) in den Reaktor und gelangt so in die Kontaktzone in der die granulierten Aktivkohle schwebt (5). Das Abwasser steigt hoch (6) bis zum Ausfluss (7) um den Reaktor dort wieder zu verlassen. Vor dem Reaktor befindet sich die Zugabevorrichtung (8) wo im Bedarfsfall die Pulveraktivkohle dem Abwasser beigegeben wird. Dem Reaktor nachgeschaltet ist ein Filter (9), der die Pulveraktivkohle aus dem Abwasser entfernt.

Ausführung der Erfindung

[0015] Im Behandlungsreaktor kommt das Abwasser in Kontakt mit dem Adsorptionsmittel (Aktivkohle granuliert bzw. als Pulver). Das Adsorptionsmittel hat die Eigenschaft, Mikroverunreinigungen aus dem Abwasser an sich zu adsorbieren und so das Abwasser zu reinigen.

[0016] Das Abwasser wird am Reaktorfuss in den Reaktor eingelassen und das Einlassen ist dadurch gekennzeichnet, dass Geschwindigkeit und Volumen des Abwassers die im Reaktor befindliche GAK in Schwebelage zu bringen vermag. So ist die Menge an wässriger Flüssigkeit pro Zeiteinheit (m^3/s) dadurch gekennzeichnet, dass die Steiggeschwindigkeit im Reaktor zwischen 0-36 m/h beträgt. Folglich muss die Menge des eingelassenen Abwassers derart angepasst werden, sodass je grösser der Reaktor ist umso mehr Abwasser pro Zeiteinheit eingelassen wird. Die maximal zulässige Steiggeschwindigkeit ist limitiert hoch gewählt, dass die GAK-Körner nicht aus dem Reaktor ausgeschwemmt werden.

[0017] Die Steiggeschwindigkeit bei tiefer hydraulischer Belastung liegt zwischen 6 m/h und 8 m/h.

[0018] Die GAK im Reaktor hat im Ruhezustand eine bestimmte Schütthöhe (ruhende Betthöhe), welche zwischen 1.2 m bis 3.2 m beträgt. Die maximal mögliche ruhende Betthöhe hängt von der Höhe des Reaktorbehälters, typischerweise 5 m, sowie von der festgelegten maximalen Steiggeschwindigkeit ab. Die ruhende Betthöhe, und somit die Menge an GAK im Reaktor, wird derart eingestellt, dass die GAK die gewünschte Eliminationsrate bei tiefer hydraulischer Belastung erreicht. Die GAK hat eine durchschnittliche Korngrösse zwischen 500 Mikrometer bis 1500 Mikrometer wobei eine enge Korngrössenverteilung um den gewählten Durchschnittswert verwendet wird.

[0019] Periodisch, typischerweise jeden Tag oder jeden zweiten Tag, wird ein Teil der GAK im Reaktor, typischerweise 0.2% - 2%, entfernt und im gleichen Umfang durch neue GAK ersetzt. Damit überaltert die GAK im Reaktor nicht und die Eliminationsleistung bei tiefer hydraulischer Belastung kann permanent konstant hoch gehalten werden.

[0020] Die PAK wird bei hoher hydraulischer Belastung vor dem Reaktor dem Abwasser beigegeben. Die Beigabe ist derart gestaltet, dass die PAK sich im Abwasser gut verteilt. Je nach Qualität des Abwassers liegen die Werte der PAK typischerweise bei 10 g/m³ - 20 g/m³ zu behandelndem Abwasser. Die im Abwasser verteilte PAK durchströmt den Reaktor mit der GAK zusammen mit dem Abwasser von unten nach oben und verlässt den Reaktor oben wieder.

[0021] Optional wird ein Teilstrom des Abwassers mit der zugegebenen PAK am Reaktor vorbeigeleitet ohne ihn zu durchströmen. Dies ist zulässig sofern die Verweilzeit der PAK im Abwasser ausreichend lang ist auch ohne den Reaktor mit der GAK durchflossen zu haben. Die Verweilzeit der PAK sollte typischerweise 7 - 15 Minuten betragen.

[0022] Dem Reaktor nachgeschaltet ist ein Schwebestoff-Filter, der die PAK aus dem Abwasserstrom entfernt. Das ist typischerweise ein Sandfilter oder ein Tuchfilter.

Patentansprüche

1. Der Anspruch umfasst die Elimination von Mikroverunreinigungen in Abwasser mittels granulierter Aktivkohle (GAK) und zusätzlich phasenweise zugegebener pulvriger Aktivkohle (PAK) welche zu erreichen ist durch
 1. Einen Prozess, welcher **dadurch gekennzeichnet** ist, dass er bei tiefer hydraulischer Belastung die Mikroverunreinigungen (MV) im Abwasser durch eine in einem Reaktor befindliche granulierte Aktivkohle (GAK) eliminiert und bei hoher hydraulischer Belastung zusätzlich Pulveraktivkohle vor den Reaktor zugibt, welcher dem Reaktor nachgeschaltet einen Schwebestoff-Filter aufweist, der die Pulveraktivkohle aus dem Abwasser entfernt.
 2. Der Prozess nach Anspruch (1) ist **dadurch gekennzeichnet**, dass während einer tiefen hydraulischen Belastung die Menge der GAK im Reaktor sowie ihr Beladungsgrad derart ist, dass die gewünschte Eliminationsleistung von MV erreicht wird.
 3. Der Prozess nach Anspruch (1) ist **dadurch gekennzeichnet**, dass während einer hohen hydraulischen Belastung die Steiggeschwindigkeit im Reaktor so limitiert ist, dass die GAK nicht oben aus dem Reaktor ausgeschwemmt wird.
 4. Der Prozess nach Anspruch (1) ist **dadurch gekennzeichnet**, dass der nachgeschaltete Schwebestoff-Filter die zugegebene PAK aus dem Abwasser entfernt.
 5. Der Prozess nach Anspruch (1) ist **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zugabe des Abwassers in einen Reaktor bei der Aufwärtsströmung eine Steiggeschwindigkeit erzeugt welche die GAK in Schwebe bringt.

Figur 1

