



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 196 50 482 B4** 2004.02.19

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **196 50 482.1**

(22) Anmeldetag: **05.12.1996**

(43) Offenlegungstag: **10.06.1998**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **19.02.2004**

(51) Int Cl.⁷: **C02F 3/30**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:

Riße, Henry, Dipl.-Ing., 52068 Aachen, DE

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Hauck, Graalfs, Wehnert, Döring,
Siemons, 40474 Düsseldorf**

(72) Erfinder:

Riße, Henry, 52068 Aachen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 26 16 273 C2

US 43 84 956

=EP 00 51 888

DE-Z.: gwf-wasser/abwasser 127(1986)122-29;

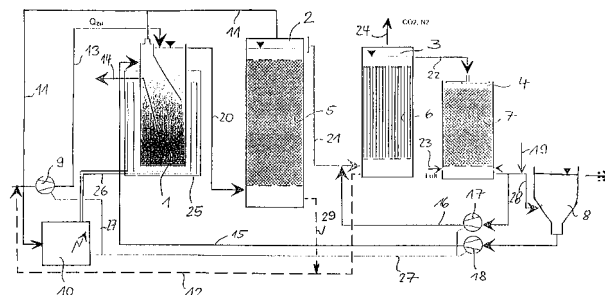
DE-Z.: Chem. Industrie 9/90, S.20-24;

DE-Z.: WLB Wasser, Luft und Boden 4/94, S.34-35;

**DE-Z.: Korrespondenz Abwasser 37 (1990)
S.1247-51;**

(54) Bezeichnung: **Energieoptimierte Kläranlage**

(57) Hauptanspruch: Kläranlage mit – in Strömungsrichtung des Abwassers – einer anaeroben Stufe und einer denitrifizierenden Stufe, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine sedimentativ wirkende Vorklärstufe aufweist, daß die anaerobe Stufe als anaerober Festbettreaktor und die denitrifizierende Stufe als denitrifizierender Festbettreaktor ausgebildet sind und daß sie eine als Festbettreaktor ausgebildete aerobe Nachreinigungsstufe umfaßt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kläranlage mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Patentanspruchs 1.

[0002] Ausgehend von der augenblicklichen Praxis der verfahrenstechnischen Gestaltung und Bemessung von Kläranlagen mit Belebtschlammssystemen, bei denen das Substrat energieintensiv aerob abgebaut wird, erscheint ein energieautarker Betrieb nahezu unerreichbar. Insbesondere ist bei der Erweiterung von Kläranlagen zur Stickstoffelimination eine deutliche Zunahme des spezifischen Energieaufwandes für die Abwasserreinigung bei gleichzeitig sinkendem spezifischen Faulgasanfall zu verzeichnen. Des weiteren bewirkt der Trend zu vielen Nebenaggregaten sowie hin zu Schlamm-trocknungs- und Verbrennungsanlagen einen weiteren Anstieg des spezifischen Energieeinsatzes.

[0003] Eine Kläranlage mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Patentanspruchs 1 ist aus der DE 2 616 273 C2 bekannt. In dieser Veröffentlichung ist ein Verfahren zur biologischen Reinigung von Abwasser in einer anaeroben Behandlungsstufe und einer sich daran anschließenden aeroben Behandlungsstufe beschrieben. Von einer Vorklärung und einer Nachklärung ist in dieser Veröffentlichung nicht die Rede.

[0004] Aus der EP 0 051 888 ist ein Verfahren zur Reinigung von Abwasser und/oder Abwasserschamm bekannt, wobei das Abwasser und/oder der Abwasserschamm einer Methanfermentation unterworfen wird/werden und die in dem flüssigen Ausfluß der Methanfermentation vorhandenen reduzierten Verbindungen durch Belüftung oxidiert werden. Diese Veröffentlichung beschreibt somit ebenfalls die Kombination einer anaeroben Behandlungsstufe und einer aeroben Behandlungsstufe. Vorklärung und Nachklärung werden nicht angesprochen.

[0005] DE-Z: gwf-wasser/abwasser 127 (1986), 5.122–29 und DE-Z: Chemische Industrie 9/90, S. 20–24 beschreiben wissenschaftliche Untersuchungen über anaerobe, anaerobe-aerobe und ausschließlich aerobe Behandlungsverfahren.

[0006] DE-Z: WLB Wasser, Luft und Boden 4/94 S. 34/35 beschreibt allgemein die anaerobe Abwasserreinigung anhand eines Beispiels der Kartoffelveredelungsindustrie.

[0007] Aus DE-Z: Korrespondenz Abwasser 37 (1990, S. 1247–51) kann der Fachmann entnehmen, daß Festbettreaktoren als anaerobe Reaktoren verwendet werden können.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Kläranlage der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 wiedergegebenen Art zu schaffen, die sich durch einen besonders niedrigen Energiebedarf auszeichnet.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einer Kläranlage der angegebenen Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0010] Durch Kombination der vorstehend aufgeführten Reinigungsstufen gelingt es, den Energieaufwand für die Kläranlage zu minimieren. Die Kläranlage hat neben dem Vorteil eines niedrigen Energieverbrauchs insbesondere die Vorteile einer Biogasproduktion und eines niedrigen Überschußschlammanteils. Die Kosten, insbesondere Betriebskosten, sind niedrig, und zum Betrieb der Kläranlage ist kein sehr hoch qualifiziertes Personal erforderlich.

[0011] Ein wesentlicher Aspekt der erfindungsgemäß ausgebildeten Kläranlage betrifft die verstärkte Nutzung von Anaerobtechniken. Im der Vorklärstufe nachgeschalteten Anaerobfilter findet ein anaerober Teilabbau des nicht zur Denitrifikation benötigten Substrates statt. Dieses muß nicht wie in Belebtschlammssystemen energieintensiv aerob abgebaut werden, sondern liefert sogar nutzbare Energie in Form von Faulgas. Des weiteren erfolgt im Anaerobfilter ein Rückhalt partikulärer organischer Stoffe, was sich sehr günstig auf den Betrieb der nachfolgenden Stufen auswirkt.

[0012] In der nachgeschalteten denitrifizierenden Stufe findet ein weiterer Abbau der Kohlenstoffverbindungen statt. Durch Verwendung sessiler Biomasse können im Vergleich zum Belebungsverfahren höhere Biomassekonzentrationen im System gehalten werden, wodurch bei knappem Substratangebot die endogene Atmung des Biofilms einen größeren Anteil an der Denitrifikationsleistung erbringt.

[0013] Der denitrifizierenden Stufe ist eine aerobe Nachreinigungsstufe nachgeschaltet. Diese Stufe kann aufgrund des weitgehenden Abbaues der Kohlenstoffverbindungen in den vorangegangenen Behandlungsstufen relativ klein ausgebildet werden, wobei insbesondere eine niedrige Bauhöhe dieser Stufe erzielt werden kann.

[0014] Bei dem anaeroben Festbettreaktor, der vorzugsweise als Anaerobfilter ausgebildet ist, erfolgt kein Sauerstoffeintrag und keine Umwälzung. Auch die denitrifizierende Stufe ist als Festbettreaktor ausgebildet, was ebenfalls auf die aerobe Nachreinigungsstufe zutrifft, die vorzugsweise als Nitrifikationstropfkörper ausgebildet ist. Die Verfahrensstufe Denitrifikation/Nitrifikation ist daher ebenfalls als Festbettsystem ausgebildet. Im denitrifizierenden Festbettreaktor findet hierbei ein weiterer Abbau der Kohlenstoffverbindungen unter der Veratmung des im Nitrifikationstropfkörper gebildeten Nitrates statt.

[0015] Durch den weitgehenden Abbau der Kohlenstoffverbindungen in den vorangegangenen Behandlungsstufen läßt der Nitrifikationstropfkörper eine relativ feinkörnige Füllung aus porösem Material zu, durch die die spezifische Aufwuchsfläche gegenüber konventionellen Tropfkörpern mehr als verdreifacht werden kann. Durch den Vorabbau der Kohlenstoffverbindungen werden sich langsamwüchsige autotrophe Nitrifikanten selbst in den oberen Zentimetern gegen die heterotrophen Bakterien behaupten können, wodurch eine besonders niedrige Bauhöhe des Tropfkörpers möglich wird.

[0016] Die vorgesehenen Festbettsysteme zeichnen sich durch sehr geringe Überschußbiomasse-Produktionsraten aus. Diese kann für den Anaerobfilter auf weniger als 1/10 der aeroben abgeschätzt werden. Beim anoxischen Abbau im Denitrifikationsreaktor liegt die Überschußbiomasseproduktion ebenfalls um 20–30 % unter der aeroben. Im Nitrifikationstropfkörper sind extrem niedrige Raumbelastungen ($B_R = \text{ca. } 0,1 \dots 0,01 \text{ kg BSB}_5/\text{m}^3 \times \text{d}$) zu erwarten, so daß hier die Überschußbiomasseproduktion deutlich unter der konventioneller Tropfkörper liegt.

[0017] Die Vorklärstufe ist als sedimentativ wirkende Vorklärstufe, vorzugsweise als kombinierter Absetz-Faulbehälter ausgebildet. Hierin werden vorzugsweise die 5 verfahrenstechnischen Vorgänge Vorklärung, Schlammeindickung, Schlammstabilisierung, Faulgaserzeugung und Schlamm-speicherung gleichzeitig in einem Bauwerk durchgeführt, ohne daß die beteiligten Massenströme durch energieverbrauchende externe Aggregate bewegt werden müssen. Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß die Vorklärstufe als Emscherbrunnen ausgebildet ist.

[0018] Die Vorklärstufe ist zweckmäßigerweise wirksam gegen Abkühlung isoliert und hat zweckmäßigerweise eine Heizung an der Bauwerksohle zur partiellen Erwärmung bzw. Vermeidung einer Auskühlung nach unten. Damit kann die mittlere Jahrestemperatur im Schlammraum von üblicherweise 8–11°C auf 15–17°C erhöht werden, wodurch annähernd eine Verdopplung der Aktivität der Methanbildner zu erwarten ist bei gleichzeitiger Verkürzung der notwendigen Faulzeit von bisher 90 Tagen auf etwa 50 Tage.

[0019] Es hat sich gezeigt, daß ein erfindungsgemäß ausgebildetes Kläranlagensystem bestehend aus einem wärmetechnisch optimierten, multifunktionalen Emscherbrunnen, einem Anaerobfilter als biologische Vorbehandlungsstufe, einem denitrifizierenden Festbettreaktor und einem Nitrifikationstropfkörper, die in dieser Reihenfolge in Strömungsrichtung des Abwassers angeordnet sind, zu einem Kläranlagenkonzept mit besonders guter Energieoptimierung führt.

[0020] Mit diesem Konzept kann der Energiebedarf für die Hauptprozesse der Abwasserreinigung (Belüftung, Abwasserhebung, Feststoffabtrennung, Schlammbehandlung) im Vergleich zu Belebtschlammmanlagen des Standes der Technik auf etwa 1/4 reduziert werden. Das System benötigt als wesentliche Energieverbrauchergruppen lediglich eine Zulaufhebstufe und eine Rezykulationspumpstufe (zwischen Nitrifikationstropfkörper und Denitrifikationsfestbett).

[0021] Durch Gewinnung von Faulgas im optimierten Emscherbrunnen sowie im Anaerobfilter ist ein geschätztes thermisches Energieäquivalent von rund 54.700 kWh in der Anlagengrößenklasse 5000E erzeugbar, was elektrisch etwa 16.400 kWh entspricht. Damit können im Jahresmittel mehr als 50% des Restenergiebedarfes gedeckt werden. Weitere Vor-

teile in bezug auf die Umweltentlastung ergeben sich aus dem geringen Schlamm-anfall im Vergleich zum Belebungsverfahren, der einfachen Schlammbehandlung sowie der emissionsfreien, geschlossenen Bauweise von Anaerobfilter und Denitrifikationsfestbettreaktor. Nach vorsichtiger Schätzung kann im Vergleich zum schwachbelasteten Belebungsverfahren mit einem um ca. 30% geringeren spezifischen Behandlungsvolumen/E gerechnet werden.

[0022] Im einzelnen ist zu der erfindungsgemäß ausgebildeten energieoptimierten Kläranlage noch folgendes auszuführen: Bei dem als mechanische Vorklärstufe dienenden kombinierten Absetz-Faulbehälter findet im oberen Bereich eine Vorklärung statt, während der Schlamm nach unten absinkt. Es findet ein reiner Sedimentationsvorgang statt. Eine künstlich erzeugte Bewegung der Masse ist nicht erforderlich. Wie vorstehend bereits erwähnt, wirkt sich eine geringfügige Temperaturerhöhung positiv aus.

[0023] In der erfindungsgemäß ausgebildeten Kläranlage werden etwa 50–70% der CSB-Fracht anaerob abgebaut. Wie erwähnt, ist der anaerobe Festbettreaktor vorzugsweise als Anaerobfilter ausgebildet, wobei ein körniges Aufwuchsträgermaterial besonders bevorzugt wird. Der Filter wird vorzugsweise vom Abwasser von unten nach oben durchlaufen und arbeitet bei Umgebungstemperatur und üblicher Abwassertemperatur, kann jedoch im kalten Bereich auch isoliert werden.

[0024] Die Denitrifikationsstufe ist vorzugsweise als geschlossener Festbettreaktor ausgebildet, der lediglich eine Ausgasöffnung aufweist. Über eine Leitung wird NO_3 von der aeroben Nachreinigungsstufe (Nitrifikationstropfkörper) zum Denitrifikationsreaktor rezirkuliert.

[0025] Die Höhe des Nitrifikationstropfkörpers kann sehr stark verringert werden. Dies wird durch die weitgehende Vorreinigung im Anaerobfilter und im Denitrifikationsreaktor möglich. Auf den Tropfkörper gelangt ein weitgehend vom CSB und abfiltrierbaren Stoffen befreites Abwasser, so daß im Tropfkörper nur noch nitrifiziert und der Rest-CSB eliminiert werden muß. Eine Nitrifikation verbunden mit einer Elimination des noch verbleibenden CSB hat wiederum nur eine sehr geringe Überschußschlammproduktion zur Folge, was den Einsatz von feinkörnigerem Material (Korngröße ca. 15mm) im Vergleich zu konventionellen Tropfkörpern (60–80mm) möglich macht. Das feinkörnigere Material weist dann eine nutzbare spezifische Oberfläche über $400\text{m}^2/\text{m}^3$ auf, so daß die Bauhöhe des Tropfkörpers stark verringert werden kann.

[0026] In Weiterbildung der Erfindung sind der Anaerobfilter, die Denitrifikationsstufe und die aerobe Nachreinigungsstufe so angeordnet, daß im Fall einer Spülung der Reaktoren die anfallenden Schlämme im freien Gefälle in den Zulauf gelangen und mit dem Zulaufhebwerk in den kombinierten Absetz-Faulbehälter gefördert werden, dort sedimentieren und zusammen mit dem Primärschlamm ausfau-

len können. Die Schlammbehandlung ist somit besonders einfach. Die thermische Optimierung des kombinierten Rbsetz-Faulbehälters (Emscherbrunnens) durch Isolierung und Heizung nur so weit, daß ein Auskühlen verhindert wird, ermöglicht zum einen eine nennenswerte Gasgewinnung und zum anderen eine Reduzierung, des Behandlungsvolumens.

[0027] Vorzugsweise ist sowohl die Vorklärstufe (Emscherbrunnen) als auch der Anaerobfilter mit einer Einrichtung versehen, mit der Faulgas entnommen werden kann, das für die Gewinnung von Sekundärenergie geeignet ist.

[0028] Im Regelfall wird für die Aufrechterhaltung des Reinigungsprozesses bei Zufluß des Rohabwassers im freien Gefälle (d.h. kein Zulaufpumpwerk notwendig) lediglich eine Rezirkulationspumpstufe benötigt, wodurch sich ein minimaler Energieaufwand ergibt.

[0029] Bei der erfindungsgemäß ausgebildeten Kläranlage kann der aeroben Nachreinigungsstufe eine Einrichtung zur P-Fällung nachgeordnet sein. Eine derartige Einrichtung kann in herkömmlicher Weise ausgebildet sein. Ferner kann der anaeroben Nachreinigungsstufe eine konventionelle Nachklärstufe, beispielsweise ein Lamellenklärer, nachgeschaltet sein.

[0030] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung im einzelnen beschrieben. Die einzige Figur zeigt eine Schemadarstellung einer erfindungsgemäß ausgebildeten energieoptimierten Kläranlage.

[0031] Die einzige Figur zeigt die Hauptbestandteile der Kläranlage, nämlich einen Emscherbrunnen **1** mit Gaserfassung, einen Anaerobfilter **2**, einen denitrifizierenden Festbettreaktor **3** und einen Nitrifikationstropfkörper **4**, die in dieser Reihenfolge in Strömungsrichtung des Abwassers angeordnet sind. Das Abwasser wird über ein Zulaufpumpwerk **9** und eine Zulaufleitung **13** oben in den Emscherbrunnen **1** eingeführt. Im Emscherbrunnen **1** findet eine Kombination aus Vorklärung, Schlammstabilisierung, Eindickung und Methangaserzeugung in einem thermisch optimierten Bauwerk ohne bewegte Aggregate statt. Hierdurch wird die Schlammbehandlung wesentlich vereinfacht, da keine separaten Schlamm Pumpen zur Förderung von der Vorklärung zum Faulraum, keine Voreindicker, keine maschinellen Überschußschlammeindickvorrichtungen und keine Umwälzpumpen erforderlich sind. Der Emscherbrunnen **1** ist wärmeisoliert und in einem Massenwärmespeicher **25** angeordnet, der über eine Abwärmeleitung **26** von einem Blockheizkraftwerk **10** mit Wärmeenergie versorgt wird. Dieses Blockheizkraftwerk **10** wird durch das von der Anlage abgegebene Faulgas beheizt, wie später erläutert, und gibt elektrische Energie über Leitungen **27** an das vorstehend erwähnte Zulaufpumpwerk **9** sowie weitere Pumpen **17**, **18**, die später erläutert werden, ab.

[0032] Im Emscherbrunnen findet ein Sedimentati-

onsvorgang statt, d. h. die schwereren Substanzen des Abwassers sinken ab, so daß sich im unteren Teil des Emscherbrunnens **1** Faulschlamm ansammelt. Dieser Faulschlamm kann über eine Faulschlammmentnahmeeinrichtung **14** periodisch abgeführt werden. Das gereinigte Abwasser gelangt über eine Abwasserleitung **20** in den unteren Bereich eines anaeroben Festbettreaktors (Anaerobfilter) **2**. Dieser Anaerobfilter **2** besitzt ein Festbett **5**, das vom Abwasser aufwärts durchströmt wird. Im Anaerobfilter **2** findet ein anaerober Teilabbau des nicht zur Denitrifikation benötigten Substrates statt. Hierdurch entstehen Faulgase, die über eine Faulgasabfuhrleitung **11** zum Blockheizkraftwerk **10** abgeführt werden. An diese Faulgasabfuhrleitung **11** ist auch ein vom Emscherbrunnen **1** kommender Zweig angeschlossen.

[0033] Das Abwasser, das das Festbett **5** des Anaerobfilters **2** passiert hat, wird von dessen oberem Ende über eine Leitung **21** dem unteren Ende eines denitrifizierenden Festbettreaktors **3** zugeführt. Es durchströmt dabei in Aufwärtsrichtung ein Festbett **6**. Im denitrifizierenden Festbettreaktor **3** erfolgt neben einer Denitrifizierung ein weiterer Abbau der Kohlenstoffverbindungen unter Veratmung des im nachfolgenden Nitrifikationstropfkörper **4** gebildeten Nitrates, das über eine Rezirkulationsleitung **16** vom unteren Ende des Nitrifikationstropfkörpers **4** in den denitrifizierenden Festbettreaktor rezirkuliert wird. Die im denitrifizierenden Festbettreaktor gebildeten Gase CO_2 und N_2 werden bei **24** in die Atmosphäre abgegeben.

[0034] Das Abwasser gelangt vom oberen Ende des denitrifizierenden Festbettreaktors **3** über eine Leitung **22** zum oberen Ende des Nitrifikationstropfkörpers **4**. Es wird gleichmäßig auf das zugehörige Festbett **7** verteilt und über eine Leitung **28** abgeführt. Die Leitung **28** führt über eine herkömmlich ausgebildete Einrichtung **19** zur Fällung von P in einen Lamellenklärer **8** als Nachklärstufe. Das gereinigte Abwasser wird dann in den Vorfluter abgegeben.

[0035] Von der Leitung **28** zweigt die vorstehend erwähnte Rezirkulationsleitung **16**, in der eine Pumpe **17** angeordnet ist, ab. Wie bei **23** gezeigt, tritt in das Festbett **7** des Tropfkörpers **4** im unteren Bereich Umgebungsluft ein.

[0036] Beim Reinigen der Anlage gelangt der in der Nachklärung **8** angesammelte Überschußschlamm über eine mit einer Pumpe **18** versehene Leitung **15** zurück in den Emscherbrunnen **1** und setzt sich dort ab. Bei ausreichendem Gefälle zum Anlagenzulauf kann der Überschußschlamm auch im freien Gefälle transportiert und mit der Pumpe des Zulaufhebwerkes in den Emscherbrunnen gefördert werden. Über eine Leitung **12** wird das Rückspülwasser vom denitrifizierenden Festbettreaktor **3** in die Abwasserzulaufleitung **13** zurückgeführt. Eine Rückfuhrleitung **29** zur Abwasserzulaufleitung **13** ist ebenfalls vom anaeroben Festbettreaktor vorgesehen.

Patentansprüche

geordnet ist.

1. Kläranlage mit – in Strömungsrichtung des Abwassers – einer anaeroben Stufe und einer denitrifizierenden Stufe, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie eine sedimentativ wirkende Vorklärstufe aufweist, daß die anaerobe Stufe als anaerober Festbettreaktor und die denitrifizierende Stufe als denitrifizierender Festbettreaktor ausgebildet sind und daß sie eine als Festbettreaktor ausgebildete aerobe Nachreinigungsstufe umfaßt.

2. Kläranlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorklärstufe als kombinierter Absetz-Faulbehälter ausgebildet ist.

3. Kläranlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorklärstufe als Emscherbrunnen ausgebildet ist.

4. Kläranlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorklärstufe thermisch isoliert ist.

5. Kläranlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorklärstufe beheizt ist.

6. Kläranlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorklärstufe eine Faulgas- und Faulschlammentnahme-Einrichtung (**11**, **14**) aufweist.

7. Kläranlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der anaerobe Festbettreaktor (**2**) als Anaerobfilter ausgebildet ist.

8. Kläranlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Festbett (**5**) aufwärts durchströmt wird.

9. Kläranlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Anaerobfilter (**2**) eine Faulgasabfuhrleitung (**11**) besitzt.

10. Kläranlage nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Festbett (**6**) des denitrifizierenden Festbettreaktors aufwärts durchströmt wird.

11. Kläranlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Festbettreaktor der aeroben Nachreinigungsstufe als Nitrifikationstropf- körper (**4**) ausgebildet ist.

12. Kläranlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Festbettreaktor der aeroben Nachreinigungsstufe und dem Festbettreaktor der denitrifizierenden Stufe (**3**) eine Rezirkulationsleitung (**16**) für NO₃ an-

13. Kläranlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Festbettreaktor der aeroben Nachreinigungsstufe eine Fällereinrichtung (**19**) für P nachgeschaltet ist.

14. Kläranlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Festbettreaktor der aeroben Nachreinigungsstufe eine Nachklärstufe nachgeschaltet ist.

15. Kläranlage nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Nachklärstufe und der Vorklärstufe eine Überschußschlammrückfuhrleitung (**15**) angeordnet ist.

16. Kläranlage nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß von der Vorklärstufe und vom anaeroben Festbettreaktor eine Faulgasleitung (**11**) zu einer Gasverwertung führt.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

