



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

51 Int. Cl.³: C 02 F 3/12

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



12 PATENTSCHRIFT A5

11

621 751

21 Gesuchsnummer: 12108/76

73 Inhaber:
Cellulose Attisholz AG, Luterbach

22 Anmeldungsdatum: 24.09.1976

72 Erfinder:
Kurt Geiger, Cham
Philippe Lang, Luterbach

24 Patent erteilt: 27.02.1981

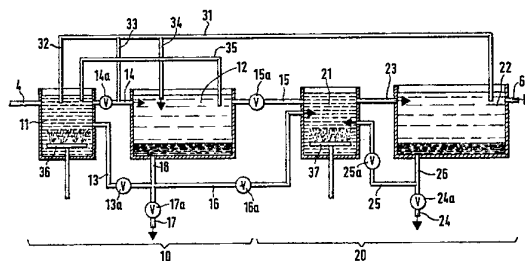
45 Patentschrift
veröffentlicht: 27.02.1981

74 Vertreter:
Jean Hunziker, Zürich

54 Verfahren zur biochemischen Reinigung von Abwasser mit organischen Inhaltstoffen, welche die unerwünschte Entwicklung von Fadenbakterien und/oder die Bildung von Blähschlamm begünstigen.

57 Die organischen Inhaltstoffe werden in einem ersten Belebungsbecken (11) unter aeroben Lebensbedingungen soweit abgebaut, dass sowohl in dieser Stufe als auch in einem zweiten Belebungsbecken (21) unter aeroben Lebensbedingungen eine dominierende Bildung von Fadenbakterien und Blähschlamm verhindert wird.

Vorerst wird der pH-Wert des Abwassers so eingestellt, dass das Abwasser beim Verlassen dieser ersten biochemischen Stufe (10) einen pH-Wert von mindestens 6 aufweist. Das Abwasser im Belebungsbecken (11) wird dann solange mit Luft oder Sauerstoff begast, bis die organischen Verbindungen, welche das nicht zu beherrschende Wachstum von Fadenbakterien begünstigen, grösstenteils abgebaut sind. Die Konzentration des gelösten Sauerstoffes im Belebungsbecken (11) ist mindestens so hoch zu halten, dass im Überlauf zur zweiten biochemischen Stufe (20) die Konzentration des gelösten Sauerstoffes eben noch messbar ist. Die sich in der ersten biochemischen Stufe (10) bildenden Belebtschlammflocken werden laufend abgetrennt. Im Belebungsbecken (11) wird eine möglichst hohe biochemische Raumbelastung aufrechterhalten.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur biochemischen Reinigung von häuslichem, gewerblichem, industriellem oder gemischtem Abwasser beim Auftreten von organischen Inhaltstoffen, welche die unerwünschte Entwicklung von Fadenbakterien und die Bildung von Blähschlamm begünstigen, dadurch gekennzeichnet, dass die genannten organischen Inhaltstoffe in einer ersten, ein Belebungsbecken enthaltenden biochemischen Stufe durch Aufrechterhalten bestimmter aerober Lebensbedingungen soweit abgebaut oder verändert werden, dass sowohl in dieser Stufe, als auch beim weiteren Abbau organischer Inhaltstoffe in einer zweiten ein Belebungsbecken aufweisenden biochemischen Stufe unter Aufrechterhalten bestimmter aerober Lebensbedingungen eine dominierende Bildung von Fadenbakterien und Blähschlamm verhindert wird, in der zweiten Stufe auch dann, wenn mit dem Abwasser Mikroorganismen aus der ersten Stufe der zweiten Stufe zugeleitet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der pH-Wert des Abwassers vor der ersten biochemischen Stufe so eingestellt wird, dass das Abwasser beim Verlassen dieser ersten biochemischen Stufe einen pH-Wert von mindestens 6 aufweist, dass das Abwasser im Belebungsbecken der ersten biochemischen Stufe solange mit Luft oder Sauerstoff begast wird, bis die organischen Verbindungen, welche das nicht zu beherrschende Wachstum von Fadenbakterien begünstigen, grösstenteils abgebaut sind, dass die Konzentration des gelösten Sauerstoffes im Belebungsbecken der ersten biochemischen Stufe mindestens so hoch gehalten wird, dass im Überlauf zur zweiten biochemischen Stufe die Konzentration des gelösten Sauerstoffes eben noch messbar ist, dass die sich in der ersten biochemischen Stufe bildenden Belebtschlammflocken laufend abgetrennt und aus dieser biochemischen Stufe entfernt werden, und dass im Belebungsbecken der ersten biochemischen Stufe eine möglichst hohe biochemische Raumbelastung aufrechterhalten wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass durch Zusatz von basischen oder sauren Chemikalien am Einlauf der ersten biochemischen Stufe, ein pH-Wert des Abwassers beim Verlassen dieser ersten Stufe zwischen 6 und 9, vorzugsweise zwischen 7 und 8 eingestellt und aufrechterhalten wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Belebungsbecken der ersten biochemischen Stufe eine biochemische Raumbelastung von mindestens 3 kg BSBs/ $\text{m}^3 \cdot \text{d}$ aufrechterhalten wird.

5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der sich im Belebungsbecken der ersten biochemischen Stufe bildende Belebtschlamm zusammen mit dem teilgereinigten Abwasser in ein Nachklärbecken dieser ersten Stufe geführt wird, in welchem das Belebtschlamm-Abwasser-Gemisch in eine schlammreiche, wässrige Belebtschlammphase und in eine schlammarme, teilgereinigte Abwasserphase getrennt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die schlammarme, teilgereinigte Abwasserphase des Nachklärbeckens der ersten biochemischen Stufe ganz oder teilweise zur Nachbehandlung in die zweite biochemische Stufe geführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die schlammarme, teilgereinigte Abwasserphase des Nachklärbeckens der ersten biochemischen Stufe ganz oder teilweise in das Belebungsbecken dieser ersten biochemischen Stufe zurückgeführt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil der schlammarmen, teilgereinigten Abwasserphase aus dem Nachklärbecken der ersten biochemischen Stufe, welcher in das Belebungsbecken dieser ersten Stufe zurückgeführt wird, im Vergleich zu jenem Anteil, welcher zur

Nachbehandlung in die zweite Stufe geleitet wird, um so grösser ist, je stärker in der ersten biochemischen Stufe die Neigung zur Bildung von Fadenbakterien ist.

9. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die schlammarme, teilgereinigte Abwasserphase aus dem Nachklärbecken der ersten biochemischen Stufe ausschliesslich zum Belebungsbecken dieser ersten Stufe und in einer Menge zurückgeführt wird, welche ein Bruchteil, gleich viel, oder ein Mehrfaches der Rohabwassermenge ist, die der ersten biochemischen Stufe zufliesst.

10. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die schlammreiche, wässrige Belebtschlammphase aus dem Nachklärbecken der ersten biochemischen Stufe ganz oder teilweise in das Belebungsbecken dieser ersten Stufe zurückgeführt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die schlammreiche, wässrige Belebtschlammphase aus dem Nachklärbecken der ersten biochemischen Stufe ganz oder teilweise in das Belebungsbecken der zweiten Stufe weitergeleitet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil der schlammreichen wässrigen Belebtschlammphase aus dem Nachklärbecken der ersten biochemischen Stufe, welcher in das Belebungsbecken der zweiten Stufe weitergeleitet wird, im Vergleich zu jenem Anteil, welcher in das Belebungsbecken der ersten Stufe zurückgeleitet wird, um so grösser ist, je stärker in der ersten biochemischen Stufe die Neigung zur Bildung von Fadenbakterien ist.

13. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der schlammreichen, wässrigen Belebtschlammphase im Nachklärbecken der ersten biochemischen Stufe soviel als Überschuss-Schlamm entzogen wird, dass die Belebtschlammkonzentration im Belebungsbecken der ersten biochemischen Stufe konstant bleibt.

14. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die schlammreiche, wässrige Belebtschlammphase und die schlammarme, teilgereinigte Abwasserphase des Nachklärbeckens der ersten biochemischen Stufe gemeinsam dem Belebungsbecken der zweiten biochemischen Stufe zugeführt werden.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Menge der aus dem Nachklärbecken der ersten Stufe gemeinsam zum Belebungsbecken der zweiten biochemischen Stufe weitergeleiteten Abwasser- und Schlammphase gleich gross ist, wie die Zulaufmenge an Rohabwasser zur ersten biochemischen Stufe.

16. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass beim Vorliegen bestimmter Abwasserinhaltsstoffe, welche die Entwicklung von Fadenbakterien und Blähschlamm fördern, das Gemisch von Belebtschlamm und teilgereinigtem Abwasser aus dem Belebungsbecken der ersten biochemischen Stufe direkt zum Belebungsbecken der zweiten biochemischen Stufe zur Nachbehandlung geleitet wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Belebungsbecken der ersten biochemischen Stufe zugleich auch als Mengenausgleichsbecken für den Rohabwasserzulauf verwendet wird und damit der Zulauf des Gemisches aus Belebtschlamm und teilgereinigtem Abwasser zum Belebungsbecken der zweiten biochemischen Stufe mengenmässig gleichmässig ist.

18. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Abwasser nach der biochemischen Behandlung in der ersten Stufe im Belebungsbecken der zweiten Stufe derart mit Luft oder Sauerstoff begast wird, dass eine Mischkultur aus Bakterien, niederen Pilzen und Protozoen günstige Wachstumsbedingungen zum Abbau der restlichen Abwasserinhaltsstoffe vorfindet, und dass diese Mischkultur zusammen mit

dem gereinigten Abwasser aus dem Belebungsbecken in ein Nachklärbecken dieser zweiten Stufe geleitet wird, wo sie sich vom gereinigten Abwasser trennt, und dass letzteres aus der Anlage weggeleitet wird, während die Belebtschlamm-Mischkultur als Rückschlamm in das Belebungsbecken dieser zweiten Stufe zurückgeführt oder teilweise als Überschuss-Schlamm aus der Anlage abgezogen wird.

Gegenstand vorliegender Erfindung ist ein Verfahren zur biochemischen Reinigung von häuslichem, gewerblichem, industriellem oder gemischtem Abwasser beim Auftreten von organischen Inhaltstoffen, welche die unerwünschte Entwicklung von Fadenbakterien und/oder die Bildung von Blähschlamm begünstigen.

Es ist bekannt, häusliche, gewerbliche, industrielle oder gemischte Abwässer mittels mechanisch-biochemischen Abwasserreinigungsanlagen dadurch zu reinigen, dass nachdem erforderlichenfalls zuerst feste Verunreinigungen mittels mechanischer Einrichtungen zurückgehalten werden, dem Abwasser auf biochemischem Weg lösliche und/oder feindisperse, anorganische und organische Inhaltsstoffe entzogen werden. Aus der schweizerischen Patentschrift Nr. 427 674 der Anmelderin ist ein solches Verfahren bekannt, nach welchem normale, aber auch qualitativ und/oder quantitativ ungleichmässig belastete Abwässer mit besonders hohem Wirkungsgrad in einer biochemisch zweistufigen Abwasserreinigungsanlage dadurch gereinigt werden, dass in den beiden biochemischen Stufen sehr unterschiedliche Betriebsbedingungen eingehalten werden. Gemäss einem weiteren, in der schweizerischen Patentschrift Nr. 547 235 der Anmelderin offenbarten Verfahren können in einer solchen Anlage die Betriebsbedingungen in den beiden biochemischen Stufen auch derart gewählt werden, dass neben der Elimination von Kohlenstoff-Verbindungen auch eine solche von anorganisch oder organisch gebundenem Stickstoff erfolgt.

Bisweilen wird beim Betrieb solcher mechanisch-biochemisch arbeitenden Kläranlagen in der Ablaufqualität eine Verschlechterung festgestellt, welche auf ungenügende Absetzung des Belebtschlammes im Nachklärbecken der Anlage zurückzuführen ist. Ursache dieser Erscheinung ist die Bildung von sogenanntem Blähschlamm, eines sich im besten Falle nur langsam absetzenden Schlammes, der häufig durch das Überhandnehmen von Fadenbakterien entsteht. Meist wird die Proliferation von Fadenbakterien durch die besondere Zusammensetzung des zu reinigenden Abwassers hervorgerufen. Die Abwässer einer Reihe von Industrien und Gewerbebetrieben (Molkereien, Brauereien, Mostereien, Brennereien, Hefe- und Konservenfabriken, Kartoffeln verarbeitende Betriebe, Zellstoff-, Papier-, Kartonfabriken, etc.) bieten den unerwünschten Fadenbakterien besonders günstige Lebensbedingungen. Dabei spielen vornehmlich die in diesen Abwässern enthaltenen Kohlehydrate (Zucker, Stärke, abgebaute Cellulose, etc.) eine entscheidende Rolle.

In Anbetracht der praktischen Bedeutung dieses Problems sind zahlreiche Methoden vorgeschlagen worden, um die Entwicklung von Fadenbakterien und damit die Bildung von Blähschlamm zu verhindern oder zumindest in tragbaren Grenzen zu halten, wie z.B. durch den Einsatz von Oxidations- und/oder Flockungsmitteln, durch Veränderung der Schlammbelastung, durch Korrektur des Verhältnisses C:N:P im Abwasser, durch Filtration etc. (vgl. Prof. Dr. D. Bardtke: «Ursachen und Bekämpfung schlechter Belebtschlammstrukturen». Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft 1975). Es ist indessen bis anhin nicht gelungen, die durch die Gegenwart grosser Mengen ungünstiger Abwasserinhaltsstoffe

hervorgerufene Blähschlamm-Bildung mittels eines einfachen, allgemein anwendbaren Verfahrens sicher zu verhindern.

Diese Aufgabe wird mit dem erfindungsgemässen Verfahren zur biochemischen Reinigung von häuslichem, gewerblichem, industriellem oder gemischtem Abwasser beim Auftreten von organischen Inhaltstoffen, welche die unerwünschte Entwicklung von Fadenbakterien und die Bildung von Blähschlamm begünstigen, dadurch gelöst, dass die genannten organischen Inhaltstoffe in einer ersten, ein Belebungsbecken enthaltenden biochemischen Stufe durch Aufrechterhalten bestimmter aerober Lebensbedingungen soweit abgebaut oder verändert werden, dass sowohl in dieser Stufe, als auch beim weiteren Abbau organischer Inhaltstoffe in einer zweiten ein Belebungsbecken aufweisenden biochemischen Stufe unter Aufrechterhalten bestimmter aerober Lebensbedingungen eine dominierende Bildung von Fadenbakterien und Blähschlamm verhindert wird, in der zweiten Stufe auch dann, wenn mit dem Abwasser Mikroorganismen aus der ersten Stufe der zweiten Stufe zugeleitet werden.

Die Erfindung beruht auf der überraschenden Erkenntnis, dass bei Aufteilung des biochemischen Abbaus organischer Abwasserinhaltsstoffe in zwei räumlich und zeitlich getrennte Phasen durch Aufrechterhaltung geeigneter Bedingungen in beiden hintereinander geschalteten Behandlungsstufen die Entwicklung von Fadenbakterien begrenzt und die Bildung von Blähschlamm verhindert werden kann.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens wird der pH-Wert des zu reinigenden Rohabwassers, das erforderlichenfalls vorgängig der biochemischen Reinigung mechanisch vorgeklärt wird, oder nicht, vor der ersten biochemischen Stufe so eingestellt, dass das Abwasser beim Verlassen dieser ersten biochemischen Stufe einen pH-Wert von mindestens 6, vorzugsweise zwischen 7 und 8 aufweist. Im Belebungsbecken der ersten biochemischen Stufe wird das Abwasser solange mit Luft oder Sauerstoff begast, bis die organischen Verbindungen, welche das nicht zu beherrschende Wachstum von Fadenbakterien begünstigen, grösstenteils abgebaut sind. Die Konzentration des gelösten Sauerstoffs im Belebungsbecken der ersten biochemischen Stufe wird dabei mindestens so hoch gehalten, dass im Überlauf zur zweiten biochemischen Stufe die Konzentration des gelösten Sauerstoffs eben noch messbar ist. Die sich in der ersten biochemischen Stufe bildenden Belebtschlammflocken werden laufend abgetrennt und aus dieser biochemischen Stufe entfernt und im Belebungsbecken der ersten biochemischen Stufe wird eine möglichst hohe biochemische Raumbelastung, vorzugsweise mindestens 3 kg BSB₅/m³ · d aufrechterhalten.

Die Regelung des pH-Wertes des Abwassers beim Verlassen der ersten biochemischen Stufe, auf einen Wert zwischen 6 und 9, vorzugsweise zwischen 7 und 8 erfolgt zweckmässig, soweit erforderlich, durch Zugabe von sauren oder basischen Chemikalien, die dem Rohabwasser, z.B. beim Einlauf in die erste biochemische Stufe, in entsprechender Menge zugegeben werden.

Der sich im Belebungsbecken der ersten biochemischen Stufe bildende Belebtschlamm wird zweckmässig zusammen mit dem teilgereinigten Abwasser in ein Nachklärbecken dieser ersten Stufe geführt, in welchem das Belebtschlamm-Abwasser-Gemisch in eine schlammreiche, wässrige Belebtschlammphase und in eine schlammarme, teilgereinigte Abwasserphase getrennt wird. Die schlammarme, teilgereinigte Abwasserphase des Nachklärbeckens der ersten biochemischen Stufe kann dann ganz oder teilweise zur Nachbehandlung in die zweite biochemische Stufe geführt oder/und in das Belebungsbecken der ersten biochemischen Stufe zurückgeführt werden, wobei zweckmässig der Anteil der schlammarmen teilgereinigten Abwasserphase aus dem Nachklärbecken der ersten Stufe, welche in das Belebungsbecken dieser ersten

Stufe zurückgeführt wird, im Vergleich zu jenem Anteil, welcher zur Nachbehandlung in die zweite Stufe geleitet wird, um so grösser gehalten wird, je stärker die Neigung zur Bildung von Fadenbakterien in der ersten biochemischen Stufe ist.

Wenn die schlammarme, teilgereinigte Abwasserphase des Nachklärbeckens der ersten biochemischen Stufe ausschliesslich in das Belebungsbecken dieser ersten Stufe zurückgeführt wird, kann dies in einer Menge sein, welche ein Bruchteil, gleich viel, oder ein Mehrfaches der Rohabwassermenge ist, die der ersten biochemischen Stufe zufliesst.

Die schlammreiche, wässrige Belebtschlammphase aus dem Nachklärbecken der ersten biochemischen Stufe kann ebenfalls ganz oder teilweise zum Belebungsbecken dieser ersten biochemischen Stufe zurückgeführt oder/und in das Belebungsbecken der zweiten Stufe weitergeleitet werden, wobei zweckmässig der Anteil der schlammreichen, wässrigen Belebtschlammphase des Nachklärbeckens der ersten Stufe, welcher in das Belebungsbecken der zweiten Stufe weitergeleitet wird, im Vergleich zu jenem Anteil, welcher in das Belebungsbecken der ersten Stufe zurückgeleitet wird, um so grösser gehalten wird, je stärker die Neigung zur Bildung von Fadenbakterien in der ersten biochemischen Stufe ist.

Zweckmässig wird hierbei ein solcher Anteil an der schlammreichen wässrigen Belebtschlammphase des Nachklärbeckens der ersten biochemischen Stufe als Überschuss-Schlamm diesem Nachklärbecken entzogen, dass die Belebtschlammkonzentration im Belebungsbecken der ersten biochemischen Stufe etwa konstant gehalten wird.

Es kann auch vorteilhaft sein, sowohl die schlammreiche, wässrige Belebtschlammphase als auch die schlammarme, teilgereinigte Abwasserphase des Nachklärbeckens der ersten biochemischen Stufe ausschliesslich und gemeinsam dem Belebungsbecken der zweiten biochemischen Stufe zuzuleiten, und zwar zweckmässig in einer Menge die der Zulaufmenge an Rohabwasser zur ersten biochemischen Stufe entspricht.

Beim Vorliegen bestimmter Abwasserinhaltsstoffe, welche die Entwicklung von Fadenbakterien und Blähschlamm fördern, kann auch gänzlich auf das Nachklärbecken der ersten biochemischen Stufe verzichtet werden und das Gemisch von Belebtschlamm und teilgereinigtem Abwasser aus dem Belebungsbecken der ersten biochemischen Stufe direkt zum Belebungsbecken der zweiten biochemischen Stufe zur Nachbehandlung geleitet werden. Dabei kann das Belebungsbecken der ersten biochemischen Stufe zugleich auch Mengenausgleichsbecken für den Rohabwasserzulauf sein und damit der Zulauf des Gemisches aus Belebtschlamm und teilgereinigtem Abwasser zum Belebungsbecken der zweiten biochemischen Stufe mengenmässig gleichmässig sein.

Nach der biochemischen Behandlung in der ersten Stufe wird zweckmässig das Abwasser im Belebungsbecken der zweiten Stufe derart mit Luft oder Sauerstoff begast, dass eine Mischkultur aus Bakterien, niederen Pilzen und Protozoen günstige Wachstumsbedingungen zum Abbau der restlichen Abwasserinhaltsstoffe vorfindet. Diese Mischkultur wird zusammen mit dem gereinigten Abwasser aus dem Belebungsbecken in das Nachklärbecken der zweiten Stufe geleitet wo sie sich vom gereinigten Abwasser trennt. Letzteres wird aus der Anlage geleitet, während die Belebtschlamm-Mischkultur als Rückschlamm in das Belebungsbecken dieser zweiten Stufe zurückgeführt oder teilweise als Überschuss-Schlamm, aus der Anlage abgezogen wird.

Im folgenden werden nun spezifische Ausführungsbeispiele des erfindungsgemässen Verfahrens mit Bezug auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 ein Blockschema einer zweistufigen biochemischen Abwasserreinigungsanlage mit vorgeschalteter mechanischer Reinigungsstufe, und

Fig. 2 schematisch den biochemischen Teil einer solchen Anlage.

Das zu reinigende Abwasser durchfliesst die in Fig. 1 dargestellte Anlage von links nach rechts. In einer mechanischen Reinigungsstufe 1, die, je nach Zusammensetzung der Abwässer, für welche die Anlage bestimmt ist, auch weggelassen werden kann, und welche deshalb nur gestrichelt dargestellt ist, wird das Abwasser durch geeignete, an sich bekannte mechanische Hilfsmittel im Sinne einer mechanischen Vorreinigung von Grobstoffen, Schwimmstoffen und leicht sedimentierbaren Schwebstoffen weitgehend befreit. Die ausgeschiedenen Verunreinigungen werden periodisch durch eine Leitung 2 aus dieser Vorreinigungsstufe 1 entfernt. Das in der Stufe 1 vorgeklärte Abwasser fliesst anschliessend durch zwei in Serie geschaltete biochemische Reinigungsstufen 10, bzw. 20, die nach bestimmten und unterschiedlichen Gesichtspunkten aufgebaut und betrieben werden.

Vor seinem Eintritt in die erste biochemische Reinigungsstufe 10 wird, bei 5 in Fig. 1, durch Zusatz von sauren oder alkalischen Chemikalien, das Abwasser auf eine solche Alkalinität eingestellt, dass es beim Verlassen der ersten biochemischen Stufe 10 noch einen pH-Wert von mindestens 6 aufweist. Der am Ausgang der Stufe 10 gemessene pH-Wert soll zweckmässig den Wert 9 nicht überschreiten und wird vorzugsweise auf einem Wert zwischen 7 und 8 aufrechterhalten.

Damit weder in der ersten biochemischen Stufe 10 selbst noch in der zweiten biochemischen Stufe 20 Fadenbakterien bei deren Vermehrung begünstigendem Abwasser überhandnehmen und durch Bildung von Blähschlamm störend in Erscheinung treten können, ist das Abwasser bereits in der ersten biochemischen Stufe qualitativ derart zu verändern, dass der Abbau der die Entwicklung von Fadenbakterien fördernden Abwasserinhaltsstoffe bereits weitgehend in der ersten biochemischen Stufe erfolgt, unter Aufrechterhaltung von $\text{pH} \geq 6$ in der ersten biochemischen Stufe 10 und laufendem Entzug der sich in dieser ersten Stufe 10 bildenden Belebtschlammflocken.

Mit dem in Fig. 2 dargestellten biochemischen Teil einer Anlage gemäss Fig. 1 kann dies verwirklicht werden. Jede der beiden dargestellten biochemischen Reinigungsstufen 10 bzw. 20 umfasst ein Belebungsbecken 11 bzw. 21 und ein Nachklärbecken 12 bzw. 22. Das zu reinigende Rohabwasser gelangt durch eine Leitung 4 in das Belebungsbecken 11 der ersten Stufe 10. Von dort gelangt es normalerweise über eine Leitung 14 in das Nachklärbecken 12 der ersten Stufe das es über eine Leitung 15 verlässt, um in das Belebungsbecken 21 der zweiten biochemischen Stufe 20 zu fliessen. Der Durchfluss durch die Leitungen 14 und 15 kann durch Schieber 14a bzw. 15a geregelt werden. Eine Bypassleitung 13, 16, in welche zwei Absperrventile 13a und 16a geschaltet sind, ermöglicht es, Abwasser unter Umgehung des Nachklärbeckens 12 direkt aus dem Belebungsbecken 11 der ersten Stufe 10 in dasjenige 21 der zweiten Stufe 20 zu leiten.

Vom Belebungsbecken 21 führt eine weitere Leitung 23 in das Nachklärbecken 22 der zweiten biochemischen Stufe 20, welches das gereinigte Abwasser durch eine Leitung 6 verlässt. Weitere Leitungen 25, 26, in welche ein Absperrventil 25a eingebaut ist, gestatten es, Schlamm, der durch die Leitung 26 aus dem Nachklärbecken 22 abgezogen werden kann, wieder in das Belebungsbecken 21 der zweiten Stufe zurückzuführen. Eine Leitung 24 mit Absperrventil 24a dient zur Entfernung von Überschuss-Schlamm aus der Anlage.

Sinngemäss kann über Leitungen 17 und 18 mit Absperrventil 17a Überschuss-Schlamm aus dem Nachklärbecken 12 der ersten Stufe 10 abgezogen werden. Durch entsprechende Einstellung der Ventile 13a, 16a und 17a kann aus dem Nachklärbecken 12 abzogener Schlamm in das Belebungsbecken

11 der ersten Stufe 10 zurückgeführt werden, erforderlichenfalls auch in das Belebungsbecken 21 der zweiten Stufe.

Weitere Leitungen 31, 32, 33 und 34 verbinden die oberen Bereiche des Belebungsbeckens 11, des Nachklärbeckens 12 und des Nachklärbeckens 22 miteinander. Die Leitung 33 mündet in die Verbindungsleitung 14 zwischen Belebungsbecken 11 und Nachklärbecken 12 der ersten Stufe ein.

Eine Leitung 35 schliesslich verbindet zusätzlich die oberen Regionen des Belebungsbeckens 11 und des Nachklärbeckens 12 der ersten Stufe 10 miteinander.

Luftverteiler 36 bzw. 37 gestatten es, in an sich bekannter Weise den Inhalt der Belebungsbecken 11 bzw. 21 mit Luft oder Sauerstoff zu begasen.

Mit Bezug auf die Fig. 2 werden im folgenden verschiedene Betriebsweisen der Anlage erläutert, die alle dazu dienen, ein Fadenbakterienwachstum zu begrenzen, ohne die Reinigungsleistung der Anlage zu beeinträchtigen. Die verschiedenen Schaltungsvarianten stehen in einem direkten Zusammenhang mit der jeweiligen mehr oder minder starken Neigung eines Abwassers, beim biochemischen Abbau das Wachstum von Fadenbakterien zu begünstigen und Blähschlamm zu bilden.

In einem Fall A sei angenommen, dass das zu reinigende Abwasser ein relativ normal zusammengesetztes Abwasser ist, welches zeitweilig eine geringe Neigung zur Blähschlamm-Bildung aufweist. Dieses Rohabwasser gelangt durch die Leitung 4 in das Belebungsbecken 11 der ersten biochemischen Stufe 10, in welchem die Sauerstoffkonzentration über die Luft- oder Sauerstoffzufuhr 36 so geregelt wird, dass im anschliessend durchflossenen Nachklärbecken 12 eine minimale Sauerstoffkonzentration verbleibt. Der durch die biochemischen Abbau- und Assimilationsprozesse sich ständig vermehrende Belebtschlamm wird durch die Leitungen 18, 13 ins Belebungsbecken 11 zurückgeführt. Um in letzterem die Belebtschlamm-Masse konstant zu halten, wird eine dem Schlamm-zuwachs entsprechende Menge Belebtschlammes durch die Leitungen 18, 17 als Überschuss-Schlamm abgezogen. Vom Nachklärbecken 12 gelangt das Abwasser durch die Leitung 15 ins Belebungsbecken 21 der zweiten biochemischen Reinigungsstufe 20, wo durch adäquaten Luft- bzw. Sauerstoffeintrag über den Verteiler 37 eine Sauerstoffkonzentration aufrechterhalten wird, die den mikrobiellen Abbau der noch im Abwasser verbleibenden abbaubaren Abwasserinhaltsstoffe auf oder unter den zugelassenen Höchstwert erlaubt. Der sodann im Nachklärbecken 22 abgetrennte Belebtschlamm wird teils durch die Leitungen 26, 25 ins Belebungsbecken 21 zurückgeleitet, teils durch die Leitungen 26, 24 als Überschusschlamm abgezogen. Besteht die Notwendigkeit einer Verminderung des Gehaltes an Stickstoffverbindungen im Auslauf 6 der Anlage, so kann das durch ein genügendes Sauerstoffangebot in der zweiten biochemischen Stufe 20 nitrifizierte Abwasser durch die Leitungen 31, 32, 33 oder 34 direkt oder indirekt ins Nachklärbecken 12 der ersten Stufe 10 zurückgeführt werden; dort findet infolge der nahezu anaeroben Bedingungen eine Denitrifikation und Elimination der Stickstoffverbindungen unter Freisetzung von elementarem Stickstoff statt.

Treten infolge entsprechender Abwasserinhaltsstoffe innerhalb der ersten Stufe gelegentlich Fadenbakterien auf, welche eine Blähschlamm-Bildung verursachen, so treibt ein Anteil des Schlamminhaltes vom Nachklärbecken 12 zusammen mit dem vorgereinigten Abwasser über Leitung 15 in die zweite biochemische Stufe über. Sofern diese Einschwemmung von schwer absetzbaren Blähschlämmen aus der ersten in die zweite Stufe in Grenzen gehalten wird, bleibt die Belebtschlammpopulation der zweiten Stufe davon unbeeinflusst und damit auch die Qualität des klaren Ablaufes des gereinigten Abwassers über Leitung 6. Nötigenfalls kann die Menge des übertreibenden Schlammes aus der ersten in die zweite Stufe auch dadurch verringert werden, dass die Schlammkonzentration in der

ersten Stufe durch stärkere Entnahme von Überschuss-Schlamm aus dem Nachklärbecken 12 vorübergehend herabgesetzt wird.

In einem Falle B sei vorausgesetzt, dass die Zusammensetzung des Abwassers grossen periodischen Schwankungen unterliegt, dass also beispielsweise in einer Betriebsperiode keinerlei Fadenbakterien-Wachstum zu beobachten ist, dagegen während einer anderen Betriebsperiode ein solches sehr deutlich stattfindet. Diese Voraussetzung trifft dann zu, wenn während Ernte- und/oder Verarbeitungskampagnen von z.B. Kartoffel-, Gemüse-, Obst-, Zuckerrüben-Verarbeitungsbetrieben deren Abwasserzusammensetzung sich wesentlich verändert, beispielsweise durch Zunahme des Kohlehydratanteils.

Während bei normaler Abwasserzusammensetzung die Anlage gemäss Fall A betrieben werden kann, wird sie während der Kampagnezeit wie folgt umgestellt: das Rohabwasser wird nach der bereits erwähnten Vorbehandlung durch die Leitung 4 dem Belebungsbecken 11 der ersten biochemischen Stufe 10 zugeführt, in welchem es sich mit dem darin befindlichen Belebtschlamm-Abwassergemisch und dem eingetragenen Luftsauerstoff zwecks biochemischem Abbau der Abwasserinhaltsstoffe innig vermischt. Das Belebtschlamm-Abwassergemisch wird über Leitung 14 dem Nachklärbecken 12 der ersten biochemischen Stufe 10 zugeführt, in welchem sich der Belebtschlamm durch Absetzen vom vorbehandelten Abwasser trennt. Bei normal zusammengesetztem Abwasser wird der abgesetzte Belebtschlamm über die Leitungen 18, 13 dem Belebungsbecken 11 der ersten Stufe wieder als Rückschlamm zugeleitet; der ersten biochemischen Stufe wird über die Leitung 17 gerade soviel Belebtschlamm als Überschuss-Schlamm entzogen, dass die im Belebungsbecken 11 erwünschte Belebtschlammkonzentration aufrechterhalten wird. Bei Rohabwasser mit Neigung zur Bildung von Fadenbakterien wird dagegen nur ein Teil des im Nachklärbecken 12 abgesetzten Belebtschlammes über die Leitungen 18, 13 dem Belebungsbecken 11 wieder zugeführt, während ein anderer Teil über die Leitungen 18 und 16 direkt dem Belebungsbecken 21 der zweiten biochemischen Stufe 20 zugeführt wird. Der Anteil an abgesetztem Belebtschlamm aus dem Nachklärbecken 12, welcher direkt zum Belebungsbecken 21 geleitet wird, wird im Vergleich zu jenem Anteil, welcher zum Belebungsbecken 11 zurückgeleitet wird, um so grösser gehalten, je stärker die Neigung zur Bildung von Blähschlamm in der ersten biochemischen Stufe ist.

Bei der biochemischen Behandlung von Rohabwasser mit Neigung zur Blähschlamm-Bildung hat es sich als vorteilhaft erwiesen, neben der eben erwähnten teilweisen Direktableitung von abgesetztem Belebtschlamm zur zweiten biochemischen Stufe, auch noch einen Teil des teilgereinigten klaren Abwassers aus den oberen Flüssigkeitsschichten des Nachklärbeckens 12 der ersten biochemischen Stufe zu entziehen und über die Leitung 35 dem Belebungsbecken 11 der ersten biochemischen Stufe zuzuführen. Der Anteil dieses Klarwassers, welches aus dem Nachklärbecken 12 über Leitung 35 zum ersten Belebungsbecken 11 zurückgeführt wird, ist, im Verhältnis zum Anteil des Klarwassers, welches die erste biochemische Stufe über Leitung 15 zwecks biochemischer Nachbehandlung in der zweiten Stufe verlässt, um so grösser zu halten, je stärker die Neigung zur Bildung von Blähschlamm der ersten biochemischen Stufe ist. Als zusätzliche Regelgrösse zur Beherrschung des Fadenbakterienwachstums dient die im Belebungsbecken 11 der ersten biochemischen Stufe aufrechterhaltende Belebtschlammkonzentration, welche um so kleiner zu halten ist, je grösser die Neigung zur Blähschlamm-Bildung ist. Die Weiterbehandlung des teilgereinigten Abwassers innerhalb der zweiten biochemischen Stufe erfolgt analog wie im Fall A erläutert.

Bei einem dritten Fall, Fall C, sei angenommen, dass es sich um eine Abwasserzusammensetzung handelt, welche dauernd die Voraussetzung zum Wachstum von Fadenbakterien und zur Bildung von Blähschlamm in sich birgt. Die Betriebsweise der Anlage gemäss Fig. 2 erfolgt bei einem solchen Abwasser in der Weise, dass das nach der Vorreinigung und Alkalinisierung durch die Leitung 4 dem Belebungsbecken 11 der ersten biochemischen Stufe zugeführte Abwasser im Becken 11 so ausreichend mit Luftsauerstoff versorgt wird, dass ein rascher Abbau jener Abwasserinhaltsstoffe erfolgt, welche das Wachstum von Fadenbakterien begünstigen. Der sich dabei bildende Belebtschlamm, welcher durchaus auch Fadenbakterien enthalten kann, wird zusammen mit dem teilgereinigten Abwasser über die Leitung 14 in das Nachklärbecken 12 der ersten biochemischen Stufe übergeleitet, in welchem sich der Schlammanteil durch Absetzen vom vorbehandelten Abwasser weitgehend trennt. Teilgereinigtes und vom Schlamm weitgehend befreites Abwasser wird über die Leitung 35 in das Belebungsbecken 11 der ersten biochemischen Stufe zurückgeleitet. Die Menge des derart zurückgeführten teilgereinigten Abwassers kann ein Bruchteil, gleich gross oder ein Mehrfaches jener Menge sein, welche der ersten biochemischen Stufe über Leitung 4 als Rohabwasser zugeleitet wird.

Der im Nachklärbecken 12 der ersten biochemischen Stufe abgesetzte Schlamm wird über die Leitungen 18 und 16 direkt dem Belebungsbecken 21 der zweiten biochemischen Stufe zur Weiterbehandlung zugeführt, welche analog erfolgt wie im Fall A. Ein Teil dieses im Nachklärbecken 12 abgesetzten Schlammes kann jedoch auch als Überschuss-Schlamm über die Leitungen 18, 17 der ersten biochemischen Stufe entzogen werden. Die totale Menge des mit teilgereinigtem Abwasser verdünnten, abgesetzten Schlammes, welche dem Nachklärbecken 12 der ersten biochemischen Stufe entzogen wird, wird stets gleich gross gehalten wie die Menge an Rohabwasser, welche der ersten biochemischen Stufe über die Leitung 4 zufliesst.

Als Spezialfall von Fall C ist eine Betriebsweise zu betrachten, in welcher auf eine Rückführung von teilgereinigtem, und von Belebtschlamm weitgehend befreitem Abwasser aus dem Nachklärbecken 12 der ersten biochemischen Stufe 10 gänzlich verzichtet wird. Sowohl in diesem Spezialfall, wie auch im normalen Fall C, ist das Angebot an Luft oder Sauerstoff durch die Begasungsvorrichtung 36 des Belebungsbeckens 11 so reichlich zu halten, dass anaerobe Zustände in jedem Teil des Nachklärbeckens 12 der ersten biochemischen Stufe eben noch vermieden werden.

Bei einem vierten Fall, Fall D sei angenommen, dass ein Abwasser zu reinigen ist, welches ständig die Voraussetzung zum Wachstum von Fadenbakterien und zur Blähschlamm-Bildung bietet, dessen Abwasserinhaltsstoffe dem biochemischen Abbau jedoch besonders leicht zugänglich sind.

Der Betrieb der Anlage gemäss Fig. 2 erfolgt in diesem Fall zweckmässig in der Weise, dass das Rohabwasser nach der bereits erwähnten Vorbehandlung durch die Leitung 4 dem Belebungsbecken 11 der ersten biochemischen Stufe zugeführt wird und dort eine ausreichende Versorgung mit Luftsauerstoff gewährleistet wird, so dass ein rascher Abbau jener Abwasserinhaltsstoffe erfolgt, die der biochemischen Behandlung besonders gut zugänglich sind. Der sich dabei bildende Belebtschlamm, welcher durchaus auch Fadenbakterien enthalten kann, wird zusammen mit dem teilgereinigten Abwasser, unter vollständiger Umgehung des Nachklärbeckens 12 der ersten biochemischen Stufe über die Leitungen 13, 16 direkt dem Belebungsbecken 21 der zweiten biochemischen Stufe zugeleitet, in welcher der weitere Abbau der verbleibenden Abwasserinhaltsstoffe analog wie im Fall A erfolgt. Im Normalfall ist die Menge des aus dem Belebungsbecken 11 zum Belebungsbecken 21 weitergeleiteten Belebtschlamm-Abwasser-Gemisches gleich gross zu halten wie die Menge an Rohabwasser,

welche dem Belebungsbecken 11 über die Leitung 4 zugeleitet wird.

Bei dem angenommenen Fall D können diese Mengen allerdings auch unterschiedlich gross sein, nämlich dann, wenn das Belebungsbecken 11 der biochemischen Stufe so ausgebildet wird, dass es gleichzeitig als Ausgleichs- oder Pufferbecken für eine in zeitlich unterschiedlichen Anteilen anfallende Rohabwasser-Gesamtmenge dient und damit die Nebenaufgabe erhält, die unterschiedlichen Rohabwasser-Momentanmengen derart auszugleichen, dass die Menge des abzuleitenden Belebtschlamm-Abwasser-Gemisches aus diesem Belebungsbecken 11 zur Weiterbehandlung in der zweiten biochemischen Stufe zeitlich konstant ist.

Eine Anlage mit allen Verbindungsleitungen, wie sie in Fig. 2 schematisch dargestellt ist, erfüllt die Voraussetzungen, die beschriebenen Fälle A–D einschliesslich der Spezialfälle von verschiedenartiger Abwasserzusammensetzung, mit mehr oder minder starker Neigung zur Blähschlamm-Bildung und zum Fadenbakterienwachstum, so unter Kontrolle zu halten, dass der erwünschte biochemische Abbau der Abwasserinhaltsstoffe problemlos durchgeführt werden kann. Die Anlage gemäss Fig. 2 stellt damit eine Mehrzweckanlage dar, deren Funktion den momentanen Verhältnissen hinsichtlich der Art der Abwasserinhaltsstoffe laufend angepasst werden kann.

Liegen jedoch eindeutige und stets gleichartige Abwasserzusammensetzungen vor, wie sie in einem der aufgeführten Fälle näher definiert wurden, so kann diese Anlage in ihrer Leitungsführung vereinfacht und der dann notwendigen und beschriebenen Betriebsweise angepasst werden. So kann beispielsweise in einem eindeutigen Fall D u. a. auf die Erstellung eines Nachklärbeckens für die erste biochemische Stufe gänzlich verzichtet werden.

Im folgenden werden nun noch zwei praktische Beispiele für die Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens erläutert.

Beispiel 1

Ein zuckerhaltiges Abwasser (1,6 g/l Zucker) entsprechend nachfolgenden Abwasser-Charakteristiken

Biochemischer Sauerstoffbedarf = BSB₅ = 1260 mg O/l
Chemischer Sauerstoffbedarf = CSB = 1770 mg O/l
Permanganat-Verbrauch = KMnO₄-Verbrauch = 6150 mg KMnO₄/l
Totaler organischer Kohlenstoff = TOC = 670 mg C/l

wird zwecks Reinigung in eine zweistufige biochemische Abwasserreinigungsanlage gemäss Fig. 2 geleitet. Nach der Alkalinisierung auf pH 10,3 mittels Zusatz von Natronlauge (ca. 0,1 g/l NaOH 32%ig) und Nährsalzzugabe wird dieses Abwasser im Belebungsbecken der ersten biochemischen Stufe mittels Tiefenbelüftung während 5 Stunden bei 21°C belüftet.

Die biochemische Raumbelastung im Belebungsbecken 11 beträgt 6,0 kg BSB₅/m³·d. Vom Belebungsbecken 11 gelangt das Abwasser sodann ins Nachklärbecken 12, wo sich die weissen Schlammfetzen und gröberen Schlammflocken absetzen. Durch eine Pumpe wird das von groben Schlammpartikeln befreite, jedoch weisslich-trübe Abwasser über Leitung 35 ins Belebungsbecken 11 zurückgepumpt. Lufteintrag und Rückführung des Abwassers werden so aufeinander abgestimmt, dass die Konzentration des gelösten Sauerstoffs im Belebungsbecken 5,6 mg/l und im Nachklärbecken 12 0,7 mg/l beträgt. Die totale Aufenthaltszeit des Abwassers in der ersten biochemischen Stufe beträgt 11 Stunden. Nach dieser oxydativen biochemischen Vorbehandlung lassen sich folgende Kennzahlen ermitteln.

BSB₅ = 500 mg O/l
 CSB = 980 mg O/l
 KMnO₄ = 1370 mg KMnO₄/l
 TOC = 330 mg C/l
 pH = 7,2

Aus dem Nachklärbecken der ersten biochemischen Stufe wird das weisslich-trübe Schlamm-Abwasser-Gemisch über die Leitungen 18 und 16 in die zweite biochemische Stufe geleitet. In dieser verweilt das Abwasser nochmals während 11 Stunden. Die biochemische Raumbelastung im Belebungsbecken 21 beträgt 2,4 kg BSB₅/m³ · d. Die Konzentration an gelöstem Sauerstoff beträgt im Belebungsbecken 6,5 mg/l, im Nachklärbecken 22 0,9 mg/l. Der sich im Nachklärbecken 22 ansammelnde, gut absetzbare, hell rostbraune Belebtschlamm wird über die Leitungen 26, 25 ins Belebungsbecken 21 zurückgeführt. Am dermassen zweistufig gereinigten Abwasser werden folgende Kennwerte und Entlastungsraten (E) ermittelt:

BSB₅ = 86 mg O/l (E = 93%)
 CSB = 300 mg O/l (E = 83%)
 KMnO₄ = 410 mg KMnO₄/l (E = 93%)
 TOC = 25 mg C/l (E = 96%)
 pH = 7,7

Weder in der ersten noch in der zweiten biochemischen Stufe entwickelt sich Blähschlamm.

Beispiel 2

Ein Molkerei-Abwasser entsprechend folgenden Abwasser-Charakteristiken

BSB₅ = 604 mg O/l
 CSB = 1140 mg O/l
 KMnO₄-Verbrauch = 1360 mg KMnO₄/l
 TOC = 310 mg C/l
 pH = 7,4

wird zwecks Reinigung in eine zweistufige Abwasserreinigungsanlage gemäss Fig. 2 geleitet. Nach der Alkalinisierung auf pH 10 durch Zusatz von Natronlauge (ca. 260 ml NaOH 32%ig auf 1 m³ Abwasser) wird dieses Abwasser im Belebungsbecken 11 der ersten biochemischen Stufe mittels Tiefenbelüftung während 2,5 Stunden bei 23°C feinblasig belüftet. Die Konzentration an gelöstem Sauerstoff wird bei 5 mg/l gehalten. Die biochemische Raumbelastung in der ersten biochemischen Stufe beträgt 5,8 kg BSB₅/m³ · d. Vom Belebungsbecken 11 wird das Abwasser (pH 7,8) mitsamt den weissen Schlammfetzen und -Flocken direkt ins Belebungsbecken 21 der zweiten Stufe geleitet. Es findet abermals eine intensive feinblasige Belüftung in Gegenwart des rostbraunen Belebtschlammes der zweiten Stufe statt; die Konzentration an gelöstem Sauerstoff beträgt 2,5 mg/l, die biochemische Raumbelastung 2,5 kg BSB₅/m³ · d. Durch Leitung 23 fliesst das Belebtschlamm-Abwasser-Gemisch in das Nachklärbecken der zweiten biochemischen Stufe, in welchem sich der flockige Schlamm absetzt und über die Leitungen 26, 25 ins Belebungsbecken 21 der zweiten biochemischen Stufe zurückgeführt wird. Die Aufenthaltszeit des Abwassers in der zweiten biochemischen Stufe beträgt ca. 5,5 Stunden. Der Überschussschlamm wird durch die Leitungen 26, 24, abgelassen. Das biochemisch gereinigte Abwasser fliesst mit einem Gehalt von 0,6 g/l an gelöstem Sauerstoff durch die Leitung 6 weg in den Vorfluter. Die Restbelastung und die Entlastungsraten betragen

BSB₅ = 20 mg O/l (E = 97%)
 CSB = 81 mg O/l (E = 93%)
 KMnO₄-Verbrauch = 117 mg KMnO₄/l (E = 91%)
 TOC = 28 mg C/l (E = 91%)
 pH = ca. 7

Weder in der ersten noch in der zweiten Stufe entsteht Blähschlamm.

