



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 100 19 960 A 1**

51 Int. Cl.⁷:
C 02 F 9/10

21 Aktenzeichen: 100 19 960.7
22 Anmeldetag: 20. 4. 2000
43 Offenlegungstag: 25. 10. 2001

DE 100 19 960 A 1

71 Anmelder:
MUT Dr. Zeising & Partner Ingenieurgesellschaft
mbH, 99092 Erfurt, DE

72 Erfinder:
Zeising, Gerd, Dr.-Ing., 99099 Erfurt, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

- DE 41 32 672 C2
- DE 196 25 346 A1
- DE 41 32 672 A1
- DE 41 31 596 A1
- DE 34 35 735 A1
- DE 38 77 521

HEUSER, Andrea: Wirtschaftlich und
energiesparend.
In: cav 3/98, S.36,39;
BILLET, Reinhard: Verdampfung und ihre
technischen
Anwendungen, Verlag Chemie, Weinheim u.a.,
1981,
S.221-223;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- 54 Verfahren zum Aufbereiten von Abwasser
- 57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufbereitung von Abwasser, insbesondere aus Dämpfprozessen in der Holzverarbeitung.
Das Wasser wird bei diesen Prozessen mit verschiedenen flüchtigen Holzinhaltstoffen belastet.
Um sowohl eine hohe Rückführrate in den Prozeß als auch eine unbedenkliche Ableitung als Abwasser erreichen zu können, wird vorgeschlagen, nach einer Behandlung mit Lauge und Filtration das Abwasser bei Abtrennung eines energetisch nutzbaren Rückstandes zu verdampfen und durch die Ausschleusung von einem Teil des erzeugten Dampfes die Qualität von Abwasser und recyclingfähigem Dampf gleichzeitig so zu steuern, daß eine weitere Behandlung eingespart wird.

DE 100 19 960 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufbereiten von Abwasser, insbesondere aus Dämpfprozessen in der Holzverarbeitung, das beim betrieblichen Einsatz mit gelösten organischen Holzinhaltstoffen belastet wird.

[0002] Damit Buchenholzbretter die für die spätere dekorative Verarbeitung gewünschte rotbraune Färbung erlangen, werden sie üblicherweise in Dämpfkammern mit Wasserdampf oder Wasserdampf/Luftgemischen bedämpft/erhitzt.

[0003] Dabei, aber auch bei anderen Holzverarbeitungsprozessen, wie z. B. beim Dämpfen in Braunschleifereien oder bei der Spanplattenherstellung, werden große Mengen Dampf verbraucht und werden Holzbestandteile, wie Methanol, Ameisensäure, Essigsäure, Acetaldehyd, organische Basen, Huminstoffe, Harze und weitere holzteerverwandte Substanzen in größeren Mengen freigesetzt und gehen in das Kondensat über.

[0004] Das als Abwasser aus diesen Prozessen abfließende Kondensat ist sauer und organisch so hoch belastet, daß einerseits eine Wiederverwendung im Betrieb unmöglich ist und daß andererseits die Ableitung in Gewässer mit einer aufwendigen Vorbehandlung oder in öffentliche Kläranlagen mit hohen Einleitgebühren verbunden ist.

[0005] Versuche, das stark verschmutzte Abwasser unbehandelt direkt wieder zu verdampfen, scheitern infolge einer kurzfristigen Verkrustung schon in den Vorwärmern und infolge des anschließenden Zusetzens der Abschlammereinrichtung bei der Verdampfung. Außerdem ist die Verwertbarkeit der erzeugten Dampfphase wegen der Anreicherung leichtflüchtiger Komponenten weitestgehend eingeschränkt.

[0006] Es ist dagegen bekannt, daß man Abwasser aus der Holzverarbeitung durch Fällung und Flockungsverfahren sowie biologische Behandlung vorreinigen kann /1/.

[0007] Es sind verschiedene Vorschläge zur Flockung und Schlammabtrennung aus Abwasser z. B. durch Flotation veröffentlicht wurden (DE 89 15 904 A, DE 196 17 714 A).

[0008] Zahlreiche Veröffentlichungen beschreiben biologische Verfahren zur Abwasserbehandlung, z. B. aerob durch rotierende Tauchkörper (DE 19 80 635 A), Tropfkörper (DE 198 18 274 A), ein getauchtes Festbett (DE 299 15 706 A), Belebtschlammverfahren (DE 36 19 229 A, DE 3 42 615 A), Festbettreaktoren (DE 299 15 706 A), Pflanzenkläranlagen (DE 40 41 242 A), oder anaerob (z. B. DE 33 24 072 A, DE 38 33 185 A).

[0009] Vorgeschlagen wurden auch Kombinationen von biologischer Behandlung mit Adsorptionsverfahren (DE 92 15 208 A), mit Filtration (DE 36 17 229 A), mit Strippen und Stripluftverbrennung (DE 41 14 386 A) oder mit Membrantrennverfahren (EP 0971858 A 20000119).

[0010] Es ist weiterhin bekannt, daß man Abwasser durch Flockung in Verbindung mit einer Elektrolyse und Oxidationsmittelzugabe (DE 198 35 592 A), Behandlung mit ultraviolettem Licht (DE 42 24 130 A), alleinige Flotation (DE 196 17 714 A) oder durch Filtration, Oxidation bei erhöhter Temperatur und anschließende Umkehrosmose (DE 196 25 346 A) reinigen kann.

[0011] Zum Füllen/Flocken muß das Abwasser durch Kühlwasser oder in großen Speichern abgekühlt werden. Sowohl dadurch als auch durch die eingesetzten Behandlungschemikalien und Lager- und Dosierstationen werden hohe Investitions- und Betriebskosten verursacht.

[0012] Da die organische Belastung dabei erfahrungsgemäß nur um 50–60% verringert werden kann, ist eine Wiederverwendung nur eingeschränkt möglich und wird die für eine Ableitung in Gewässer erforderliche Qualität nicht er-

reicht.

[0013] Zur biologischen Behandlung muß das Abwasser ebenfalls vorgekühlt werden.

[0014] Für aeroben Verfahren sind wegen der hohen Belastung große und platzintensive Behandlungsbecken, eine Neutralisation, zusätzliche Nährstoffe und Dosierstationen sowie große Mengen elektrischer Energie für die Belüftung erforderlich. Für den Wiedereinsatz zur Dampferzeugung werden wiederum große Energiemengen zur Aufwärmung/Verdampfung benötigt.

[0015] Auch für anaerobe Verfahren muß nach der Abkühlung der pH-Wert des Abwassers durch Zugabe von Neutralisationsmitteln angehoben werden.

[0016] Für die Reaktion, das sichere Handling des entstehenden explosiven Gases sowie die anschließende energetische Nutzung des Gases sind große ausrüstungsseitige Aufwendungen erforderlich.

[0017] Sowohl aerobe als auch anaerobe Behandlungsverfahren müssen für den Winterbetrieb wärme geschützt werden und sind gegen plötzliche produktionsbedingte Schwankungen der Abwasserfracht anfällig.

[0018] Allen beschriebenen Behandlungsverfahren ist gemeinsam, daß mit apparativem und Energieaufwand Naßschlamm entsteht, der ebenfalls apparativ und energetisch aufwendig entwässert und entsorgt werden muß. Außerdem werden für die Unterbringung von Ausrüstungen und Schaltanlagen größere Gebäude benötigt. Die Behandlung mit ultraviolettem Licht ist vorrangig für klare und mäßig belastete Abwässer einsetzbar und energieaufwendig.

[0019] Vorgeschlagen worden ist weiterhin, Abwasser in Rieselapparaten von Kohlenwasserstoffen durch Verdampfung zu trennen (DE 34 19 171 A), durch Teilverdampfung bei Nutzung der Dampfphase zur Spänereinigung in der Metallindustrie teilweise wiederzuverwenden (DE 42 30 780 A), nach einer Umkehrosmose weiter einzudampfen und zu verbrennen (DE 41 30 334 A) oder es auf einen pH-Wertbereich von 4–8 zu neutralisieren, zu verdampfen, das Konzentrat zu entsorgen und den Dampf zu kondensieren und durch Behandlung mit ultraviolettem Licht ableitfähiges Abwasser zu erzeugen (DE 41 32 672 A).

[0020] Ferner gehört zur geläufigen Praxis bei Kühlwasser- und Dampfkreisläufen, daß die Anreicherung von Schmutz und anderen schädlichen Inhaltsstoffen durch Ausschleusung eines Teils des belasteten Wassers – die sogenannte Absalzung/Abschlammung – in Grenzen gehalten wird.

[0021] Da das oben beschriebene Abwasser aus der Holzverarbeitung dampfflüchtige organische Bestandteile enthält, die sich auch nicht durch Neutralisation zurückhalten lassen und überdies zur raschen Verkrustung führt, sind diese Verfahren zur Erzeugung von ausreichend gereinigtem Wasser für eine Kreislaufführung im Dauerbetrieb ungeeignet und/oder bedingen weitere Behandlungsschritte, bzw. sind sie allein zum Zweck der Abwasserreinigung zu energieaufwendig.

[0022] Die Abschlammung von belastetem Abwasser mit dem Ziel einer Kreislaufführung entlastet Rückgewinnungsstufen nur mengenmäßig und verursacht zusätzliche Abwasserbehandlungsprobleme.

[0023] Die Situation in der Holzverarbeitung, insbesondere bei Dämpfprozessen, ist in der Folge bis heute durch einen großen Verbrauch an Frischwasser sowie nach dessen Nutzung hohe Aufwendungen für die Abwasserbeseitigung gekennzeichnet.

[0024] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, Abwasser, insbesondere aus Dämpfprozessen bei der Holzverarbeitung, mit der oben geschilderten Belastung bei Ver-

ringering der apparativen und energetischen Aufwendungen so aufzubereiten, daß es im Betrieb weitestgehend wieder eingesetzt werden kann, bzw. daß Überschußwasser ohne weitere Behandlung gefahrlos abgeleitet werden kann.

[0025] Gleichzeitig sollen die Aufwendungen für die Behandlung und/oder Entsorgung von Abfallprodukten wie Schlamm verringert werden und anstelle dessen eine Verwertung erreicht werden.

[0026] Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, daß das Abwasser mit Lauge behandelt und filtriert wird und anschließend einer Verdampfung unterworfen wird, wobei ein schwersiedender verwertbarer Rückstand abgetrennt wird und der erzeugte Dampf zu einem Teil dem Betrieb wieder zugeführt wird, während der andere Teil kondensiert und als gereinigtes Abwasser abgeleitet wird.

[0027] Durch die Verbindung einer Vorfiltration mit der Laugenbehandlung des Abwassers sowie mit einer daran anschließenden Verdampfung und einer Aufzweigung des Dampfstromes kann aus dem oben beschriebenen Abwasser überraschenderweise gleichzeitig und bevorzugt sogar im gleichen Apparat die Erzeugung von im Betrieb benötigtem hochwertigem Dampf und von einwandfreiem Abwasser erfolgen. Dabei tritt der technisch völlig neue Effekt ein, daß allein durch die Einstellung eines Dampfrecyclingverhältnisses sowohl die Qualität des Abwassers als auch die des Dampfes im Kreislauf in weiten Grenzen gesteuert werden kann.

[0028] Diese Kombination beruht auf der Beobachtung, daß durch die vorgeschaltete Filtration und Laugenbehandlung gerade solch ein Anteil der organischen Belastung gebunden/zurückgehalten wird, daß die Verkrustungen vermindert werden und der erzeugte Dampf sowohl mehrere Male im Kreislauf wieder eingesetzt werden kann als auch im kondensierten Zustand übliche behördliche Ableitwerte einhält und daß bei der Verdampfung erst nach der Einnengung auf wenige Prozent eine signifikante Verschlechterung der Dampfqualität einsetzt.

[0029] Wie ebenfalls festgestellt wurde, lassen sich die Dampfqualität und damit die Wiederverwendungsrate noch weiter steigern, wenn das Abwasser vor der Verdampfung noch einer zusätzlichen Strippung unterworfen wird.

[0030] Im Gegensatz zum bisherigen Stand der Technik fallen bei dem Prozeß keine aufzuarbeitenden Naßschlamm-mengen an bzw. erfolgt verdampfungsbegleitend die Abtrennung im Dampfkreislauf störender Inhaltsstoffe neben der Abtrennung des mengenmäßig unbedeutenden Abdampfrückstandes überwiegend durch die Ausschleusung von gerade erzeugtem gering belasteten Wasserdampf und nicht von wie üblich belastetem Abwasser nach dem Einsatz.

[0031] Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß durch den Abzug von abgereichertem Wasserdampf in der überwiegenden Zahl der Fälle sich jegliche weitere Behandlung des betreffenden Prozeßwassers mit allen damit verbundenen Nachteilen, wie Investitions-, Energie-, Chemikalien-, Personalkosten und Platz- und Einhausungsbedarf erübrigt und daß durch einfache Veränderung des Verhältnisses zwischen Dampfausschleusung und Dampfrecycling die Qualität beider Ströme äußerst flexibel sowohl an die örtlichen Einleitbedingungen als auch an die Qualitätsanforderungen zum Wiedereinsatz angepaßt werden kann.

[0032] Die gleichzeitig am Boden des Verdampfers vorzugsweise in noch flüssiger Form abgezogenen schwerersiedenden natürlichen Holzinhaltsstoffe besitzen einen vergleichsweise hohen Heizwert, so daß sie wegen der geringen Gesamtmenge bei Einhaltung der erfindungsgemäßen Mindestkonzentration vorteilhaft in der in Holzverarbeitungsbe-

trieben üblicherweise vorhandenen Holzresteverbrennung energetisch genutzt werden können.

[0033] Das Verfahren kommt im Vergleich mit anderen bekannten Lösungen mit einem wesentlich geringeren Aufstellplatz – nur wenig Quadratmeter – und vor allem nur einmaligem Ausrüstungs- und Energieeinsatz für die ohnehin benötigte Dampferzeugung aus, während nach üblichen Technologien vor der Wiederverdampfung eine energieintensive Wasseraufbereitung durchzuführen wäre. Dabei wird durch die erreichte Recyclingdampfqualität eine signifikante Senkung des Frischwasserverbrauchs und des direkt damit in Verbindung stehenden Abwasseranfalls erreicht.

[0034] Ein weiterer Vorteil ist schließlich auch, daß das mit Dampferzeugern ohnehin vertraute Personal in der Holzverarbeitung ohne zusätzliche Qualifikation und Arbeitszeitbelastung – im Vergleich zu biologischen Verfahren, Filterpressenstationen usw. – die zusätzlichen Ausrüstungen – Verdampfer und Dosierstation – mit betreiben können.

[0035] Obwohl das erfindungsgemäße Verfahren besonders vorteilhaft z. B. für Dämpfkondensat in der Holzverarbeitung eingesetzt werden kann, beschränkt sich seine Anwendung nicht auf diese oder nur die Holzverarbeitung, sondern kann sich auf alle Bereiche erstrecken, wo durch anorganische oder organische Verbindungen im weitesten Sinne belastetes Wasser einer Ableitung und/oder Wiederverwendung zugeführt werden soll, z. B. Schleifereien, Spanplattenbetriebe usw.

[0036] Das Verfahren wird anhand der anliegenden Zeichnung näher erläutert, die eine Anlage zur Durchführung einer erfindungsgemäßen Aufbereitung vom Abwasser aus Holz-Dämpfkammern in einem vereinfachten Fließbild zeigt:

[0037] Das im Bild z. B. aus Holz-Dämpfkammern 1 ablaufende und mit organischen Holzinhaltsstoffe belastete Abwasser 2 gelangt über eine Zulaufleitung in ein Sammelbecken 3, wo es durch einen Mischer gleichmäßig und nach herkömmlicher Technologie entweder unbehandelt zu einer kommunalen Kläranlage oder nach einer Behandlung einem Vorfluter oder einer Kläranlage zugeleitet wird.

[0038] Zur Erzielung einer für die Wiederverwendung in den Dämpfkammern ausreichenden Qualität wird das Abwasser durch über pH-Wertmessung 5 automatisch geregelte Zugabe von Lauge 6 im pH-Wert angehoben und danach über eine Pumpe 7 und einen Papierbandfilter 20 einem Verdampfer 8 als Speisewasser 9 zugeführt.

[0039] Wenn der Mischer nicht wie im Bild als Elektromischer, sondern über Luftanlagen als Belüftungsmischer ausgeführt wird, so lassen sich dadurch einerseits ein Faulen des Abwassers bei längerem Aufenthalt im Pufferbecken verhindern und andererseits zusätzlich flüchtige Inhaltsstoffe, wie z. B. Methanol, mit dem Effekt einer noch weiter verbesserten Dampfqualität vom später erzeugten Dampf fernhalten.

[0040] Die anschließende Verdampfung erfolgt im Beispiel in einem Dünnschichtverdampfer 8 mit Dampfheizung 10, aber auch andere Bauarten oder deren Kombination sind prinzipiell möglich.

[0041] Der entstehende Dampf 11 ist schon bei einfacher Verdampfung von großer Reinheit und wird mit einem größtmöglichen Anteil als Recyclingdampf 12 wieder dem Betrieb 1 zugeführt. Nur ein zur Einhaltung der Mindestanforderungen an die Kreislaufdampfqualität bei wiederholter Kreislaufführung oder an die Abwasserqualität unbedingt erforderlicher Minimalanteil 13 wird im Normalbetrieb in einem Kühler 14 kondensiert und über die Kanalisation 15 abgeleitet. Die Einstellung dieses Verhältnisses kann über Ventile 16 entweder von Hand oder automatisch über eine

Leitwert- oder ähnliche kontinuierliche Messung erfolgen.

[0042] Die ausgeschleuste Menge an Dampf wird über eine Füllstandsregelung 17 im Sammelbecken 3 durch automatische Nachspeisung von Frischwasser 18 ergänzt.

[0043] Ein Verdampfungsrückstand 19 wird am Boden des Verdampfers 8 abgezogen und kann aufgrund seines hohen Gehaltes an natürlichen Holzinhaltsstoffen und das damit verbundenen Heizwertes im Betrieb zusammen mit anderen Holzabfällen energetisch genutzt werden.

[0044] Die in der Filtration 20 abgeschiedenen Schwebstoffe werden zusammen mit dem verbrauchten Filtermaterial im Betrieb energetisch verwertet.

[0045] Das im Beispiel dargestellte Verfahren kann vielfach variiert und in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten auch um weitere zweckmäßige Prozeßeinheiten ergänzt werden. Denkbar aber im Beispiel nicht dargestellt sind z. B. folgende Prozeßstufen, die jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben:

- eine Vorreinigung des Abwassers vor der Verdampfung durch Fällung, elektrolytische Verfahren o. ä.,
- eine Nachreinigung des in den Kanal abgeleiteten Dampfanteils z. B. zur zusätzlichen Wasserrückgewinnung, wozu angesichts der fehlenden Feststoffbelastung z. B. Membranverfahren als geeignet erscheinen,
- eine Nachreinigung des Recyclingdampfes für höhere Qualitätsanforderungen als Dampf oder über eine Zwischenkondensation; denkbar ist auch die Wiederverwendung eines Kondensates als Betriebswasser,
- eine mehrstufige Verdampfung in kontinuierlichen, halbkontinuierlichen oder Batchverfahren,
- eine Destillation oder Rektifikation anstelle der einfachen oder mehrstufigen Verdampfung,
- die Durchführung des Verfahrens bei verschiedenen Druckniveaus in Abhängigkeit von den Anforderungen an die Qualität des Recyclingstromes,
- die Einschaltung verschiedener Wärmeübertrager in das System, z. B. zwischen zu kondensierendem Ablauf zum Kanal und aufzuheizendem Rohwasser (Bei einer Dampfausschleusung von ca. 15% reicht die freigesetzte Kondensationswärme annähernd zur Aufwärmung des Rohwassers auf Verdampfungstemperatur aus.), Ergänzungswasser oder externen Stoffströmen.

[0046] Aufgrund der Kreislaufführung eines Großteils des im Beispiel in den Dämpfkammern eingesetzten Dampfes ergibt sich eine enorme Einsparung von Trinkwasser bei gleichzeitiger Vermeidung von Abwasser im annähernd gleichen Umfang. Die Ergänzungswasserzugabe dient nur noch zum Ausgleich der ausgeschleusten Dampfmenen. Dabei können alle Behandlungsrückstände im Betrieb energetisch genutzt werden.

[0047] In einem Versuch wurden in frischem Abwasser von Dämpfkammern eines holzverarbeitenden Betriebes folgende Belastungen festgestellt:

Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB): 15.700 mg O₂/l

Leitfähigkeit: 1.470 µs/cm

pH-Wert: 5,65

Aussehen: rotbraun, getrübt

Geruch: aromatisch, leicht gärig.

[0048] Das Abwasser wurde mittels Natronlauge auf einen pH-Wert von 8,5 eingestellt und anschließend in einem temperaturgeregelten Verdampfer bei Normaldruck und 100°C bis auf einen Rückstand von 4% eingedampft.

[0049] Der entstehende Dampf wurde in einem Wasserkühler bei 18°C vollständig kondensiert und einer Analytik auf die für die Dampf- bzw. Abwasserqualität ausschlaggebenden Parameter unterzogen.

[0050] Es wurde folgender Reinigungserfolg nach der Verdampfung erreicht:

CSB: 320 mg O₂/l

Leitfähigkeit: 385 µs/cm

pH-Wert: 8,5

Aussehen: wasserklar

Geruch: schwach alkoholisch/hefig.

[0051] Die gleiche Behandlung mit einer vorangehenden 10-minütigen Luftdurchperlung ergab eine noch weitergehende Verbesserung der Dampf-/Abwasserqualität mit

CSB: 148 mg O₂/l

Leitfähigkeit: 350 µs/cm

pH-Wert: 8,5

Aussehen: wasserklar

Geruch: schwach hefig.

[0052] Der gelblichbraune Verdampfungsrückstand von 4% der Einsatzmenge war gut fließfähig und durch einen CSB von über 300.000 mg O₂/l sowie einen Trockenrückstand von 27,9% gekennzeichnet.

[0053] Bei einem angenommenen CSB-Ableitgrenzwert von 1500 mg O₂/l kann allein durch die vorgeschaltete Laugenbehandlung ein bis zu fünfmaliger Kreislauf des Dampfes vor der Ausschleusung, d. h. ein Recycling/Ausschleusungsverhältnis von 5 : 1 erreicht werden.

[0054] Durch vorherige Stripping kann dieses Verhältnis bis auf 10 : 1 verbessert werden.

[0055] Bei einer Tagesmenge z. B. Dämpfkondensat von 30 m³ läßt sich die bisherige Abwassermenge entsprechend diesen Versuchsergebnissen von 30 m³/d auf 6 m³/d (mit Strippen auf 3 m³/d) reduzieren, die nach Kondensation und Abkühlen ohne weitere Behandlung abgeleitet werden kann.

Literaturübersicht

/1/ Abwassertechnologie, Springer-Verlag Berlin, (1998) S. 127–129, 220, 813, 821

Patentsprüche

1. Verfahren zum Aufbereiten von Abwasser, insbesondere aus Dämpfprozessen in der Holzverarbeitung, das beim betrieblichen Einsatz mit gelösten organischen Holzinhaltsstoffen belastet wird, durch Laugenbehandlung und Verdampfung, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Abwasser zunächst durch Laugenbehandlung auf einen pH-Wertbereich 6 bis 9,5 eingestellt wird, anschließend filtriert und einer Verdampfung unterworfen wird, wobei ein schwersiedender energetisch nutzbarer Rückstand abgetrennt wird und der erzeugte Dampf zu einem Teil dem Betrieb wieder zugeführt wird, während der andere Teil kondensiert und als gereinigtes Abwasser abgeleitet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Filtration durch einen Papierbandfilter vorgenommen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfung vorzugsweise bei Normaldruck bis leichtem Überdruck durchgeführt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfung als Destillation durchgeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der schwersiedende Rückstand mit einem Trockensubstanzgehalt von mindestens 15%, bevorzugt größer als 25% aus dem Verdampfer abgezogen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfung zweistufig durchgeführt

wird, und zwar vorzugsweise die erste Stufe in Umlaufverdampfern und die zweite in einem Rotationsdünnenschichtapparat.

7. Verfahren nach Anspruch 1 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Dampf aus der ersten Stufe teilweise kondensiert und als Abwasser abgeführt wird. 5

8. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Abwasser vor der Verdampfung einer Strippung unterworfen wird, die vorzugsweise mit Luft bereits in einem Pumpenvorlagenbehälter durchgeführt wird. 10

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vom sauberen Dampf abgegebene Kondensationswärme zur Aufwärmung des Abwassers vor der Verdampfung verwendet wird. 15

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ZEICHNUNG 1
Fließschema Wasseraufbereitung

