



(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 8022/2002
(22) Anmeldetag: 29.05.2002
(42) Beginn der Patentdauer: 15.04.2003
(45) Ausgabetag: 25.11.2003

(51) Int. Cl.⁷: **C02F 11/12**

(56) Entgegenhaltungen:
DE 4407536A1 EP 0423400A1 EP 0927703A2
EP 1081101A1

(73) Patentinhaber:
TECON ENGINEERING GMBH
A-2320 SCHWECHAT, NIEDERÖSTERREICH
(AT).
(72) Erfinder:
RAMHARTER PETER MICHAEL DIPL.ING.
WIENER NEUSTADT, NIEDERÖSTERREICH (AT).
BAYER HARALD ING.
MÖDLING, NIEDERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR VERARBEITUNG BIOGENER RESTSTOFFE, INSBESONDERE VON SCHLÄMMEN

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verarbeitung biogener Reststoffe, insbesondere von Schlämmen, vorzugsweise im Bereich einer Kläranlage.

Dabei werden biogener Reststoffe mit variablem Trockensubstanzgehalt solange einer aeroben Trocknung unterworfen, bis eine energieautarke thermische Behandlung durchgeführt werden kann. Bei der Trocknung verdampfte Wassermengen werden ohne Freisetzung freiflüchtiger Verbindungen geruchsfrei ausgeschleust, der getrocknete Schlamm mehrmals zwischengespeichert und anschließend in vorzugsweise mehreren aufeinanderfolgenden thermischen Behandlungsschritten verwertet.

Die zweistufige Reinigung des Abgasstromes umfaßt eine Staubabscheidung und eine Sorption. Die Abwärme wird über Wärmetauscher zur Erzeugung von Wärme und Strom wiederverwertet.

Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens umfaßt einen Naßschlamm-speicher (1), ein Niedertemperatur-trocknungssystem (2), Speichereinheiten (3,5) zum Zwischenlagern der getrockneten biogenen Reststoffe und ein thermisches Behandlungssystem mit ein oder mehreren thermischen Behandlungsschritten (7,8). Die Reinigung des

Rauchgases erfolgt vorzugsweise mittels einem primären Reinigungsschritt (10) zur Staubabscheidung sowie einem sekundären Reinigungsschritt (11) zur Sorption, bspw. mittels Klärwasser. Die Energierückgewinnung (9) der heißen Abgase erfolgt idealerweise vor der Rauchgasreinigung.

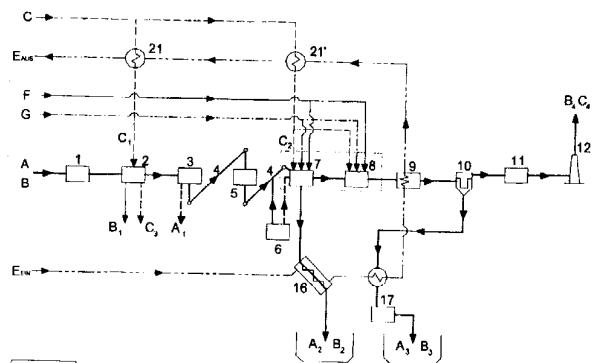


FIG. 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verarbeitung biogener Reststoffe, insbesondere von Schlämmen, vorzugsweise im Bereich einer Kläranlage, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens mit Einrichtungen zur Trocknung und Verbrennung der biogenen Reststoffe.

5 Schlämme aus kommunalen Kläranlagen oder auch industriellen Anlagen werden bekannterweise großtechnisch an zentral eingerichteten Stellen zur Wiederverwendung aufbereitet oder in bspw. Produktgas umgewandelt. Der teilweise hohe Anteil an biogenen Reststoffen in den Schlämmen macht deren Verwertung sehr schwierig. Zugegebene Substitutionsstoffe zur Stabilisierung erhöhen im allgemeinen bloß die zu entsorgenden Abfallmengen. Die Entsorgung selbst ist mengenmäßig eingeschränkt, sowohl in der Deponierung auf Halden als auch in der Landwirtschaft, wo insbesondere die im Schlamm enthaltenen Schadstoffe sowie der Trend zur biologischen Landwirtschaft den Einsatz verhindern.

10 In der Regel erfolgt bei den bekannten Verfahren eine Trocknung des Materials bei höheren Temperaturen für den nachfolgenden Einsatz in Verbrennungsöfen. Die Trocknungsabluft ist dabei aufgrund der Betriebsbedingungen geruchsbebelastet, wodurch diese ebenfalls der Verbrennung zugeführt wird. Damit wird die aus dem Prozess zunächst entfernte Feuchtigkeit wieder zugesetzt, was den Gesamtprozeß - gesehen vom Standpunkt der Energiebilanz - ad absurdum führt.

Für den Transport der Schlämme zu den zentral eingerichteten Anlagen fallen in der Regel hohe Transportkosten an.

20 Als großer Nachteil der bekannten Verfahren zur Trocknung des Schlammes mit anschließender thermischer Behandlung ist insbesondere anzusehen, dass die bei der Trocknung entstehende Abluft aufgrund der Schadstoffanreicherungen der Verbrennung geführt wird. Im Gegensatz zum erhofften Effekt, die Verbrennung energietechnisch zu unterstützen, wird der Schritt der Trocknung hier aber ad absurdum geführt, da das Wasser nur scheinbar aus dem Prozeß genommen wird, weil es bei der Verbrennung nun wieder erhitzt bzw. verdampft werden muß.

25 Beispielsweise beschreibt die AT 406 509 B ein Verfahren zur Trocknung und Verbrennung von Schlamm, insbesondere von Klärschlamm, unter Einsatz eines Fließbett-Trockners. Dieser wird mit Abluft aus der Verbrennung beheizt. Die mit Wasser angereicherte Abluft des Trockners wiederum wird in die Verbrennung zurückgeführt. Für deren vollständige Verdampfung ist der gleiche Energieaufwand wie ohne Trocknung notwendig.

30 Darüberhinaus verursacht die rasche und warme Trocknung, meist in Wirbelschichttrocknern, eine nicht unerhebliche Geruchsbelästigung. Um diese so weit als möglich hintanzuhalten, müssen die entstehenden Gase weiter behandelt werden.

35 Verfahren, die mit thermischem Aufschluß der Zellen, im allgemeinen mit Hochdruckentwässerung und Pyrolyse arbeiten, benötigen zum Aufheizen ebenfalls wieder einen hohen Anteil an Energie. Darüberhinaus sind auch diese Verfahren mit dem Problem der Geruchsbildung behaftet und bilden also ebenfalls keine Lösung.

Verfahren, welche nur die Trocknung des Eingangsmaterials vorsehen, bieten - auch bei Entzug eines Gutteils an Wasser - kein zur Wiederverwendung nutzbares bzw. deponiefähiges (gemäß Deponieverordnung ab 2004) Material.

40 Schließlich können auch bekannte Behandlungen von Schlämmen bei Temperaturen bis etwa 600° C keine Lösung bieten, da bei diesen Verfahren die vollständige Umsetzung von Gefahrenstoffen - bspw. von Medikamentenresten - nicht sichergestellt ist.

45 Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren bereitzustellen, welches die bekannten Nachteile vermeidet und eine dezentrale Verarbeitung von biogenen Reststoffen, insbesondere von Schlämmen, unter vollständiger Umsetzung des im eingebrachten Schlamm gespeicherten Energiegehaltes zur Verfügung stellt.

Die Erfindung löst die Aufgabe mit Hilfe eines Verfahrens, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- 50 - Sammeln biogener Reststoffe mit variablem Trockensubstanzgehalt mit anschließender aerober Trocknung in einem Temperaturbereich bis max. 60° - 70° C
- Aufrechterhalten der Trocknung bis Erreichen eines Trocknungsgrades der biogenen Reststoffe, der eine energieautarke Verbrennung zuläßt,
- 55 - Ausschleusen von ausschließlich der bei der Trocknung verdampften Wassermenge mit dem feuchten Luftstrom, ohne Freisetzung freiflüchtiger Verbindungen, um Geruchsbildung zu vermeiden.

- Primäres Zwischenspeichern des getrockneten Gutes, insbesondere zum Ausgleich unterschiedlicher Trocknungsstufen
- Sekundäres Zwischenspeichern des getrockneten Gutes zur Pufferung,
- Thermische Behandlung des Gutes sowie ggf. von Substitutionsstoffen in vorzugsweise mehreren aufeinanderfolgenden thermischen Behandlungsschritten,
- Ausschleusen von Verbrennungsprodukten aus wahlweise jedem der thermischen Behandlungsschritte
- Reinigung der bei der thermischen Behandlung entstehenden Stoffströme mittels eines primären und eines sekundären Reinigungsschrittes, wobei im primären Reinigungsschritt der Stoffstrom gefiltert, insbesondere mittels Staubabscheidung, und im sekundären Reinigungsschritt der Stoffstrom einer Sorption unterzogen wird,
- Energierückgewinnung aus sämtlichen aus dem Prozeß ausgebrachten Stoffströmen, insbesondere durch Überleiten der Energie an ein Wärmeträgermedium.

Das Verfahren bietet eine energetisch effiziente und nachhaltige und dezentrale Behandlung von biogenen Reststoffen. Die für die Durchführung des Verfahrens benötigte Energie wird komplett durch Energierückgewinnung abgedeckt. Überschüssige Energie wird intern oder extern weiter verwendet. Das Verfahren eignet sich insbesondere auch für den Einsatz in kommunalen Kläranlagen unter Bildung von Synergien.

Da das Verfahren Schlämme mit variablem Trockensubstanzgehalt verarbeitet, kann die auf kommunalen Anlagen bestehende Schlammmentwässerung optimiert betrieben werden und muß nicht bis an die Grenzen der Leistungsfähigkeit gefahren werden.

Das Verfahren verarbeitet Schlämme jedweder Konsistenz. Auch das Mischen verschiedener Schlämme - mit oder ohne Faulung oder auch mit Industrieschlämmen - ist möglich.

Durch die ausschließlich aerobe Trocknung in einem Niedertemperaturbereich bis max. 60° - 70° C ist gewährleistet, dass es zu keiner Geruchsbelastung der Umgebung kommt. Es müssen somit auch keine Maßnahmen zu deren Vermeidung gesetzt werden.

Die biogenen Reststoffen werden je nach Weiterverwendung gerade soweit getrocknet, dass ihre anschließende thermische Weiterbehandlung unter energieautarken Bedingungen erfolgen kann. Die dabei gewonnene Energie wird mittels Abwärmenutzung verwertet, wodurch einerseits das gesamte Verfahren und andererseits der Wärmebedarf von benachbarten Betriebsanlagen, Nahwärmenetzen etc. abgedeckt werden kann.

Unnötige Energieeinträge werden vermieden. Die maximal gefahrene Temperatur ermittelt sich in Abhängigkeit von den im Schlamm beinhaltenden Schadstoffen und deren Freisetzungstemperaturen.

Die verdampfte Wassermenge wird bei der eingesetzten „kalten“ Trocknung direkt an die Umwelt abgeführt. Im Gegensatz dazu führt die bekannte „heiße“ Trocknung das verdampfte Wasser nach einem Kondensationsschritt im allgemeinen nochmals dem Brenner zu, wo es erneut verdampft wird. Die „kalte“ Trocknung vermeidet auch jegliche Freisetzung frei flüchtiger Verbindungen. Dem System wird nur Wasser entzogen und es ist daher Geruchsbildung ausgeschlossen.

Vorteilhafterweise erfolgt die Trocknung unter Zugabe von Frischluft oder aber auch durch Zufuhr von Wärme unterhalb des vorgenannten Temperaturbereiches.

Gegebenenfalls erfolgt eine aerobe Nachstabilisierung des Schlammes.

Nach der Trocknung wird das Material in eine primäre Zwischenspeicherung verbracht, insbesondere zum Ausgleich verschieden rascher Trocknungsschritte und gegebenenfalls zu einer Homogenisierung des Materials nach der Trocknung. Der Ausgleich ist deshalb nötig, weil in diesem Verfahrensschritt auch andere biogene Reststoffe wie Grünschnitt oder Schlamm zugeführt werden können. Diese haben dann die Trocknung nicht durchlaufen, sondern werden hier ungetrocknet beigefügt.

In der sekundären Zwischenspeicherung wird das Material gepuffert, um beispielsweise förder-technische Probleme beim Transport des Materials vom primären Speicher in den Pufferspeicher entgegen zu wirken. Es entstehen dabei Materialreserven, welche einen kontinuierlichen Ablauf des Verfahrens auch bei Ausfall der Materialförderung über einen längeren Zeitraum sicher stellt.

Die in mehreren Schritten erfolgte thermische Behandlung ermöglicht eine individuelle Abstimmung des Verfahrens auf unterschiedliche Feuchtegehalte des zu behandelnden Materials sowie eine vollständige Zersetzung eventueller Schadstoffe. Aus jedem der thermischen Behandlungs-

schritte kann, abhängig von der Weiterverwendung des entstandenen Produktes, Material abgezogen werden.

Die Energierückgewinnung besteht im wesentlichen aus einem Wärmetauscher, wobei die Verwertung der Energie aus den heißen Abgasen zur Warmwasser und/oder Stromgewinnung herangezogen wird.

Das entstehende Abgas wird getrennt nachbehandelt. Einerseits erfolgt eine Filterung der Partikel aus dem Abgasstrom, andererseits eine Sorption der im Abgasstrom gegebenenfalls vorhandenen Schadstoffe.

Je nach Zusammensetzung der durch den Schlamm eingebrachten Schadstoffe kommt dabei ein trockenes, nasses oder halbtrockenes Verfahren zur Anwendung.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung wird als Eingangsmaterial Naßschlamm bzw. vor-entwässerter Schlamm verwendet, wobei der Gehalt an Trockensubstanz zwischen 2% und 35% sein kann.

Es ist entsprechend der Erfindung auch vorgesehen, dass die zur Trocknung der biogenen Reststoffe benötigte trockene Luft durch die Abwärme der thermischen Behandlungsschritte vorgewärmt wird.

Der zur Trocknung benötigte Luftstrom wird dabei durch die Abwärme aus der thermischen Behandlung vorgewärmt. Die Trocknung kann somit energetisch optimal betrieben werden. Anschließend wird die in die Trocknung eingeleitete vorgewärmte und trockene Luft gemeinsam mit dem entstehenden Wasserstrom als feuchter Luftstrom wieder ausgetragen und an die Umwelt abgegeben.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass die thermische Behandlung der biogenen Reststoffe ohne zusätzliche externe Energiezufuhr erfolgt.

Ein anderes Merkmal der Erfindung ist es, dass die Entwässerung der biogenen Reststoffe maximal bis zur Durchführung einer nachgeordneten energieautarken thermischen Verwertung erfolgt. Der Sinn liegt darin, die Trocknung nur bis zu jenem Zustand durchzuführen, ab welchem die thermische Behandlung bereits ohne zusätzliche Zuführung externer Energie ablaufen kann. Durch beliebige Einstellung über das genannte Maß des Trockensubstanzanteiles hinaus kann aber auch der Anteil an verfügbarer Energie am Ende des Verfahrens durchaus variiert werden.

Entsprechend dem Verfahren ist auch vorgesehen, dass in der primären Zwischenspeicherung eine Homogenisierung des Gutes erfolgt, dass der primären Zwischenspeicherung zusätzliches biogenes Material zugeführt wird und dass aus dem primären Zwischenspeicher getrocknete biogene Reststoffe ausgeschleust und einer externen Verwendung zugeführt werden.

Ein weiteres Kennzeichen der Erfindung ist es, dass die thermische Behandlung mindestens einen primären und einen sekundären thermischen Behandlungsschritt umfaßt, und dass vor der primären thermischen Behandlung Substitutionsstoffe zugeführt werden.

Nach einem anderen Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass der primären thermischen Behandlung direkt Substitutionsstoffe zugeführt werden und dass in mindestens einem der thermischen Behandlungsschritte eine Sterilisation des Gutes erfolgt.

Ein anderes Merkmal der Erfindung ist es, dass für die Sorption im zweiten Reinigungsschritt folgende Mittel bspw. vorgesehen sind: Kalk, Natriumcarbonat, Weißkalkhydrat, Aktivkohle, Soda, Sorbalit.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, daß zur Abgasreinigung Wasser aus dem Klärbecken verwendet wird, wobei die Stoffströme zur Sorption durch das Abwasserbecken der Kläranlage geleitet werden. Dadurch erfolgt die Reinigung der Stoffströme.

Ein anderes Merkmal der Erfindung ist es, dass aufbereitetes Abwasser in den Stoffstrom eingedüst wird.

Kläranlagenwasser wird in beiden Fällen anstelle von Betriebsanlagenwasser verwendet. Durch Ausnutzung vorhandener Ressourcen erfolgt eine Kosteneinsparung.

Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist es, dass die Abgasreinigung durch Auftrennung des Stoffstromes in seine Komponenten erfolgt. Die Komponenten können dann weiter verarbeitet werden. Beispielsweise können die verbleibenden C_xH_y für Brennstoffzellen verwendet werden.

Die Erfindung sieht weiters auch vor, dass die Energie der Abgase einem oder mehreren Wärmetauschern zur wahlweisen Gewinnung von Strom oder Warmwasser zugeführt wird und dass das Warmwasser zur Erwärmung der Trocknungs- und Verbrennungsluft vorgesehen ist.

Ein abschließendes Merkmal der Erfindung ist es, daß das Warmwasser zur Errichtung eines dezentralen Wärmenetzes verwendet wird. Vorteilhafterweise kann so ein Fernwärme oder auch Nahwärmenetz gespeist werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Trocknungseinrichtung ein Naßschlamm-speicher vorgeschaltet ist, dass die Einrichtung zum Trocknen ein bis max. 60° - 70° C arbeitendes Niedertemperaturtrockensystem ist, dass Speichereinheiten zum Zwischenlagern der getrockneten biogenen Reststoffe vorgesehen sind, dass zwischen den Speichereinheiten ein Transportsystem für die getrockneten biogenen Reststoffe vorgesehen ist, dass das thermische Behandlungssystem zwei voneinander getrennte thermische Behandlungszonen umfaßt, dass dem thermischen Behandlungssystem Wärmetauschersysteme zur Aufnahme und Weiterverwendung der aus dem System abgezogenen und/oder freigesetzten Energie nachgeschaltet sind, und dass wenigstens ein erstes Reinigungssystem, vorzugsweise ein Staubabscheider für eine erste Reinigung des Rauchgases und ein zweites Reinigungssystem zur weiteren Abgasreinigung vorgesehen ist.

Nach einer weiteren Ausbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß das Trockensystem ein Kaltluft- oder Frischluft-Trockner bzw. ein solarer Trockner ist oder aus Trocknungsfeldern besteht.

Erfindungsgemäß sind auch Einrichtungen zur Ausbringung der feuchten Luft sowie des Wasserstromes aus dem Trocknungssystem vorgesehen.

Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist es, dass die primäre Speichereinheit zum Zwischenlagern ein Homogenisierungsspeicher ist und dass die sekundäre Speichereinheit ein Pufferspeicher zur Sicherstellung einer kontinuierlichen thermischen Behandlung ist.

Der Materialtransport zwischen den beiden Speichern kann manuell oder automatisiert erfolgen. Je nach Wahl des Förderverfahrens ist eine Steuerung der Homogenisierung möglich.

Nach einem anderen Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass die primäre Speichereinheit eine Zuführvorrichtung für weitere biogene Reststoffe umfaßt. Diese können beispielsweise Grünschnitt oder Schlamm sein.

Die primäre Speichereinheit weist nach einem weiteren Merkmal der Erfindung weiters eine Vorrichtung zum Ausschleusen des Materials auf. In dieser Phase ausgeschleuster Schlamm kann bspw. zur Weiterverwendung in kalorische Kraftwerke oder Zementfabriken verbracht werden, in Abhängigkeit vom Grad der Homogenisierung.

Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist es, dass zwischen der sekundären Speichereinheit und dem thermischen Behandlungssystem eine Zuführung für Substitutionsstoffe vorgesehen ist. Diese Substitutionsstoffe können Grünschnitt oder Rechengut aus der Kläranlage sein. Ebenso gut können aber auch Stoffe zur Sterilisation beigegeben werden oder Schritte, die speziell auf die thermische Behandlung zugeschnitten sind, angewendet werden.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung wird das thermische Behandlungssystem mit Erdgas und/oder Faulgas betrieben. Die Brenner der thermischen Anlage sind dabei sowohl für Erdgas als auch für Faulgas ausgelegt. Der Einsatz von Faulgas ist insbesondere bei Vorhandensein einer anlagenbedingten großen Menge an Faulgas anzuraten, wodurch es zu einer Optimierung der Energiebilanz der Anlage kommt.

Falls die Faulgasmenge nicht ausreicht, oder technische Störungen zu einem Mangel an Faulgas führen, können die Brenner mit Erdgas arbeiten. Der Einsatz von Erdgas dient somit der Anlagensicherheit.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass das thermische Behandlungssystem eine Vorrichtung zum Ausbringen von Asche umfaßt, welche vorzugsweise eine wassergekühlte Förderschnecke ist.

Die aus dem thermischen Behandlungssystem ausgebrachten heißen Abgase durchlaufen erfindungsgemäß erst einen Staubabscheider, vorzugsweise keramische Filterkerzen, Heißgasfilter, Heißgaszyklon, Elektrofilter, beschichtete Filtertücher oder andere thermisch beständige und zur Filterung geeignete Materialien, wobei eine Austragevorrichtung für den Staub vorgesehen ist. Nach einem anderen Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass die Abgasreinigung ein die Abgase in das Klärwasserbecken führendes Belüftungssystem umfaßt. Dabei ist es wesentlich, zu kontrollieren, daß das Reinigungsvermögen der Kläranlage nicht beeinträchtigt wird.

Ein weiteres Merkmal der Erfindung ist es, dass die Abgasreinigung ein Klärwasser in den Abgasstrom führendes Eindüsungssystem umfaßt.

Die Verwendung von Kläranlagenwasser anstelle von allgemeinem Betriebswasser bedingt durch Ausnutzung der vorhandenen Ressourcen jedenfalls eine Kosteneinsparung.

Weiters sieht die Erfindung vor, dass die Abgasreinigung eine Vorrichtung zur Auftrennung des Abgases in seine Komponenten umfaßt.

5 Ein anderes Merkmal der Erfindung ist es, dass Einrichtungen zur Weiterleitung von Wärmeträgermedien an das Niedertemperaturtrocknungssystem sowie das thermische Behandlungssystem vorgesehen sind und dass die Vorrichtung zur Weiterleitung von Wärme an das Niedertemperaturtrocknungssystem sowie an das thermische Behandlungssystem mit einer Temperaturregelung versehen ist. Dadurch erfolgt eine kontinuierliche Unterstützung der Trocknung und eine
10 interne Wiederverwendung überschüssiger Wärme. Idealerweise ist die Temperaturregelung in Kombination mit einem Wärmetauscher ausgebildet. Sowohl dem Niedertemperaturtrocknungssystem als auch dem thermischen Behandlungssystem wird ausschließlich getrocknete, vorgewärmte Luft zugeführt.

Falls keine zusätzliche Energie, insbesondere im Niedertemperaturtrocknungssystem benötigt wird, wird die Energie entweder nach draußen gefahren oder in den Kreislauf zurück verbracht.

Die Erfindung hat auch zum Merkmal, dass zur gekoppelten Strom- und Warmwassererzeugung eine Kraft-Wärme Kopplungsanlage vorgesehen ist, dass die Kraft-Wärme Kopplungsanlage eine auf dem ORC-Prozeß basierende Anlage ist und dass die Stromerzeugungseinrichtung der
20 Kraft-Wärme Kopplungsanlage eine Mikrogasturbine ist. Weiters kann auch ein Dampfkolbenmotor, ein Dampfschraubenmotor oder eine Dampfturbine damit betrieben werden.

Ebensogut kann hier auch ein Stirlingmotor eingesetzt werden.

Nach einem abschließenden Merkmal der Erfindung ist auch eine Einrichtung zum Transport von Warmwasser an eine Vorrichtung zur Warmwasserverwertung, vorzugsweise ein dezentrales
25 Wärmenetz, vorgesehen.

Der Wärmetauscher kann auch Warmwasser ohne den Umweg über ein Trägermedium erzeugen.

Die Art der Weiterverwendung der aus den heißen Abgasen gewonnenen Energie hängt insbesondere von der Anlagengröße und dem daraus resultierenden Energieinhalt der Abgase als auch vom Standort der Anlage ab. Bei sehr großem Wasserbedarf für interne Heizzwecke der Kläranlage, beispielsweise für den Faulturm, die Temperierung des Beckenwassers oder des Betriebsgebäudes oder aber auch für den Aufbau eines Fernwärmenetzes für die Nahversorgung, sollte reine
30 Warmwassergewinnung gewählt werden. Die Variante einer gekoppelten Strom- und Warmwassererzeugung eignet sich insbesondere für die Eigenvorsorge der Anlage. Mögliche Systeme für die Kraft-Wärme Kopplung wie oben beschrieben.

Die Erfindung wird nun im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels unter Zuhilfenahme der angeschlossenen Zeichnung näher beschrieben.

Es zeigen

Fig.1 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig.2 eine schematische Darstellung eines Details gemäß Fig.1 und

40 Fig.3 eine weitere schematische Darstellung eines Details gemäß Fig.1.

Aus Trockenschlamm A und zugeführtem Wasser B bestehender Naßschlamm wird dem Naßschlammspeicher 1 zugeführt und in diesem zwischengelagert. Prinzipiell kann der Naßschlammspeicher Schlämme jedweder Konsistenz übernehmen. Auch die Mischung von Schlämmen unterschiedlicher Konsistenz ist vorgesehen.

45 Aus dem Naßschlammspeicher 1 wird der Schlamm der Trocknung zugeführt. Die Trocknung erfolgt mittels eines Niedertemperaturtrocknungssystems 2, welches den Schlamm in einer Umgebung von max. 60 - 70° C langsam unter aeroben Zuständen trocknet. Das Trocknungssystem 2 ist modular aufgebaut. Die Erweiterung der Trocknungskapazität ist ebenso wie eine Adaptierung für Naßschlamm mit höherem Wassergehalt möglich. Die für die Trocknung benötigte Luft wird durch
50 die Abwärme des thermischen Behandlungssystems 7,8 vorgewärmt und dem Trocknungssystem zugeführt. Vom zugeführten Naßschlammstrom wird Wasser B1 aus dem Niedertemperaturtrocknungssystem 2 ausgeschleust. Der getrocknete Schlamm wird in den primären Speicher 3 weitergeleitet. Die in das Trocknungssystem 2 eingeleitete trockene und vorgewärmte Luft C1 wird gemeinsam mit dem Wasserstrom B1 als feuchter Luftstrom aus dem Trocknungssystem 2 ausge-
55 bracht und an die Umwelt abgegeben. Das Trocknungssystem 2 ist ein solarer Trockner oder

bekannte Kaltluft- bzw. Umluft-Trockner oder auch ein beliebig erweiterbares Trocknungsfeld. Im Trocknungssystem 2 wird die Trocknung nur soweit durchgeführt, dass die folgende thermische Behandlung weitgehend energieautark ablaufen kann.

Der aus dem Niedertemperaturtrocknungssystem 2 in den primären Zwischenspeicher 3 weitergeleitete Schlamm wird hier zwischengespeichert. Gegebenenfalls werden weitere biogene Reststoffe wie Grünschnitt oder Schlamm von anderer Konsistenz zugeführt. Aus dem primären Zwischenspeicher 3 kann der Schlamm auch bereits im Schlammstrom A1 ausgebracht werden. Hier ausgeschleuster Schlamm wird der Nutzung bspw. in kalorischen Kraftwerken oder Zementfabriken zugeführt.

Vom primären Zwischenspeicher 3 gelangt der Schlamm über ein Fördersystem 4 in den sekundären Zwischenspeicher 5. Der als Puffer arbeitende sekundäre Zwischenspeicher 5 dient zum Ausgleich fördertechnischer Schwierigkeiten. Auf der Förderstrecke zwischen dem sekundären Zwischenspeicher 5 und dem primären thermischen Behandlungssystem 7 ist eine Vorrichtung 6 zur Zugabe von Substitutionsstoffen vorgesehen. Die Zugabe kann wahlweise vor dem oder in das primäre thermische Behandlungssystem 7 erfolgen. Das primäre thermische Behandlungssystem 7 reagiert flexibel auf unterschiedlich hohe Feuchtegehalte des zu verbrennenden Schlammes. Der in die thermische Behandlungszone eingebrachte Luftvolumenstrom C2 wird vor seinem Eintritt mittels Energierückgewinnung aus den heißen Abgasen vorgewärmt. Weiters wird aus der thermischen Behandlungszone heiße Asche A2 ausgeschleust. Die darin enthaltene Energie wird über den Wasserstrom B2 einer wassergekühlten Förderschnecke 16 abgeführt. Die bei der Kühlung der Asche gewonnene Energie kann auch im System verbleiben und mit E_{EIN} weitergeleitet werden.

Im sekundären thermischen Behandlungssystem 8 erfolgt eine vollständige Zersetzung bzw. Vergasung der in der primären thermischen Behandlungszone 7 vorbehandelten Materialien bei mindestens 850°C . Die Brenner sowohl des primären als auch des sekundären thermischen Behandlungssystems 7,8 sind auf Faulgas G und Erdgas F ausgelegt.

Vom sekundären thermischen Behandlungssystem 8 gelangen die Abgase idealerweise, um einen möglichst hohen Wirkungsgrad zu erzielen, in die Energierückgewinnung 9.

An diese schließt die Abgasreinigung 10,11 an. Das Abgas wird in mehreren Reinigungsstufen gereinigt. Als erste Stufe ist ein Staubabscheider 10 aus thermisch beständigem Material, vorzugsweise keramische Filterkerzen, eingesetzt. Er trennt den Stoffstrom Staub A3 aus dem Abgas ab und führt diesen aus dem System. Es ist eine Austragevorrichtung 17 für den Staub vorgesehen, deren konstruktive Ausführung insbesondere auf die leichte Flugfähigkeit des Staubes Rücksicht nimmt. Wärme kann wiederum über den Strom B3 nach draußen abgeführt oder durch E_{EIN} im System verbleiben. Der Staubabscheider für eine erste Reinigung des Rauchgases kann anstelle der eingesetzten keramischen Filterkerzen auch ein Heißgasfilter, Heißgaszyklon oder beschichtete Filtertücher sein.

Der Abgasstrom wird aus dem Staubabscheider 10 weiter in eine Vorrichtung 11 zur Sorption geführt.

Fig. 3 zeigt verschiedene Ausführungsformen des zweiten Reinigungssystems 11.

Der heiße Abgasstrom N durchläuft dabei folgende Möglichkeiten:

- ein trockenes Sorptionsverfahren, bei welchem trockenes Sorptionsmittel D, bspw. Kalk, beigegeben wird
- ein halbtrockenes Verfahren, bei welchem sowohl trockenes Sorptionsmittel D, bspw. Kalk mit Aktivkohle, in Verbindung mit eingedüstem Waschwasser L, bspw. Nutzwasser oder Klärwasser, beigegeben wird. Es entsteht dabei kein Abwasser, weil das Waschwasser verdampft.
- Abgasreinigung im Klärwasserbecken. Über Belüftungssysteme 18 wird das Abgas in das Klärwasserbecken 19 geleitet. Die im Abgas enthaltenen Schadstoffe werden dabei vom Klärwasser aufgenommen.
- Als vierte Variante ist eine Vorrichtung 20 zur Auftrennung des Abgases in seine Komponenten M vorgesehen.

Die Energierückgewinnung 9 ist detailliert schließlich in der Fig. 2 dargestellt. Der in den Wärmetauscher 14 gelangende Energiestrom der heißen Abgase wird dabei in Variante 1 in Form einer reinen Warmwassererzeugung 13 und in Variante 2 in Form einer gekoppelten Stromerzeugung

gung 15 und Warmwassererzeugung 13' dargestellt.

Die Stoffströme zeigen, daß die Energie der heißen Abgase an ein Wärmeträgermedium H im Wärmetauscher 14 übertragen werden. Das Wärmeträgermedium dient bei Variante 1 der Warmwassererzeugung J für externe Verwendung und zur Warmwassererzeugung I für interne Zwecke, wie der Erwärmung von Trocknungsluft oder Verbrennungsluft.

Bei Variante 2 wird zunächst in 15 Strom und anschließend in 13' Warmwasser erzeugt.

Die in das Niedertemperaturtrocknungssystem 2 bzw. die thermischen Behandlungssysteme 7,8 rückgeführte trockene Luft kann mittels Temperaturregler 21, 21' eingestellt werden. Diese Temperaturregler sind idealerweise mit Wärmetauschern gekoppelt.

Die Wärmetauschersysteme 9 können auch zwischen den beiden Abgasreinigungssystemen 10, 11 angeordnet sein. Die Anordnung richtet sich beispielsweise nach einer notwendigen Abkühlung des Abgasstromes N vor seiner Zuführung in das verwendete Reinigungssystem.

Aus dem System austretende Abgase werden über den Kamin 12 mittels der Stoffströme B4 [Wasser] und C4 [Luft] nach draußen geführt.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

STOFFSTRÖME

- A** Schlamm-INPUT, trocken
- B** Wasser-INPUT, gesamt
- C** Luft-INPUT, gesamt
- D** Zugabe Sorptionsmittel
- E** Energienutzung
- F** Erdgas
- G** Faulgas (optional)
- H** Wärmeträgermedium
- I** Warmwasser für INTERNE Zwecke
- J** Warmwasser für EXTERNE Zwecke
- K** Strom
- L** Wasserreinigung
- M** aufgetrennte Abgasbestandteile
- N** Abgas
- X** Subströme bzw. Ausschleusung aus 1.a.2.4 Prozess

EQUIPMENT

- 1** Naßschlammprüfer
- 2** Trocknung
- 3** Puffer
- 4** Fördersystem
- 5** Puffer
- 6** Substitution
- 7** 1. thermischer Behandlungsschritt
- 8** 2. thermischer Behandlungsschritt
- 9** Energieerzeugung
- 10** primäre Abgasreinigung
- 11** sekundäre Abgasreinigung
- 12** Kamin
- 13** Warmwassererzeugung
- 14** Wärmetauscher
- 15** Stromerzeugung
- 16** wassergekühlte Förderschnecke
- 17** Austragsrichtung für Staub
- 18** Beiführungssystem
- 19** Kühlwasserbecken
- 20** Vorrichtung zur Auftrennung der Abgase
- 21** Wärmetauscher mit Temperaturregler

LEGENDE

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Verarbeitung biogener Reststoffe, insbesondere von Schlämmen, vorzugsweise im Bereich einer Kläranlage, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte :
 - Sammeln biogener Reststoffe mit variablem Trockensubstanzgehalt mit anschließender aerober Trocknung bei Niedertemperaturbereich bis max. 60° - 70° C
 - Aufrechterhalten der Trocknung bis Erreichen eines Trocknungsgrades der biogenen Reststoffe, der eine energieautarke thermische Verwertung zuläßt,
 - Ausschleusen von ausschließlich der bei der Trocknung verdampften Wassermenge mit dem feuchten Luftstrom, ohne Freisetzung freiflüchtiger Verbindungen (keine Geruchsbelästigung),
 - Primäres Zwischenspeichern des getrockneten Gutes, insbesondere zum Ausgleich unterschiedlicher Trocknungsstufen
 - Sekundäres Zwischenspeichern des getrockneten Gutes zur Pufferung,
 - Thermische Behandlung des Gutes in vorzugsweise mehreren aufeinanderfolgenden thermischen Behandlungsschritten,
 - Ausschleusen von Reststoffen aus wahlweise jedem der thermischen Behandlungsschritte
 - Reinigung der bei der thermischen Behandlung entstehenden Stoffströme mittels eines primären und eines sekundären Reinigungsschrittes, wobei im primären Reinigungsschritt der Stoffstrom einer Filterung, insbesondere einer Staubabscheidung und im sekundären Reinigungsschritt der Stoffstrom einer Sorption unterzogen wird,
 - Energierückgewinnung aus sämtlichen aus dem Prozeß ausgebrachten Stoffströmen, insbesondere durch Überleiten der Energie an ein Wärmeträgermedium.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Eingangsmaterial Naßschlamm oder vorentwässerter Schlamm, mit einem Gehalt an Trockensubstanz zwischen 2% und 35% verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Trocknung der biogenen Reststoffe benötigte trockene Luft durch die Abwärme der thermischen Behandlungsschritte vorgewärmt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die thermische Behandlung der biogenen Reststoffe ohne zusätzliche externe Energiezufuhr erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Entwässerung der biogenen Reststoffe bis zu maximal jenem Level erfolgt, der eine energieautarke nachgeordnete thermische Verwertung zuläßt.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in der primären Zwischenspeicherung eine Homogenisierung des Gutes erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der primären Zwischenspeicherung zusätzliches biogenes Material zugeführt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem primären Zwischenspeicher getrocknete biogene Reststoffe ausgeschleust und einer externen Verwendung zugeführt werden.
9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die thermische Behandlung mindestens einen primären und einen sekundären thermischen Behandlungsschritt umfaßt.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass vor der primären thermischen Behandlung Substitutionsstoffe zugeführt werden.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass der primären thermischen Behandlung direkt Substitutionsstoffe zugeführt werden.
12. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass in mindestens einem der thermischen Behandlungsschritte eine Sterilisation des Gutes erfolgt.
13. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für die Sorption im zweiten Reinigungsschritt folgende Mittel wahlweise vorgesehen sind: Kalk, Natriumcarbonat, Weißkalkhydrat, Aktivkohle, Soda, Sorbalit.
14. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Abgasreinigung Wasser

- aus dem Klärbecken verwendet wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Stoffströme zur Sorption durch das Abwasserbecken der Kläranlage geleitet werden.
 16. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass Abwasser in den Stoffstrom eingedüst wird.
 17. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgasreinigung durch Auftrennung des Stoffstromes in seine Komponenten erfolgt.
 18. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Energie der Abgase einem oder mehreren Wärmetauschern zur wahlweisen Gewinnung von Strom, Dampf oder Warmwasser zugeführt wird.
 19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Warmwasser zur Erwärmung der Trocknungs- und Verbrennungsluft vorgesehen ist.
 20. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Warmwasser zur Errichtung eines dezentralen Wärmenetzes verwendet wird.
 21. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens mit Einrichtungen zur Trocknung und thermischen Behandlung der biogenen Reststoffe, dadurch gekennzeichnet, dass der Einrichtung zur Trocknung (2) ein Naßschlammspeicher (1) vorgeschaltet ist, dass die Einrichtung zur Trocknung (2) ein bis max. 60° - 70° C arbeitendes Niedertemperaturtrocknungssystem ist, dass Speichereinheiten (3,5) zum Zwischenlagern der getrockneten biogenen Reststoffe vorgesehen sind, dass zwischen den Speichereinheiten (3,5) ein Fördersystem (4) für die getrockneten biogenen Reststoffe vorgesehen ist, dass das thermische Behandlungssystem ein oder mehrere thermische Behandlungszonen (7,8) umfaßt, dass dem thermischen Behandlungssystem Wärmetauschersysteme (9) zur Aufnahme und Weiterverwendung der aus dem System abgezogenen und/oder freigesetzten Energie nachgeschaltet sind, und dass wenigstens ein erstes Reinigungssystem, vorzugsweise ein Staubabscheider (10) für eine erste Reinigung des Rauchgases und ein zweites Reinigungssystem (11) zur weiteren Abgasreinigung, vorzugsweise durch Sorption, vorgesehen ist.
 22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Niedertemperaturtrocknungssystem (2) ein Kaltluft- oder Frischluft-Trockner ist.
 23. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Niedertemperaturtrocknungssystem (2) ein solarer Trockner ist.
 24. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Niedertemperaturtrocknungssystem (2) Trocknungsfelder sind.
 25. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass Einrichtungen zur Ausbringung der feuchten Luft sowie des Wasserstromes aus dem Niedertemperaturtrocknungssystem (2) vorgesehen sind.
 26. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die primäre Speichereinheit (3) zum Zwischenlagern ein Homogenisierungsspeicher ist.
 27. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die sekundäre Speichereinheit (5) ein Pufferspeicher zur Sicherstellung einer kontinuierlichen thermischen Behandlung ist.
 28. Vorrichtung nach Anspruch 21 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass die primäre Speichereinheit (3) eine Zuführvorrichtung für weitere biogene Reststoffe umfaßt.
 29. Vorrichtung nach Anspruch 21 oder 27, dadurch gekennzeichnet, dass die primäre Speichereinheit (3) eine Vorrichtung zum Ausschleusen des Materials aufweist.
 30. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der sekundären Speichereinheit (5) und dem thermischen Behandlungssystem (7,8) eine Zuführung (6) für Substitutionsstoffe vorgesehen ist.
 31. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass das thermische Behandlungssystem (7,8) mit Erdgas und/oder Faulgas betrieben wird.
 32. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass das thermische Behandlungssystem (7) eine Vorrichtung (16) zum Ausbringen von Asche umfaßt.
 33. Vorrichtung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (16) zum Ausbringen von Asche eine wassergekühlte Förderschnecke ist.
 34. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Staubabscheider (10)

eine der folgenden Einrichtungen ist: keramische Filterkerzen, Heißgasfilter, Heißgaszyklon, Elektrofilter, beschichtete Filtertücher.

35. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass eine Austragevorrichtung (17) für den Staub vorgesehen ist.
- 5 36. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass Einrichtungen (I) zur Weiterleitung von Wärmeträgermedien an das Niedertemperaturtrocknungssystem (2) sowie das thermische Behandlungssystem (7,8) vorgesehen sind.
37. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass zur gekoppelten Strom- und Warmwassererzeugung eine Kraft-Wärme Kopplungsanlage vorgesehen ist.
- 10 38. Vorrichtung nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraft-Wärme Kopplungsanlage eine auf dem ORC-Prozess basierende Anlage ist.
39. Vorrichtung nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromerzeugungseinrichtung der Kraft-Wärme Kopplungsanlage eine Mikrogasturbine ist.
- 15 40. Vorrichtung nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromerzeugungseinrichtung der Kraft-Wärme Kopplungsanlage ein Dampfkolbenmotor ist.
41. Vorrichtung nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromerzeugungseinrichtung der Kraft-Wärme Kopplungsanlage ein Dampfschraubenmotor ist.
42. Vorrichtung nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromerzeugungseinrichtung der Kraft-Wärme Kopplungsanlage eine Dampfturbine ist.
- 20 43. Vorrichtung nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromerzeugungseinrichtung der Kraft-Wärme Kopplungsanlage ein Stirling-Motor ist.
44. Vorrichtung nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (I) zur Weiterleitung von Wärme an das Niedertemperaturtrocknungssystem (2) und das thermische Behandlungssystem (7,8) mit einer Temperaturregelung (21, 21') versehen ist.
- 25 45. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Reinigungssystem (10) zur Abgasreinigung ein Sorptionssystem ist.
46. Vorrichtung nach Anspruch 45, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgasreinigung ein die Abgase in das Klärwasserbecken (19) führendes Belüftungssystem (18) umfaßt.
- 30 47. Vorrichtung nach Anspruch 45, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgasreinigung ein Klärwasser in den Abgasstrom führendes Eindüsungssystem (L) umfaßt.
48. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgasreinigung eine Vorrichtung (20) zur Auftrennung des Abgases in seine Komponenten (M) umfaßt.
49. Vorrichtung nach Anspruch 44, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperaturregelung (21, 21') in Kombination mit einem Wärmetauscher ausgebildet ist.
- 35 50. Vorrichtung nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, dass die aufgetrennten Abgas-komponenten (M) in einer Brennstoffzelle verwertet werden.
51. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung (J) zum Transport von Warmwasser an eine Vorrichtung zur Warmwasserverwertung, vorzugsweise ein dezentrales Wärmenetz vorgesehen ist.
- 40

HIEZU 3 BLATT ZEICHNUNGEN

45

50

55

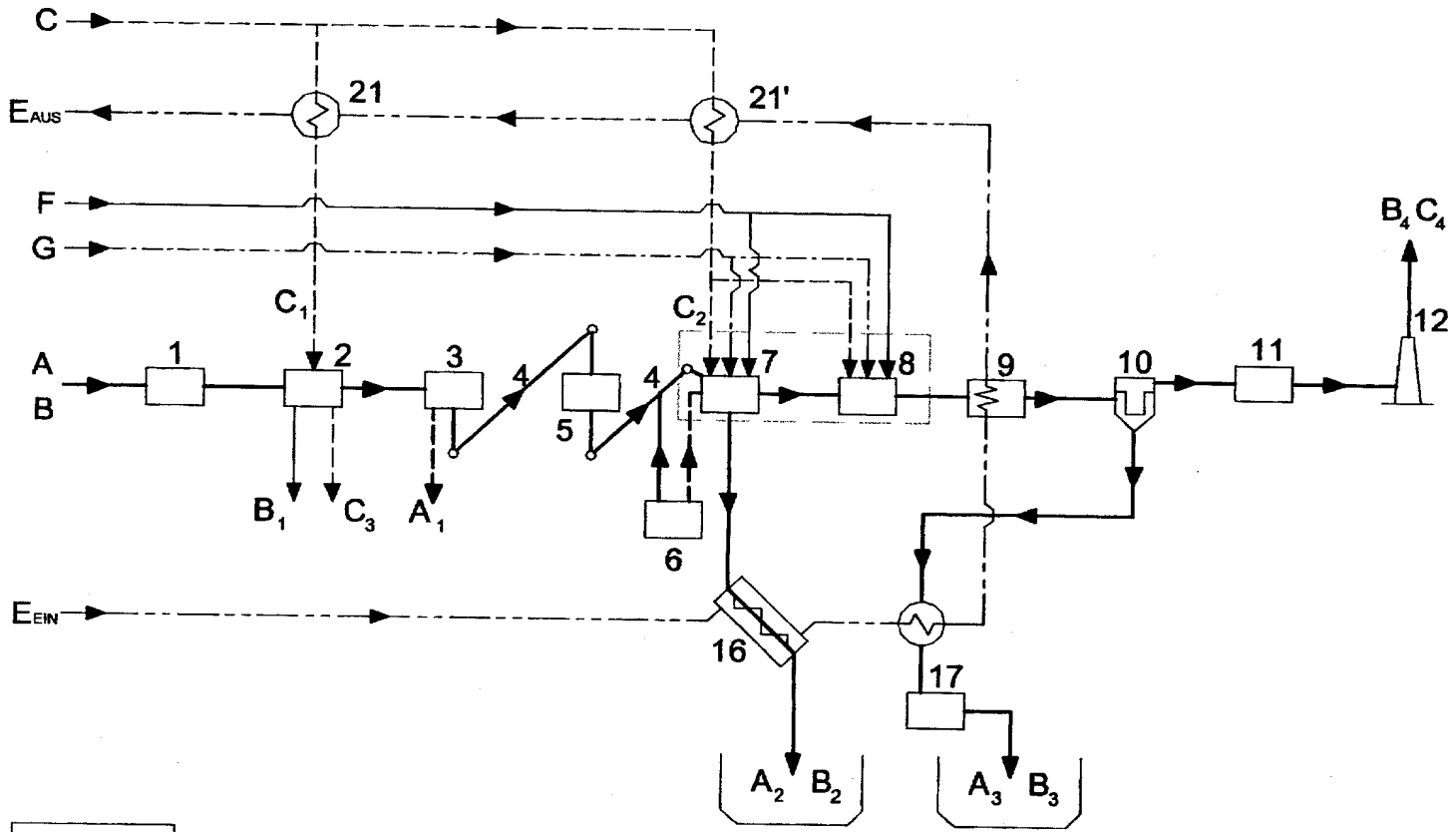


FIG. 1

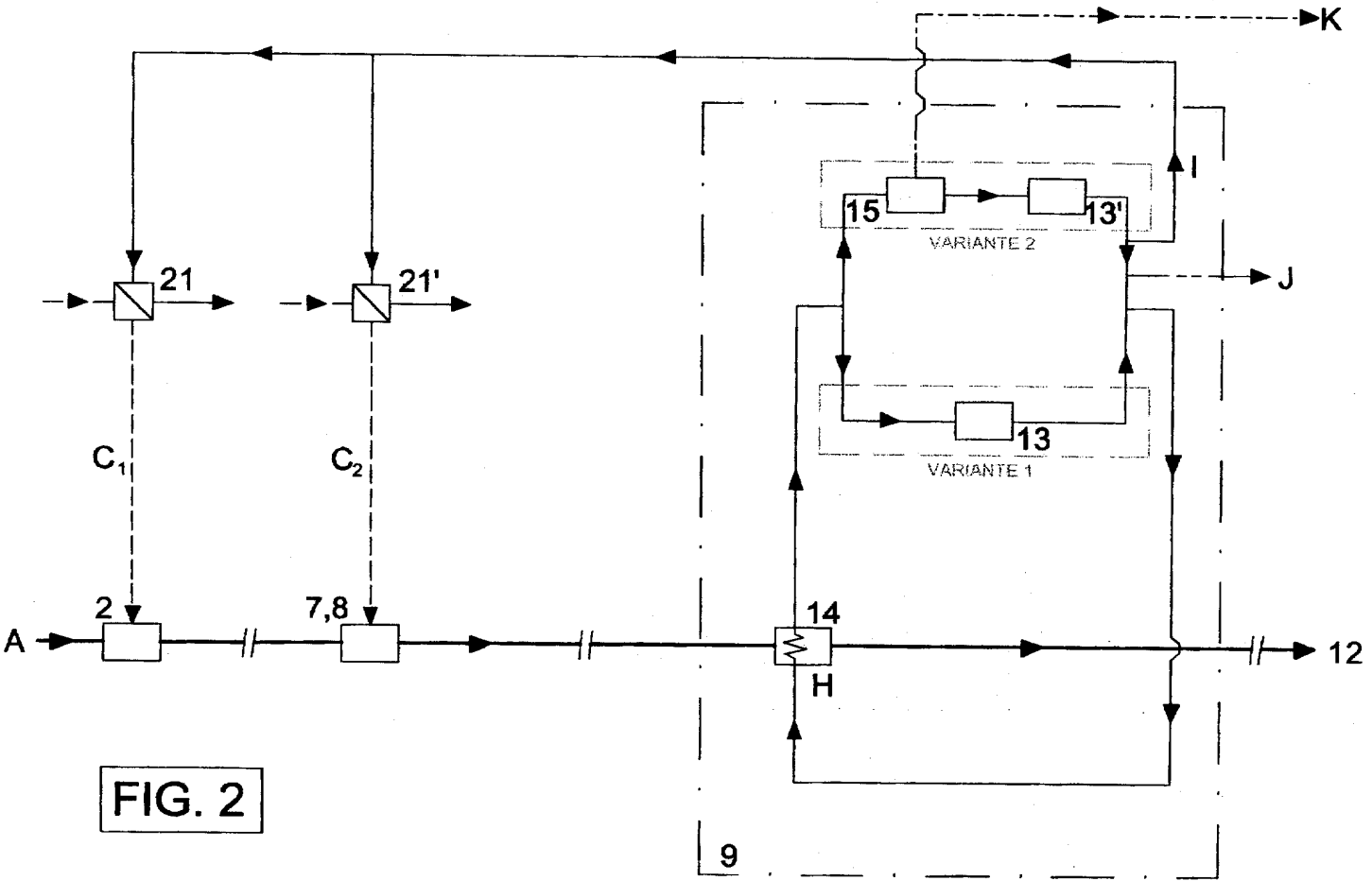


FIG. 2

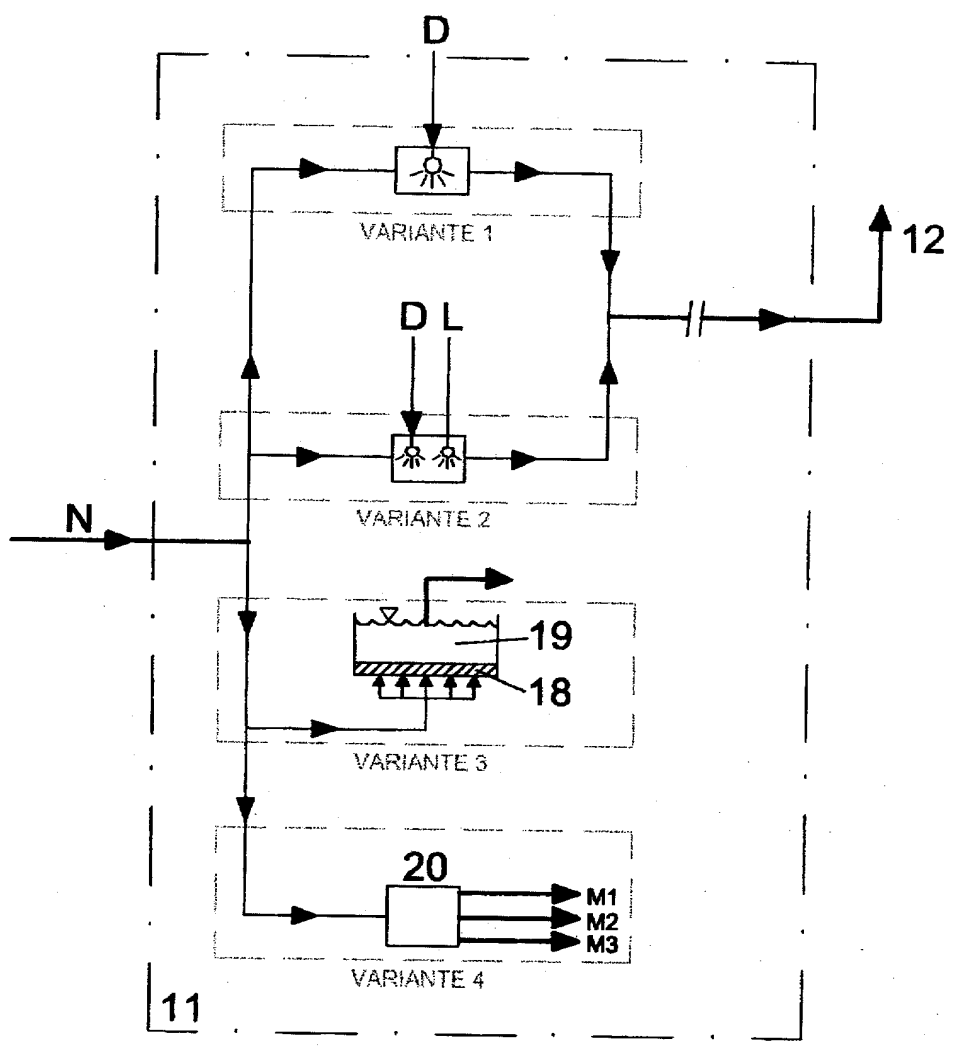


FIG. 3