



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 14 863 T2** 2006.09.14

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 320 388 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 14 863.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/DK01/00553**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 960 198.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2002/015945**

(86) PCT-Anmeldetag: **22.08.2001**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **28.02.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **25.06.2003**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **09.11.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **14.09.2006**

(51) Int Cl.⁸: **A61L 2/04** (2006.01)

A61L 2/16 (2006.01)

A61L 11/00 (2006.01)

A01C 3/02 (2006.01)

C05F 1/02 (2006.01)

C05F 3/06 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

200001246 **22.08.2000** **DK**

200100171 **01.02.2001** **DK**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(73) Patentinhaber:

**Green Farm Energy A/S af juli 2004, Laurbjerg,
Langa, DK**

(72) Erfinder:

**BONDE, Torben A., DK-8250 Egaa, DK;
PEDERSEN, Jorgen, Lars, DK-8370 Hadsten, DK**

(74) Vertreter:

**Kroher, Strobel Rechts- und Patentanwälte, 80336
München**

(54) Bezeichnung: **KONZEPT ZUR TRENNUNG VON AUFSCHLÄMMUNG UND HERSTELLUNG VON BIOGAS**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] In einem ersten Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung eine anaerobe Vergärung von Tierdung, Energiepflanzen und ähnlichen organischen Stoffen. Das Verfahren ist geeignet, in der vergärten Biomasse enthaltene Nährstoffe zu Düngemitteln von handelsüblicher Qualität zu veredeln. Das Biogas- und Aufschlammungstrennsystem gemäß der vorliegenden Erfindung ist vorzugsweise in den Ablauf von Tierhaltungsbetrieben zu einem Gesamtkonzept integriert, bei dem die internen und externen Leistungsmerkmale von Tierhaltungsbetrieben optimiert werden.

[0002] Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist die mögliche Anwendung zur Entsorgung von Tierabfall in der Form von Tierkadavern, Schlachthofabfall, Fleisch- und Knochenmehl, usw. Der Abfall wird in der Anlage zu Düngemitteln veredelt, um auf landwirtschaftlich genutzter Fläche ausgebracht zu werden. Ein möglicher Inhalt an BSE-Prionen oder anderen Prionen wird im gesamten Verfahren wesentlich reduziert, wenn nicht sogar eliminiert. Das tierische Erzeugnis wird in diesem Konzept nicht als Futter, sondern als Düngemittel verwendet. Die Abtötung von möglichen BSE-Prionen in der in der Anlage behandelten Biomasse in Kombination mit der Verwendung von veredelter Biomasse als Düngemittel anstatt Futter reduziert, wenn nicht sogar eliminiert das Risiko des Ansteckens von Tieren oder Menschen mit BSE-Prionen oder deren Modifikationen wesentlich.

[0003] Die internen Leistungsmerkmale betreffen Qualitätsaspekte, die auf die Betriebsführung von Tierhäusern bzw. -ställen bezogen sind, und umfassen die industrielle Hygiene, den Tierschutz, die Steuerung von Gas- und Staubemissionen und die Lebensmittelsicherheit. Die externen Leistungsmerkmale betreffen hauptsächlich die Energieerzeugung und die Steuerung von Emissionen von Nährstoffen und Treibhausgasen in die Umwelt und den Verkauf von qualitativ hochwertigen Lebensmittelerzeugnissen sowie eine alternative Möglichkeit zur Entsorgung von Tierkadavern und dergleichen.

Hintergrund der Erfindung**Ammoniakstrippung bzw. -austreibung**

[0004] Die Ammoniakchemie ist wohl bekannt und das Strippen bzw. Austreiben von Ammoniak aus verschiedenen Flüssigkeiten ist ein wohl bekannter industrieller Prozess. Er wird z. B. durch die Zuckerindustrie (Bunert et al. 1995; Chacuk et al. 1994; Benito und Cubero 1996) und von Stadtverwaltungen als Behandlung von Deponierückständen (Cheung et al. 1997) verwendet. Ammoniak kann ebenfalls aus Schweinegülle gestrippt bzw. ausgetrieben werden basierend auf den selben Prinzipien wie in der Industrie (Liao et al. 1995).

[0005] Das grundlegende Prinzip zum Strippen von Ammoniak in großem Maßstab ist das Erhöhen des pH-Werts und das Belüften und Erhitzen des Abwassers oder der Aufschlammung. Oft ist es $\text{Ca}(\text{OH})_2$ oder CaO , das verwendet wird, um den pH-Wert zu erhöhen. Andere Basen wie z. B. NaOH oder KOH können verwendet werden. Kalk wird jedoch in einem industriellen Maßstab z. B. von der Zementindustrie verwendet und ist deshalb billig und einfach als Großhandelsware verfügbar.

[0006] Wo der gestrippte Ammoniak absorbiert wird und ein Ammoniakkonzentrat erzeugt wird, wird Schwefelsäure oft in der Absorptionssäule verwendet. Schwefelsäure ist eine industrielle Großhandelsware und ist in einer technischen Qualität verfügbar, die zur Verwendung in Absorptionssäulen bei der Ammoniakstrippung aus Gülle und anderen Abwässern geeignet ist (z. B. Sacuk et al. 1994).

[0007] Basierend auf der in der Zuckerindustrie gewonnenen Erfahrung hat man herausgefunden, dass die am meisten geeigneten Parameterwerte wie folgt sind: eine Temperatur von 70°C ; ein pH-Wert in dem Bereich von etwa 10 bis 12; und ein Flüssigkeits-Gas-Verhältnis von 1:800, 96% Affektivität.

[0008] Zur Ammoniakstrippung aus Gülle hat sich herausgestellt, dass die optimalen Parameterwerte bei niedrigen Temperaturen wie folgt sind: eine Temperatur von 22°C ; pH-Wert von etwa 10 bis 12; Flüssigkeits-Gas-Verhältnis von 1:2000; 90% Affektivität, 150 Std. Betrieb (Liao et al. 1995).

Referenzen:

Benito G. G. und Cubero M. T. G. (1996) Ammonia elimination from beet sugar factory condensate streams by a stripping-reabsorbing system. Zuckerindustrie 121, 721–726.
 Bunert U., Buczyk R., Bruhns M., und Buchholz K. (1995) Ammonia stripping. Zuckerindustrie 120, 960–969.
 Chacuk A., Zarzycki R., und Iciek J. (1994) A mathematical model of absorption stripping columns for removal

of ammonia from condensates. Zuckerindustrie 119, 1008–1015.

Cheung K. C., Chu L. M., und Wong M. H. (1997) Ammonia stripping as a pre-treatment for landfill leachate. Water Air und Soil Pollution 94, 209–221.

Liao, P. H., Chen A., und Lo K. V. (1995) Removal of nitrogen from swine manure wastewaters by ammonia stripping. Biotechnology & Applied Microbiology 54, 17–20.

Alkalische und thermische Hydrolysen

[0009] Die thermische Vorbehandlung von Biomasse vor einer anaeroben Vergärung ist eine Technologie, die in der Literatur ausgiebig beschrieben ist, z. B. bei Li und Noike (1992). In den vergangenen Jahren ist auch eine thermische Vorbehandlung von städtischem Abfall in gewerblichem Maßstab von der Firma Cambi AS, Billingstad, Norwegen verwendet worden.

[0010] Wang et al. (1997a und b) haben herausgefunden, dass die thermische Vorbehandlung von kommunalen Abfällen bei 60°C und einer hydraulischen Residenzzeit von 8 Tagen in einer erhöhten Methanproduktion von 52,1% resultierte. Ein ähnliches Ergebnis wurde von Tanaka et al. (1997) herausgefunden, die Kombination mit alkalischen Hydrolysen ergab jedoch den höchsten Anstieg beim Gasertrag (200%). McCarty et al. haben eine Reihe von Studien durchgeführt, die zeigen, dass die Kombination von thermischer und alkalischer Hydrolyse den Gasertrag substantiell steigert. Der pH-Wert jedoch sollte etwa 10–12 betragen, und ein Wert von vorzugsweise 11 oder höher vor der chemischen Hydrolyse sollte einen erheblichen zusätzlichen Gasertrag hervorrufen.

[0011] Das Ergebnis von Wang et al. (1997) zeigt, dass die Standardparameterwerte zur Ammoniakstrippung in Abschnitt 2.1 (der pH-Wert von etwa 10–12, vorzugsweise 11 oder mehr, und die Temperatur von etwa 70°C oder mehr über eine Woche hinweg) den Gasertrag erhöhen werden.

Referenzen:

Li Y. Y., und Noike T. (1992), Upgrading of anaerobic digestion of waste activated sludge by thermal pre-treatment. Water Science and Technology 26, 3–4.

McCarty P. L., Young L. Y., Gossett J. M., Stuckey D. C., und Healy Jr. J. B., Heat treatment for increasing methane yield from organic materials. Stanford University, California 94305, USA.

Tanaka S., Kobayashi T. Kamiyama K. und Bildan M. L. N. S. (1997), Effects of thermo chemical pre-treatment on the anaerobic digestion of waste activated sludge. Water Science and Technology 35, 209–215.

Wang Q., Noguchi C., Hara Y., Sharon C., Kakimoto K., und Kato Y. (1997a), Studies on anaerobic digestion mechanisms: Influence of pre-treatment temperature on biodegradation of waste activated sludge. Environmental Technology 18, 999–1008.

Wang Q., Noguchi C. K., Kuniobu M., Hara Y., Kakimoto K. Ogawa H. I. und Kato Y. (1997b), Influence of hydraulic retention time on anaerobic digestion of pre-treated sludge. Biotechnology Techniques 11, 105–108.

Abwasserreinigung

[0012] Die Abwasserreinigung von Gülle vor dem Transport und der Ausbringung auf das Feld bilden eine wichtige Strategie zur Risikoreduzierung der Verbreitung von Zoonosen und veterinären Viren, Bakterien und Parasiten (z. B. Bendixen 1999). Die anaerobe Vergärung hat sich als wirksam bei der Reduktion der Anzahl der Zoonosen in Gülle herausgestellt, sie eliminiert diese Organismen jedoch nicht (Bendixen 1999; Pagilla et al. 2000). Die Verwendung von CaO zur Abwasserreinigung von Klärschlamm hat ebenfalls gezeigt, dass Ascaris-Eier und Parasiten (Eriksen et al. 1996) und Viren in erheblichem Maß, jedoch nicht vollständig verringert werden (Turner und Burton 1997).

Referenzen:

Bendixen H. J., Hygienische Sicherheit – Ergebnisse von wissenschaftlichen Forschungen in Dänemark (Abwasserreinigungsanforderungen in dänischen Biogasanlagen). Hohenheimer Seminar IEA Bioenergie Workshop März 1999.

Eriksen L., Andreasen P. Ilsoe B. (1996), Inactivation of Ascaris suum eggs during storage in lime treated sewage sludge. Water Research 30, 1026–1029.

Pagilla K. R., Kim H., und Cheunbarn T. (2000), Aerobic thermopile and anaerobic mesopile treatment of swine waste. Water Research 34, 2747–2753.

Turner C. und Burton C. H. (1997), The inactivation of viruses in pig slurries: a review. Bioresource Technology

Schaum

[0013] Die mit der anaeroben Vergärung verbundene Schaumbildung kann ein ernsthaftes Problem beim Betrieb der Gärbehälter sein. Eine Anzahl von Substanzen zur Schaumvermeidung sind handelsüblich erwerbbar einschließlich verschiedener Polymere, Pflanzenöle (z. B. Rapsöl) und verschiedene Salze (z. B. Vardar-Sukan 1998). Polymere können jedoch umweltschädlich sein und sind oft teuer und ineffektiv.

Referenzen:

Vardar-Sukan F. (1998), Foaming: consequences, prevention and destruction. *Biotechnology Advances* 16, 913–948.

Flockenbildung/Flokkulation

[0014] Kalziumionen sind als Mittel zum Ausflocken von Substanzen und Partikeln bekannt aufgrund der Bildung von Kalziumbrücken zwischen organischen und anorganischen Substanzen in Lösung oder Suspension, wodurch sich "Ansammlungen" (flocks) von Partikeln bilden (z. B. Sanin und Vesilind 1996). Aus diesem Grund wird Kalzium zum Entwässern von Klärschlamm verwendet (Higgins und Novak 1997).

Referenzen:

Higgins M. J. und Novak J. T. (1997). The effects of cat ions on the settling and dewatering of activated sludge's: Laboratory results. *Water Environment Research* 69, 215–224.
 Sanin F. D., und Vesilind P. A. (1996) Synthetic sludge: A physical/chemical model in understanding bio flocculation. *Water Environment Research* 68, 927–933.

Gületrennung mittels Dekanterzentrifuge, Phosphor-(P)Strippung

[0015] Dekanterzentrifugen werden in einer Vielzahl von industriellen Prozessen seit etwa hundert Jahren verwendet.

[0016] Unter den jüngsten Beispielen der Verwendung von Dekanterzentrifugen ist die Novo Nordisk Anlage in Kalundborg, wo sämtlicher Abfall von den großen Insulinvergärungseinheiten behandelt wird. Auch kommunaler Klärschlamm wird mittels Dekanterzentrifugen entwässert (Alfa Laval A/S). Die Dekanterzentrifugen trennen die trockene (feste) Materie vom Klärschlamm oder den Abfällen, während die Wasserphase oder das Schlammwasser zu einer herkömmlichen Abwasserkläranlage geleitet wird.

[0017] Experimente mit der Trennung von Rinder-, Schweine- und entgasten Gülle zeigen zunächst, dass Dekanterzentrifugen alle Arten ohne jegliche Schwierigkeiten behandeln können. Man hat ebenfalls herausgefunden, dass die Zentrifugen etwa 70% Trockenmasse entfernen, 60–80% des gesamten Phosphors und lediglich 14% des gesamten Stickstoffs (N) aus einer zuvor thermophil vergärten Gülle entfernen (Møller et al. 1999, Møller 2000a). Die entsprechenden Werte für Rohgülle von Rindern und Schweinen waren etwas niedriger. Es ist anzumerken, dass lediglich 14% des gesamten Stickstoffs (N) aus dem Abfall entfernt werden.

[0018] Die gesamten Behandlungskosten wurden auf 5 Dkr (dänische Kronen) pro m³ Gülle bei einem Gülevolumen von etwa 20.000 Tonnen oder mehr berechnet. In denjenigen Situationen, wo das Gülevolumen 20.000 Tonnen übersteigt, sind die Dekanterzentrifugen kostenwirksame und billige Instrumente zur Trennung von trockener Materie und dem gesamten Phosphor aus der Gülle (Møller et al. 1999).

[0019] Unter normalen Umständen ist es jedoch völlig uninteressant, Gülle in einer Dekanterzentrifuge zu verarbeiten, da es nicht mit einer Volumenreduktion oder anderen Vorteilen für die Landwirte verbunden ist. Der Ammoniakverlust, der auf die Feldausbringung der behandelten Gülle folgt, kann aufgrund einer erhöhten Eindringungsrate in den Boden etwas reduziert sein (Møller 2000b), doch dies ist bei Weitem ein ausreichender Anreiz für Landwirte, Dekanterzentrifugen zu verwenden.

Referenzen:

Møller H. B. (2000a) Opkoncentrering of næringstoffer i husdyrgødning med dekantercentrifuge og skruer-

presse. Notat 12. September 2000, Forskningscenter Bygholm.

Møller H. B. (2000b) Gode resultater med at separere gylle. Maskinbladet 25. august 2000.

Møller H. B., Lund I., und Sommer S. G. (1999) Solid-liquid separation of livestock slurry: efficiency and cost. Alfa Laval A/S Gylleseparering. Separeringsresultater med decantercentrifuge.

Phosphor-Präzipitation

[0020] Gelöster Phosphor fällt nahezu unmittelbar auf die Hinzufügung von Ca als Kalziumphosphat $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ aus (Cheung et al. 1995).

Referenzen:

Cheung K. C., Chu L. M., und Wong M. H. (1997) Ammonia stripping as a pre-treatment for landfill leachate. Water Air and Soil Pollution 94, 209–221.

Verhinderung von Struvitbildung

[0021] Es ist ein zusätzlicher wichtiger Aspekt, dass die Phosphor-Präzipitation in Kombination mit der Ammoniakstrippung die Bildung von Struvit (MgNH_4PO_4) verhindert. Struvit stellt ein erhebliches Arbeitsproblem bei Wärmetauschern, Transport in Leitungen usw. dar (Krüger 1993). Der Mechanismus ist die Phosphor-Entfernung durch die Bildung von CaPO_4 sowie die Entfernung von Ammoniak durch den Strippungsprozess. Die Phosphor- und Ammoniak-Entfernung verhindert die Bildung von Struvit.

Krüger (1993) Struvit dannelse i biogasfaellesanlaeg. Krüger WasteSystem AS.

Schlammwasserfiltration

[0022] Systeme zur finalen Behandlung und Membranfiltration von Schlammwasser sind während der letzten zehn Jahre in der Form von z. B. Membrananlagen (BioScan A/S, Ansager ApS) und auf Dampfkompensation basierenden Anlagen (Funkki A/S, Bjørnkjaer Maskinfabrikker A/S) vorgestellt worden. Diese Systeme führen im Allgemeinen zu Bruttokosten pro Kubikmeter Gülle von 50–100 Dkr. Die Anlagen sind des Weiteren nicht geeignet, andere Dungtypen als Schweinegülle zu verarbeiten.

[0023] Die durch diese Anlagen erhaltene Volumenreduktion beträgt oft nicht mehr als 50–60%, woraus sich ergibt, dass die Feldausbringung der Rückstände in jedem Fall von konventionellen Vorrichtungen abhängt. Deshalb sind diese Anlagen aufgrund des Kostenniveaus und/oder einer begrenzten Volumenreduktion nicht wettbewerbsfähig.

[0024] Es ist jedoch wichtig, das Kostenniveau dieser Anlagen zu betrachten und zu erkennen. Es ist ebenfalls wertvoll, den Energieverbrauch in Form von Elektrizität zu betrachten, den die mechanische Dampfkompensation zur Folge hat, d. h. etwa 50 kWh pro Tonne behandelter Gülle. Dies bedeutet, dass Membranen, unter der Annahme, dass die zu filternde Wasserphase aus Salzen und lediglich minimalen Mengen von trockener Materie besteht, die keine Verschlackungs- oder Faulungsprobleme hervorrufen, geeignet sein können, die Verdampfungstechnologien wettbewerbsmäßig zu übertreffen.

Referenzen:

Argaman Y. (1984), Single sludge nitrogen removal in an oxidation ditch. Water Research 18, 1493–1500.

Blouin M., Bisailon J. G., Beudet R., und Ishague M. (1988), Aerobic biodegradation of organic matter of swine waste. Biological Wastes 25, 127–139.

Bouhabila E. H., Aim R. B., und Buisson H. (1998), Micro filtration of activated sludge using submerged membrane with air bubbling (application to wastewater treatment). Desalination 118, 315–322.

Burton C. H., Sneath R. W., Misselbrook T. H., und Pain B. F. (1998), Journal of Agricultural Engineering Research 71, 203.

Camarro L., Diaz J. M. and Romero F. (1996), Final treatments for anaerobically digested piggery effluents. Biomass and Bioenergy 11, 483–489.

Doyle Y. and de la Noüe J. (1987), Aerobic treatment of swine manure: Physico-chemical aspects. Biological Wastes 22, 187–208.

Engelhardt N., Firk W., and Warnken W (1998), Integration of membrane filtration into the activated sludge process in municipal wastewater treatment. Water Science and Technology 38, 429–436.

Garraway J. L. (1982), Investigations on the aerobic treatment of pig slurry. Agricultural Wastes 4, 131–142

- Ginnivan M. J. (1983), The effect of aeration on odour and solids of pig slurries. *Agricultural Wastes* 7, 197–207.
- Gönenc I. E. and Harremoës P. (1985), Nitrification in rotating disc systems-I. Criteria for transition from oxygen to ammonia rate limitation. *Water research* 19, 1119–1127.
- Scott J. A., Neilson D. J. Liu W., and Boon P. N. (1998), A dual function membrane bioreactor system for enhanced aerobic remediation of high-strength industrial waste. *Water Science and Technology* 38, 413–420.
- Silvia C. M., Reeve D. W., Husain H., Rabie H. R., and Woodhouse K. A. (2000) *Journal of Membrane Science* 173, 87–98.
- Visvanathan C., Yang B-S., Mutaamara S., and Maythanukhrav R. (1997) Application of air back flushing in membrane bioreactor. *Water Science and Technology* 36, 259–266.
- Zaloum R., Coron-Ramstrim A.-F. Gehr R. (1996), Final clarification by integrated filtration within the activated sludge aeration tank. *Environmental Technology* 17, 1007–1014.

Kalkkochen

[0025] Eine thermische und chemische Hydrolyse bei Temperaturen von weniger als 100°C und damit Drücken von etwa 1 atm stellte eine Option zur Erhöhung der Verfügbarkeit der organischen Materie für die Biogaserzeugung dar. Komplexe Kohlenhydrate jedoch wie z. B. Zellulose, Hemizellulose und Lignin werden durch solch eine Behandlung nicht vollständig hydrolysiert. Fasern von Stroh, Mais und anderen Pflanzen werden durch derartige Behandlungen nicht verfügbar für die Methanbildung gemacht (Bjerre et al 1996; Schmidt und Thomsen 1998; Thomsen und Schmidt 1999; Sirohi und Rai 1998). Ein alkalisches Kalkkochen bei moderaten Temperaturen über 100°C ist gut geeignet, um diese Stoffe für den mikrobiellen Abbau verfügbar zu machen (Curelli et al. 1997; Chang et al. 1997; Chang et al. 1998).

[0026] Diese Behandlung zersetzt, wenn sie auf Zellulosefasern aus auf 0,5 mm geschnittenes Zuckerrohr angewendet wird (mit 4% CaO, 200°C und 16 bar), die Zellulose in kleine organische Säuren wie Ameisensäure, Essigsäure, Milchsäure usw. Die Methanerzeugung aus behandelter Zellulose beträgt damit so viel wie 70% der entsprechenden Kohlenhydratmenge wie purer Glukose (Azzam und Naser 1993). Auch Grünpflanzen können in einem Kalkkocher behandelt werden, jedoch bei geringeren Temperaturen. Es hat sich gezeigt, dass das optimale Ergebnis erreicht wurde, wenn Wasserhyazinthen einem pH-Wert von 11 und 121°C ausgesetzt waren (Patel et al. 1993).

[0027] Die Bildung von PAH und von Methanbakterien hemmenden Substanzen kann bei erhöhten Temperaturen gebildet werden. (Varhegyi et al. 1993; Patel et al. 1993). Dieses Phänomen hat man jedoch nicht bei relativ moderaten Temperaturen beobachtet, die beim Kalkkochen im Vergleich zur Pyrolyse verwendet werden (Azzam et al. 1993). Während der Pyrolyse sind die Temperaturen so hoch, dass die Biomasse sich direkt in Gase als Wasserstoff, Methan und Kohlenmonoxid auflöst, unglücklicherweise jedoch auch als PAH und andere Schadstoffe.

Referenzen:

- Azzam A. M. und Nasr M. I. (1993), Physicothermochemical pre-treatments of food processing waste for enhancing anaerobic digestion and biogas fermentation. *Journal of Environmental Science and Engineering* 28, 1629–1649.
- Bjerre A. B., Olesen A. B., Fernquist T., Ploger A., Schmidt A. S., (1996), Pre-treatment of wheat straw using combined wet oxidation and alkaline hydrolysis resulting in convertible cellulose and hemicelluloses. *Biotechnology and Bioengineering* 49, 568–577.
- Chang V. S., Nagwani M., Holtzapple M. T. (1998), Original articles – Lime pre-treatment of crop residues bagasse and wheat straw. *Applied Biochemistry and Biotechnology Part A – Enzyme Engineering and Biotechnology* 74, 135–160.
- Chang V. S., Barry B., Holtzapple M. T. (1997), Lime pre-treatment of switchgrass. *Applied Biochemistry and Biotechnology Part A – Enzyme Engineering and Biotechnology* 63–65, 3–20.
- Curelli N., Fadda M. B., Rescigno A., Rinaldi A. C., Soddu G., Sollai E., Vaccargiu S., Sanjust E., Rinaldi A. (1997), Mild alkaline/oxidative pre-treatment of wheat straw. *Process Biochemistry* 32, 665–670.
- Patel V., Desai M., and Madamwar D. (1993), Thermo chemical pre-treatment of water hyacinth for improved biomethanation. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 42, 67–74.
- Schmidt A. S. and Thomson A. B. (1998), Optimisation of wet oxidation pre-treatment of wheat straw. *Biore-source Technology* 64, 139–152.
- Sirohi S. K. and Rai S. N. (1998), Optimisation of treatment conditions of wheat straw with lime: Effect of concentration, moisture content and treatment time on chemical composition and in vitro digestibility. *Animal Feed Science and Technology* 74, 57–62.

Thomsen A. B. and Schmidt A. S. (1999) Further development of chemical and biological processes for production of bio ethanol: optimisation of pre-treatment processes and characterisation of products. Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark.

Varhegyi G., Szabo P., Mok W. S. L., and Antal M. J. (1993) Kinetics of the thermal decomposition of cellulose in sealed vessels at elevated pressures. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 26, 159–174.

Silage von Energiepflanzen

[0028] Die herkömmliche Verwendung von Energiepflanzen ist hauptsächlich in Form von Festbrennstoff für die Verbrennung (Weide als Hackholz, Stroh oder Vollkorn) oder als Brennstoff für Motoren (Rapsöl). Auf Experimentbasis werden Zuckerrüben und Stroh zur Erzeugung von Ethanol verwendet (Parsby; Sims 2001; Gustavsson et al. 1995; Wyman und Goodman 1993; Kuch 1998). In anderen Teilen der Welt ist die Verwendung von Energiepflanzen weit verbreitet und das Subjekt zahlreicher Forschung. Die Verwendung von erdgebundenen sowie als Marine- und Süßwasseranlagen ist gut dokumentiert (Gunaseelan 1997; Jewell et al. 1993; Jarvis et al 1997). Einige Studien scheinen aufzuzeigen, dass anaerobe Vergärung von Energiepflanzen wettbewerbsfähig mit anderen Verwendungen von Biomasse ist (Chynoweth D. P., Owens J. M., und Legrand R. 2001).

[0029] Die Verwendung von Energiepflanzen ist gut begründet. Die Verwendung von Stroh ist auf eine Art und Weise eingerichtet, die diese Praxis wahrscheinlich zu einem Konzept macht, das man in den kommenden Jahren häufig sehen wird. Die Verwendung von Kleinholz bzw. Holzabfällen scheint wirtschaftlich und praktisch machbar zu sein. Die Verbrennung von Getreidekörnern auf der anderen Seite gibt Anlass zu ethischen Einwänden. Die Herstellung von Getreidekörnern ist auch unvermeidbar mit der Verwendung von Düngemitteln und Pestiziden sowie mit Stickstoffverlusten von den Feldern verbunden. Stickstoff bleibt auch während der Verbrennung von Biomasse zurück.

Referenzen:

- Beck J. Co-fermentation of liquid manure und beets as a regenerative energy. University of Hohenheim, Dep. Agricultural Engineering and Animal Production. Personal communication.
- Chynoweth D. P., Owens J. M., und Legrand R. (2001), Renewable methane from anaerobic digestion of biomass. *Renewable Energy* 22, 1–8.
- Gunaseelan V. N. (1997), Anaerobic digestion of biomass for methane production: A review. *Biomass and Bioenergy* 13, 83–114.
- Gustavsson L., Borjesson P., Bengt J., Svenningsson P. (1995), Reducing CO₂ emissions by substituting biomass for fossil fuels. *Energy* 20, 1097–1113.
- Jewell W. J., Cummings R. J., and Richards B. K. (1993), Methane fermentation of energy crops: maximum conversion kinetics and in situ biogas purification. *Biomass and Bioenergy* 5, 261–278.
- Jarvis Å., Nordberg Å., Jarlsvik T., Mathiesen B., and Svensson B. H. (1997), Improvement of a grass-clover silage-fed biogas process by the addition of cobalt. *Biomass and Bioenergy* 12, 453–460.
- Kuch P. J., Crosswhite W. M. (1998), The agricultural regulatory framework and biomass production. *Biomass and Bioenergy* 14, 333–339.
- Parsby M. Halm og energiafgrøder – analyser af økonomi, energi og miljø. Rapport Nr. 87, Statens Jordbrugs og Fiskeriøkonomiske Institut.
- Sims R. H. E. (2001), Bioenergy – a renewable carbon sink. *Renewable Energy* 22, 31–37.
- Wyman C. E. and Goodman B. J. (1993), Biotechnology for production of fuels chemicals and materials from biomass. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 39, 41–59.
- Banks C. J. and Humphreys P. N. (1998), The anaerobic treatment of a ligno-cellulosic substrate offering little natural pH buffering capacity. *Water Science and Technology* 38, 29–35.
- Colleran E., Wilkie A., Barry M., Faherty G., O'Kelly N. and Reynolds P. J. (1983), One and two stage anaerobic filter digestion of agricultural wastes. *Third Int. Symp. on Anaerobic Digestion*, pp. 285–312, Boston MA (1983).
- Dugba P. N., and Zhang R. (1999), Treatment of dairy wastewater with two-stage anaerobic sequencing batch reactor systems – thermopile versus mesopile operations. *Bioresource Technology* 68, 225–233.
- Ghosh S., Ombregt J. P., and Pipyn P. (1985), Methane production from industrial wastes by two-phase digestion. *Water Research* 19, 1083–1088.
- Han Y., Sung S., and Dague R. R. (1997), Temperature-phased anaerobic digestion of wastewater sludge's. *Water Science and Technology* 36, 367–374.
- Krylova N. I., Khabiboulline R. E., Naumova R. P. Nagel M. A. (1997), The influence of ammonium and methods for removal during the anaerobic treatment of poultry manure. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 70, 99–105.

- Hansen K. H., Angelidaki I., Ahring B. K. (1998), Anaerobic digestion of swine manure: inhibition by ammonia. *Water Research* 32, 5–12.
- Kayhanian M. (1994), Performance of high-solids anaerobic digestion process under various ammonia concentrations. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 59, 349–352.
- Wang Q., Noguchi C. K., Kuninobu M., Hara Y., Kakimoto K., Ogawa H. I., und Kato Y. (1997), Influence of hydraulic retention time on anaerobic digestion of pre-treated sludge. *Biotechnology Techniques* 11, 105–108.

Entsorgungssysteme für Tierkadaver usw.

[0030] Das vorliegende Entsorgungssystem für Tierkadaver wird durch Registrieren der Anlagen organisiert, die die Erlaubnis besitzen, die Tierkadaver zu verarbeiten. Die Kadaver werden in erster Linie zur Herstellung von Fleisch- und Knochenmehl verwendet, die in traditioneller Weise für Tiernahrungsmittel verwendet wurden.

[0031] Die derzeitige BSE-Krise hat dieser Praxis durch eine regulatorische Anweisung der EU-Kommission ein Ende bereitet, die feststellt, dass Fleisch- und Knochenmehl nicht als Tiernahrungsmittel verwendet werden können.

[0032] Der Viehsektor und die zugehörigen Geschäftsbetriebe in Europa stehen dadurch vor der Herausforderung, eine alternative Verwendung von Fleisch- und Knochenmehl oder alternative Entsorgungswege für das Fleisch zu finden. Dies ist jedoch eine schwierige Aufgabe aufgrund der durch das Risiko des Verbreitens von BSE-Prionen oder anderen Prionen auferlegten Randbedingungen, die möglicherweise im Mehl oder anderen Teilen der Tierkadaver vorhanden sind.

[0033] Die Verwendung von Fleisch- und Knochenmehl oder Tierkadavern in herkömmlichen Biogasanlagen ist sicher nicht ratsam und nur teilweise möglich. Die Verarbeitung von Tierkadavern in Anlagen, die die Erlaubnis besitzen, solche Tiere zu verarbeiten, wird üblicherweise bei Temperaturen von etwa 130°C durchgeführt mit einem Druck von etwa 2–3 bar und einer Aufrechterhaltungszeit von 20 min. Solche Bedingungen findet man in herkömmlichen Biogasanlagen nicht.

[0034] Die nachfolgend erwähnten Patente und Patentanmeldungen bilden einen Teil des Standes der Technik.

[0035] DE3737747 beschreibt eine Anlage und ein Verfahren zum Strippen von Stickstoff. CaO wird zu dem Dung hinzugefügt, wodurch der Ammoniak gestrippt wird, wobei der Ammoniak in einer Wasserlösung absorbiert wird, die Salzsäure enthält. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung werden durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies bezieht sich unter Anderem auf die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen, die Verwendung von Energiepflanzen, das Absorbieren von Ammoniak in einer Schwefellösung, die Präzipitation von Phosphor, die Prävention der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder über eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0036] DE4201166 beschreibt ein Verfahren der gleichzeitigen Behandlung von verschiedenen organischen Abfallprodukten, bei dem die Abfallprodukte in drei Teile getrennt werden, die unterschiedliche Mengen an festen Bestandteilen enthalten. Die festen Bestandteile werden vor der Vergärung und Biogaserzeugung homogenisiert. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen, die Verwendung von Energiepflanzen, das Absorbieren von Ammoniak in einer Schwefellösung, die Präzipitation von Phosphor, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder über eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0037] DE4444032 beschreibt eine Anlage und ein Verfahren, bei dem Gülle in dem ersten Reaktor gerührt, belüftet und Kalk hinzu gegeben wird, zu einem pH-Wert von 9,5, um Ammoniak zu stripfen. In dem zweiten Reaktor werden ein eisenhaltiges Salz und ein Polymer hinzu gegeben, um die Gülle zu neutralisieren und die Feststoffe auszufällen. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen, die Verwendung von Energiepflanzen, das Absorbieren von Ammoniak in einer Schwefellösung, die Präzipitation von Phosphor, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0038] DE196615063 beschreiben ein Verfahren, bei dem Ammoniak von vergärter Gülle gestrippt wird. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für

die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, die Verwendung von Energiepflanzen, die Präzipitation von Phosphor, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0039] EP0286115 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von Biogas, bei dem Fettsäuren oder Fettsäuren enthaltene Mischungen dem Dung hinzugefügt werden. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, die Verwendung von Energiepflanzen, die Präzipitation von Phosphor, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0040] EP0351922 beschreibt eine Anlage und ein Verfahren, bei dem das Strippen von Ammoniak, Kohlendioxid und Phosphat aus Gülle stattfindet. Die Gülle wird von dem Landwirtschaftsbetrieb mittels Tankfahrzeugen zur Anlage transportiert, wo die Gülle mit heißer Luft behandelt wird und dadurch teilweise vom Ammoniak und vom Kohlendioxid gestrippt wird. Der verbleibende Teil der Gülle wird erhitzt und Kalk wird zu einem pH-Wert von 10–11 hinzugefügt, wodurch noch mehr Ammoniak gestrippt wird und sich Kalziumphosphat bildet. Der gestrippte Ammoniak wird in einer sauren Lösung durch die Bildung von Ammoniaksalz absorbiert, welches getrocknet wird und als Düngemittel verwendet wird. Eine Dekanterzentrifuge wird verwendet, um die festen Bestandteile aus der Gülle herauszutrennen. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen, die Verwendung von Energiepflanzen, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0041] ES2100123 beschreibt eine Anlage und ein Verfahren, in dem Gülle gereinigt wird. Organische Bestandteile werden abgebaut und ausgefällte Bestandteile werden durch Dekanterzentrifugieren entfernt. Der Flüssigkeit wird Säure hinzugefügt und sie wird auf landwirtschaftliche Fläche ausgebracht oder wird weiterhin durch Belüftung gereinigt und dadurch vom Ammoniak gestrippt. Die gereinigte Flüssigkeit wird in eine Wasseraufreinigungsanlage umgeleitet. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen, das Strippen von Ammoniak in einem frühen Schritt, die Verwendung von Energiepflanzen, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0042] FR2576741 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von Biogas durch Vergären von Gülle. Die Gülle wird mit Kalk behandelt und die ausgefällten Bestandteile werden entfernt. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, die Verwendung von Energiepflanzen, die Präzipitation von Phosphor, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0043] GB 2013170 beschreibt eine Anlage und ein Verfahren zur Herstellung von Biogas. In dem ersten Reaktor wird das organische Material angesäuert und der feste Bestandteil wird entfernt. Der flüssige Anteil wird in den zweiten Reaktor umgeleitet, in dem ein anaerober Abbau mit der Produktion von Methangas stattfindet. Eine Anzahl von Aspekten dieser Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen, das Strippen von Ammoniak, die Verwendung von Energiepflanzen, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0044] DE19644613 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von festen Düngemitteln aus Stallmist. Der flüssigen Gülle wird Substrat aus der Biogasherstellung zusammen mit CaO oder Ca(OH)_2 hinzugefügt. Der gestrippte Ammoniak wird aufgefangen. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, die Verwendung von Energiepflanzen, die Präzipitation von Phosphor, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0045] DE19828889 beschreibt die Co-Vergärung von geernteten Pflanzen und organischem Abfall mit der Herstellung von Biogas. Das Material wird homogenisiert und vergärt. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die al-

kalische Hydrolyse, die Verwendung von Energiepflanzen, die Präzipitation von Phosphor, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0046] US 4,041,182 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von Tiernahrungsmitteln aus organischem Abfall. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, die Verwendung von Energiepflanzen, die Präzipitation von Phosphor, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0047] US 4,100,023 beschreibt eine Anlage und ein Verfahren zur Herstellung von Methangas und Düngemitteln. In dem ersten Reaktor wird ein aerober Abbau des homogenisierten Materials durchgeführt. In dem zweiten Reaktor, der erhitzt wird, findet ein anaerober Abbau und die Biogasherstellung statt. Düngemittel werden als Flüssigkeiten hergestellt. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen, das Strippen von Ammoniak, die Verwendung von Energiepflanzen, die Verhinderung der Struvitbildung und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0048] US 4,329,428 beschreibt eine Anlage zum anaeroben Abbau, insbesondere von Material von verschiedenen Grünpflanzen, und die Verwendung des produzierten Biogases. Die Anlage basiert auf dem Abbau und wird verursacht von mesophilen oder thermophilen anaeroben Bakterien. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, das Strippen von Ammoniak, die Präzipitation von Phosphor, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0049] US 4,579,654 beschreibt eine Anlage und ein Verfahren zur Herstellung von Biogas aus organischen Materialien. Feste Materialien werden hydrolysiert, angesäuert und vergärt. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen, das Strippen von Ammoniak, die Verwendung von Energiepflanzen, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0050] US 4,668,250 beschreibt ein Verfahren, bei dem Ammoniak aus dem flüssigen Anteil durch Belüftung entfernt wird. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, die Verwendung von Energiepflanzen, die Präzipitation von Phosphor, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0051] US 4,750,454 beschreibt eine Anlage zur anaeroben Vergärung von Tierdung und die Verwendung von durch dieses Verfahren hergestelltem Biogas. Die Anlage basiert auf dem Abbau, der durch mesophile oder thermophile anaerobe Bakterien hervorgerufen wird, und verwendet eine lokale von Gas angetriebene Maschine, die mit einem Generator ausgestattet ist. Eine Anzahl von Aspekten dieser Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, das Strippen von Ammoniak, die Präzipitation von Phosphor, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0052] US 5,071,559 beschreibt ein Verfahren zur Behandlung von Dung. Dem Dung wird Wasser hinzugefügt und die Mischung wird angesäuert. Flüssigkeit wird durch Dampferzeugung entfernt, die wiederum in einem weiteren Reaktor kondensiert wird und anaerob behandelt wird, um Biogas zu erzeugen. Der vergäerte Flüssigkeitsanteil wird anschließend durch einen aeroben Prozess behandelt. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen, das Strippen von Ammoniak, die Verwendung von Energiepflanzen, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0053] US 5,296,147 beschreibt ein Verfahren, um Dung und andere organische Bestandteile zu behandeln. Der organische Abfall vergärt und wird anschließend nitrifiziert und des Weiteren denitrifiziert. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter anderem für die Vorbehand-

lung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen, das Strippen von Ammoniak, die Verwendung von Energiepflanzen, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0054] US 5,389,258 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von Biogas aus halbfestem und festem organischen Abfall. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen, das Strippen von Ammoniak, die Verwendung von Energiepflanzen, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0055] US 5,494,587 beschreibt ein Verfahren mit einer katalytischen Behandlung von Dung einschließlich der Reduktion der Stickstoffkonzentration. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen, das Strippen von Ammoniak, die Verwendung von Energiepflanzen, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0056] US 5,525,229 beschreibt ein allgemeines Verfahren zur anaeroben Digestion von organischen Substraten unter thermophilen sowie unter mesophilen Bedingungen.

[0057] US 5,593,590 beschreibt die Trennung und die Behandlung von flüssigem und festem organischen Abfall, die auf eine Trennung der beiden Anteile folgt. Der flüssige Anteil wird vergärt, wobei Biogas erzeugt wird, gefolgt vom Entfernen der ausgefällten festen Bestandteile, die teilweise in dem Prozess wieder zugeführt werden. Der feste Anteil wird in einem aeroben Prozess behandelt und wird zu Kompost, Düngemitteln oder Tiernahrungsmitteln verarbeitet. Ein Teil des erzeugten Biogases, das Methan und CO₂ aufweist, wird zur Reduktion des pH-Wertes im flüssigen Bestandteil durch eine CO₂-Absorption wieder verwendet. Die Feststoffe werden aus den flüssigen Anteilen z. B. durch eine Dekanterzentrifuge ausgefällt, und Ammoniak wird aus der Flüssigkeit mittels eines pH-Werts von 9–10 gestrippt. Schlammwasser kann verwendet werden, um die Stelle zu säubern. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen durch die Verwendung von Stroh, das Strippen von Ammoniak vor der Biogasherstellung, die Verwendung von Energiepflanzen, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0058] US 5,616,163 beschreibt ein Verfahren zur Behandlung von Dung, bei dem Stickstoff bei der Herstellung von Düngemitteln verwendet wird. Der Gülle wird CO₂ und/oder CaSO₄ hinzugefügt, wodurch der Ammoniak gestrippt wird. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen durch die Verwendung von Stroh, das Strippen von Ammoniak vor der Biogaserzeugung, die Verwendung von Energiepflanzen, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0059] US 5,656,059 beschreibt ein Verfahren zur Behandlung von Dung, bei dem Stickstoff bei der Herstellung von Düngemitteln mehr oder weniger mittels Nitrifikation (Salpeterbildung) verwendet wird. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird in dieser Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen durch die Verwendung von Stroh, das Strippen von Ammoniak vor der Biogasherstellung, die Verwendung von Energiepflanzen, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0060] US 5,670,047 beschreibt ein allgemeines Verfahren zum anaeroben Abbau von organischen Substraten zu Gasen.

[0061] US 5,681,481, US 5,783,073 und US 5,851,404 beschreiben ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Stabilisierung von Gülle. Kalk wird bis zu einem pH-Wert ≥ 12 hinzugefügt und die Masse wird auf mindestens 50°C über einen Zeitraum von 12 Stunden erhitzt. Ammoniak wird gestrippt und wird entweder in die Atmosphäre entlassen oder dem System wieder zugeführt. Eine "Vorheizkammer" kann verwendet werden sowie eine Dekanterzentrifuge sowie das Mischen des Klärschlammes, um ihn in einem flüssigen Zustand zu halten. Der Schlamm wird auf landwirtschaftlich genutzte Fläche ausgebracht. Eine Anzahl von Aspekten der Erfin-

ung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen durch die Verwendung von Stroh, das Strippen von Ammoniak vor der Biogaserzeugung, die Verwendung von Energiepflanzen, die Verhinderung von Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0062] US 5,746,919 beschreibt ein Verfahren, bei dem organischer Abfall in einem thermophilen anaeroben Reaktor behandelt wird, gefolgt von einer Behandlung in einem mesophilen anaeroben Reaktor. In beiden Reaktoren findet eine Erzeugung von Methangas statt. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies betrifft unter Anderem die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen durch die Verwendung von Stroh, das Strippen von Ammoniak vor der Biogasherstellung, die Verwendung von Energiepflanzen, die Verhinderung von Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0063] US 5,773,526 beschreibt ein Verfahren, bei dem flüssiger und fester organischer Abfall zuerst von einem mesophilen Prozess und dadurch von einem thermophilen Prozess vergärt wird. Feste Bestandteile werden hydrolysiert und angesäuert. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz durch die Verwendung von Stroh, das Strippen von Ammoniak vor der Biogaserzeugung, die Verwendung von Energiepflanzen, die Verhinderung von Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0064] US 5,782,950 beschreibt die Vergärung von biologischem Abfall durch eine Homogenisierung, Belüftung und Erhitzung der Masse. Der Abfall wird in einen flüssigen und in einen festen Anteil aufgeteilt. Die Feststoffe werden zu Kompost verarbeitet. Die Flüssigkeit wird durch einen anaeroben mesophilen und thermophilen Prozess vergärt unter der Erzeugung von Biogas. Schlammwasser von dem Biogasreaktor wird dem Homogenisierungsprozess wieder zugeführt. Schlammwasser vom Biogasreaktor wird in einer Kläranlageneinrichtung behandelt. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen, das Strippen von Ammoniak vor der Biogaserzeugung, die Verwendung von Energiepflanzen, die Verhinderung von Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0065] US 5,853,450 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von pasteurisiertem Kompost aus organischem Abfall und Grünpflanzenmaterialien. Der pH-Wert des organischen Materials wird auf 12 erhöht und wird auf über 55°C erhitzt. Wenn das Grünpflanzenmaterial hinzugefügt wird, erniedrigt sich der pH-Wert auf 7–9,5. Die Mischung wird vergärt. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen, das Strippen von Ammoniak vor der Biogaserzeugung, die Verhinderung von Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0066] US 5,863,434 beschreibt ein Verfahren zur Stabilisation von organischem Abfall mittels Degradation in einem psychophilen anaeroben Prozess. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen, das Strippen von Ammoniak vor der Biogaserzeugung, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0067] US 6,071,418 beschreibt ein Verfahren und ein System zur Behandlung von Dung mit Ozon auf eine Art und Weise, die eine aerobe und eine anaerobe Zone innerhalb des Materials hervorruft. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung ist durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen, das Strippen von Ammoniak vor der Biogaserzeugung, die Verhinderung von Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0068] US 6,171,499 beschreibt ein verbessertes Verfahren zur Vergärung von häuslichem und industriellem Abfall. Der Abfall wird anaerob biologisch abgebaut unter der Erzeugung von Biogas, das in einer Gasturbine in Kombination mit natürlichem Gas verwendet wird. Das vergäerte Material wird dehydriert und der Klärschlamm wird in eine Verbrennungsanlage umgeleitet. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch die-

se Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen, das Strippen von Ammoniak vor der Biogaserzeugung, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0069] WO8400038 beschreibt die Erzeugung von Biogas und entgaste und stabilisierte Düngemittel. Der thermophile Abbau geschieht in einem inneren Reaktor und der mesophile Abbau in einem äußeren Reaktor. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierställen, das Strippen von Ammoniak vor der Biogaserzeugung, die Verhinderung der Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0070] WO8900548 beschreibt die Verwendung von Kalzium-Ionen und Magnesium-Ionen bei der Biogasherstellung. Die Metall-Ionen hemmen die Schaumerzeugung. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierställen, das Strippen von Ammoniak vor der Biogaserzeugung, die Verhinderung von Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0071] WO9102582 beschreibt eine Anlage und ein Verfahren zur Herstellung von Gas und zur Vermeidung der Ausbreitung von schädlichen Verbindungen an die Umgebung durch das Waschen des Gases. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierhäusern bzw. -ställen, das Strippen von Ammoniak vor der Biogaserzeugung, die Verhinderung von Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0072] WO9942423 beschreibt ein Verfahren und eine Anlage zur Erzeugung von Biogas. Fasern und Partikel aus Dung werden kompostiert und der flüssige Anteil wird anaerob vergärt, vom Stickstoff gestrippt. Die Salze des Phosphors und des Kaliums werden für Dünger mittels umgekehrter Osmose verwendet. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierställen, das Strippen von Ammoniak vor der Biogaserzeugung, die Verhinderung der Struvitbildung und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0073] www.igb.fhg.de/Uwbio/en/Manure.en.html beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von Biogas aus Dung. Aus dem entgasten Dung wird der feste Anteil verwendet, um Kompost zu erzeugen. Aus dem flüssigen Anteil wird Stickstoff aufgefangen und als Düngemittel verwendet. Eine Dekanterzentrifuge kann verwendet werden, um die festen Bestandteile von der Mischung zu trennen. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierställen, das Strippen von Ammoniak vor der Biogaserzeugung, die Verhinderung von Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0074] <http://riera.ceeeta.pt/images/ukbio/mass.htm> beschreibt eine Erzeugung von Biogas mittels anaerobem Abbau. Eine Dekanterzentrifuge kann in dem System verwendet werden. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierställen, das Strippen von Ammoniak vor der Biogaserzeugung, die Verhinderung von Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0075] www.biogas.ch/f+e/memen.htm beschreibt Möglichkeiten um eine Mischung von festen Bestandteilen zu reduzieren. Ein rotierender Scheibenreaktor, ein Festfilmreaktor, Ultrafiltration und umgekehrte Osmose werden erwähnt. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung mit z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierställen, das Strippen von Ammoniak vor der Biogaserzeugung, die Verhinderung von Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0076] www.biogas.ch/f+e/grasbasi.htm beschreibt den anaeroben Abbau von Silageenergiepflanzen und Dung unter der Erzeugung von Biogas. Zwei Prozesse werden beschrieben: 1. Die Silage-Energiepflanzen werden in 1–3 cm-Stücke geschnitten und zu einem flüssigen Anteil geleitet, der den Dung enthält. Die Mi-

schung wird bei 35°C vergärt. 2. Eine Trockenvergärung von Dung und Silage-Energiepflanzen ohne das Hinzufügen von weiterer Flüssigkeit. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierställen, das Strippen von Ammoniak vor der Biogaserzeugung, die Verhinderung von Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0077] www.biogas.ch/f+e/2stede.htm beschreibt die Erzeugung von Biogas. Der organische Abfall wird hydrolysiert und in einer rotierenden Siebtrommel angesäuert, aus der der flüssige Anteil fortlaufend zum anaeroben Abbau geleitet wird zur Erzeugung von Biogas. Eine Anzahl von Aspekten der Erfindung wird durch diese Referenz nicht beschrieben. Dies gilt unter Anderem für die Vorbehandlung wie z. B. die alkalische Hydrolyse, den Tierschutz in den Tierställen, das Strippen von Ammoniak vor der Biogaserzeugung, die Verhinderung von Struvitbildung usw. und die Verwendung von Biogas durch ein lokales Gaskraftwerk oder durch eine errichtete Pipeline für Erdgas.

[0078] EP 1 021 958 offenbart ein Verfahren zur chemischen Hydrolyse, um BSE- oder andere Prionen zu abzutöten.

[0079] DE 198 09 299 offenbart eine Biogasanlage, die einen Vorbehandlungsreaktor und eine Druckeinheit aufweist, die mit einem Biogasreaktor verbunden ist.

Zusammenfassung der Erfindung

[0080] Die vorliegende Erfindung soll eine neue Art und Weise der Verwendung von Energiepflanzen demonstrieren, nämlich durch anaerobe Co-Vergärung in Biogasanlagen im Rahmen landwirtschaftlicher Betriebe mit Tierdung. Das Verfahren umfasst ebenfalls die Gülletrennung, d. h. die Aufbereitung bzw. Veredelung (refinement) von Nährstoffen im Tierdung.

[0081] Die Erfindung kann auch dazu verwendet werden, Tierkadaver, Fleisch- und Knochenmehl usw. mit Tierdung/Energiepflanzen zu co-vergären und dadurch einen Weg bereitzustellen, Tierkadaver usw. zu entsorgen, und dabei gleichzeitig die Herstellung von Düngemitteln zu erleichtern, die aus der Zufuhr der Tierreste zusammen mit den Pflanzen, der Gülle usw. hergestellt werden.

[0082] Der Verfahrensaufbau ermöglicht es, jährliche Futterpflanzen wie z. B. Rüben, Mais oder Klee gras zu verwenden, alles Pflanzen mit einem höheren Trockenmassegehalt pro Hektar als Korngetreide. Die Futterpflanzen sind auch nützlich als "Grünpflanzen" und bei Fruchtwechseln. Durch das vorliegende Konzept soll dadurch das Energiepotential demonstriert werden, wenn die vorgesehene landwirtschaftlich genutzte Fläche für die Energiepflanzenproduktion verwendet wird.

[0083] Die zentrale und offensichtliche Vision – unter einer großen Vielzahl von Umständen – ist, dass die auf diesem Konzept basierende Biogaserzeugung in der Zukunft wettbewerbsfähig sein soll verglichen mit der Verwendung von Erdgas und damit wirtschaftlich attraktiv und vorzugsweise nicht subventioniert. Es besteht ebenfalls die Vision, dass die Energieerzeugung einen substantiellen Anteil des dänischen Energieverbrauchs bilden soll, d. h. in der gleichen Größenordnung wie die Verwendung von Erdgas (etwa 150 PJ jährlich). Hinzuzufügen zu diesem Effekt sind die Vorteile hinsichtlich der Umwelt, des Tierschutzes und der Lebensmittelsicherheit.

[0084] Parsby hat ein Energiepotential geschätzt, wenn Energiepflanzen verwendet werden, insbesondere Korngetreide, von 50–80 PJ jährlich. Kurzfristig erfordert dies eine Fläche von 150.000 ha und langfristig eine Fläche von 300.000 ha. Basierend auf einem Trockenmasseertrag von 15 Tonnen pro Hektar bei Rüben einschließlich der Blätter, die in Biogasanlagen zu vergären sind, wird das Energiepotential etwa 100 PJ jährlich. Die Energie von co-vergärem Dung soll dazu hinzuaddiert werden (ungefähr 25 PJ). Mit den neuen Rübensorten können die Erträge an Trockenmasse die derzeitigen Werte wesentlich übertreffen, d. h. Erträge in der Größenordnung von 25 Tonnen pro Hektar.

[0085] Der Kern der Erfindung ist eine Kombination von Verfahren, die eine erhöhte Biogaserzeugung, die Strippung von Ammoniak und eine nachfolgende optionale weitere Verwendung und Verarbeitung der vergärten und gestripten Reste (des Schlammwassers) erlaubt. Das Verfahren der Erfindung ist in Anspruch 1 definiert.

[0086] Es ist charakteristisch, dass der Kern der Erfindung es erlaubt, weitere einfache und robuste Prozesse in den Kern der Erfindung zu integrieren. Eine einfache und robuste Energieerzeugungsanlage mit herausragenden Energie- und wirtschaftlichen Leistungen verglichen mit herkömmlichen Anlagen wird erreicht. Die Energieerzeugungsanlage ist des Weiteren in die Betriebsführung der Tierhäuser bzw. -ställe und der landwirtschaftlich genutzten Fläche integriert. Deshalb bilden eine Anzahl von Aspekten die Erfindung. Die Energieerzeugungsanlage ist in Anspruch 82 definiert.

[0087] In einer ersten bevorzugten Ausführungsform kann die Erfindung angewendet werden, um Infektionen und die Verbreitung von tierischen mikrobiischen und parasitischen Krankheitserregern wie z. B. Campylobacter, Salmonellen, Yersinia, Akaris und ähnlichen mikrobiischen und parasitischen Organismen in die Luft und auf landwirtschaftlich genutzte Fläche zu bekämpfen. Die menschliche Bedrohung, infiziert zu werden, wird dadurch reduziert, wenn nicht sogar eliminiert.

[0088] In einer zweiten bevorzugten Ausführungsform kann die Erfindung angewendet werden, um BSE-Prionen zu reduzieren, die in Dung, Futter, Schlachthausabfall, Fleisch- und Knochenmehl usw. enthalten sind. Dies wird durch eine Kombination aus Vorbehandlung und Vergärung erreicht. Als Teil dieses Aspektes stellt die vorliegende Erfindung eine Möglichkeit zur Verarbeitung von Tierkadavern, Schlachthausabfällen usw. zur Verfügung, die die Ausnutzung von in den Tierkadavern enthaltenen Nährstoffen als Düngemittel ermöglicht. Die Reduktion und/oder Abtötung von BSE-Prionen während des Verfahrens der Erfindung, die in Tierkadavern, Fleisch- und Knochenmehl usw., aber auch in Dung, Futter, Schlachthausabfall usw. enthalten sind, ist eine Voraussetzung für diese Art der Verarbeitung des Abfalls. Dies wird erfindungsgemäß durch eine Kombination aus Vorbehandlung und Vergärung erreicht. Dieses Verfahren ist eine Alternative zum derzeitigen Verfahren (das jedoch nun derzeit durch die EU-Kommission verboten wurde), Tierkadaver in zentralen Anlagen zu verarbeiten und verschiedene Produkte wie z. B. Fleisch- und Knochenmehl herzustellen, die hauptsächlich als Tierfutter verwendet werden.

[0089] In einer dritten bevorzugten Ausführungsform kann die Erfindung angewendet werden, um die Hauptnährstoffe Stickstoff (N) und Phosphor (P) aus dem Tierdung zu abzutrennen und die Nährstoffe zu Düngemittelprodukten von handelsüblicher Qualität zu veredeln.

[0090] In einer vierten bevorzugten Ausführungsform kann die Erfindung angewendet werden, um große Mengen von Biogas aus einem weiten Bereich von organischen Substraten einschließlich aller Arten von Tierdung, Energiepflanzen, Pflanzenrückständen und anderen organischen Abfällen zu erzeugen.

[0091] In einer fünften bevorzugten Ausführungsform kann die Erfindung angewendet werden, um optimalen Tierschutz und Gesundheit zu gewährleisten, wenn Tiere in den Tierställen untergebracht sind, wobei gleichzeitig die Staub- und Gasemissionen von z. B. Ammoniak reduziert werden. Dies wird erreicht durch das Spülen oder Rückführen von Schlammwasser durch die Tierställe.

[0092] In einer sechsten bevorzugten Ausführungsform kann die Erfindung angewendet werden, um von dem kompletten Bereich an den Vorteilen zu profitieren, die mit den verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung verbunden sind.

[0093] In weiteren bevorzugten Ausführungsformen kann eine beliebige Kombination der Kernerfindung mit irgendeiner oder mehreren der anderen erwähnten Ausführungsformen von Vorteil sein.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0094] [Fig. 1](#) offenbart eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In dieser Ausführungsform wird Dung, vorzugsweise in Form einer Gülle, der in einem Haus oder Stall (1) zur Tierzucht einschließlich Nutztieren wie z. B. Schweine, Rinder, Pferde, Ziegen, Schafe; und/oder Geflügel einschließlich Hühner, Puten, Enten, Gänse und dergleichen erzeugt wurde, zu entweder einem ersten Vorbehandlungsbehälter (2) oder einem zweiten Vorbehandlungsbehälter (3) geleitet.

[0095] Die Arbeitsprinzipien sind, dass der Dung, vorzugsweise in Form einer Gülle einschließlich in einer Ausführungsform Wasser wie z. B. Schlammwasser, das zur Reinigung des Hauses oder des Stalls verwendet wird, in den ersten Vorbehandlungsbehälter geleitet wird, der einen Austreibungs- bzw. Stripperbehälter (stripper tank) aufweist, wo Ammoniak mittels des Hinzufügens von z. B. CaO und/oder Ca(OH)₂ in den Austreibungsbehälter gestrippt wird. Das Hinzufügen von CaO und/oder Ca(OH)₂ zur Aufschlammung kann jedoch auch vor dem Hineingeben der Aufschlammung in den ersten Behandlungsbehälter oder Austreibungs- bzw.

Stripperbehälter stattfinden.

[0096] Zur gleichen Zeit wie das Hinzufügen von CaO und/oder Ca(OH)_2 oder zu einem späteren Zeitpunkt ist der Vorbehandlungsbehälter, der den Austreibungsbehälter aufweist, der Strippung und/oder der Erhitzung ausgesetzt, und der gestrippte Stickstoff oder Ammoniak wird vorzugsweise vor dem Speichern in einem getrennten Behälter (11) absorbiert. Der gestrippte Stickstoff einschließlich des Ammoniaks wird vorzugsweise zu einer Säule in dem Austreibungsbehälter, der in dem ersten Behandlungsbehälter enthalten ist, absorbiert, bevor er in den abgetrennten Behälter zur Speicherung geleitet wird.

[0097] Durch mikrobiische Organismen während der anaeroben Vergärung schwer zu vergärende organische Materialien werden vorzugsweise in einem zweiten Vorbehandlungsbehälter (3) vorbehandelt, bevor sie in den ersten Vorbehandlungsbehälter (2) geleitet werden, der den Austreibungsbehälter wie hierin oben beschrieben aufweist. Solche organischen Materialien weisen typischerweise signifikante Mengen von z. B. Zellulose und/oder Hemizellulose und/oder Lignin auf, z. B. mehr als 50% (w/w) Zellulose und/oder Hemizellulose und/oder Lignin pro Trockengewicht an organischem Material wie z. B. Stroh, Erntepflanzen, einschließlich Korn, Pflanzenabfällen und anderen festen organischen Materialien. Stickstoff einschließlich Ammoniak wird nachfolgend aus dem vorbehandelten organischen Material gestriipt.

[0098] Sowohl in dem ersten als auch in dem zweiten Vorbehandlungsbehälter wird die Aufschlammung einer thermischen und alkalischen Hydrolyse unterzogen. Die Temperatur und/oder der Druck ist jedoch in signifikanter Weise höher im zweiten Vorbehandlungsbehälter, der deshalb vorzugsweise als ein geschlossenes System gestaltet ist, das geeignet ist, hohe Drücke auszuhalten.

[0099] Schließlich wird die Aufschlammung, nachdem sie einer hierin oben beschriebenen Vorbehandlung unterzogen wurde, vorzugsweise in mindestens einen thermophilen Reaktor (6) und/oder mindestens einen mesophilen Biogasreaktor (6) geleitet. Die Aufschlammung wird nachfolgend anaerob in den Reaktoren vergärt begleitet, von der Erzeugung von Biogas d. h. Gas, das aus hauptsächlich Methan besteht, das optional einen kleineren Anteil an Kohlendioxid aufweist. Der/die Biogasreaktor(en) bildet/bilden vorzugsweise einen Teil einer Energieanlage zur verbesserten Erzeugung von Energie aus dem organischen Materials substrat.

[0100] Das Biogas kann zu einer Gasmaschine umgeleitet werden, und die von dieser Maschine erzeugte Energie kann verwendet werden, um den Austreibungsbehälter zu erhitzen. Das Biogas kann jedoch ebenfalls in ein kommerzielles Biogaspipelinesystem geleitet werden, das private und industrielle Verbraucher versorgt.

[0101] Die Rückstände der anaeroben Vergärung, noch in der Form einer Aufschlammung mit Feststoffen und Flüssigkeiten, werden in einer bevorzugten Ausführungsform vorzugsweise in mindestens eine Dekanterzentrifuge (7) zur Trennung der Feststoffe und der Flüssigkeiten geleitet. Ein Resultat dieser Trennung ist ein mindestens halbfester Anteil, der fast ausschließlich P (Phosphor) aufweist, sowie ein mindestens halbfester Anteil, der vorzugsweise mindestens mehr als 50% (w/w) Phosphor aufweist (12). Im selben Schritt (7) oder in einem weiteren Dekanterzentrifugen-Trennungsschritt (8) erhält man ebenfalls einen mindestens halbfesten Anteil, der vorzugsweise fast ausschließlich K (Kalium) aufweist, sowie einen mindestens halbfesten Anteil, der vorzugsweise mehr als 50% (w/w) an Kalium (13) aufweist. Diese Anteile, vorzugsweise in der Form von Granulaten, die man nach einem Trocknungsschritt erhält, einschließlich eines Sprühtrocknungsschrittes oder eines Schlamm Trocknungsschrittes, weisen vorzugsweise Phosphor und/oder Kalium in handelsüblich zulässigen Reinheiten auf, die einfach für marktübliche Düngemittel (10) verwendbar sind. Solche Düngemittel können auf Pflanzen oder landwirtschaftlich genutzte Fläche aufgebracht werden. Die Flüssigkeiten (9), die sich ebenfalls aus dem Dekanterzentrifugen-Trennungsschritt ergeben, wie z. B. Schlammwasser, können auch auf landwirtschaftlich genutzte Flächen geleitet werden, sie können zurück zu dem Stall oder Tierhaus geleitet werden oder in ein Klärschlammbehandlungssystem.

[0102] In einer weiteren Ausführungsform kann der erste Vorbehandlungsbehälter mit organischem Material beliefert werden, das aus Silobehältern (4) stammt, die vergärbare organische Materialien aufweisen. Die Einleitung von solchen organischen Materialien in den ersten Vorbehandlungsbehälter kann einen Schritt aufweisen, der eine anaerobe Vergärung beinhaltet wie z. B. einen thermophilen Vergärungsbehälter, der in der Lage ist, Gase aus der Silage zu entfernen. Zusätzlich können Stroh und z. B. Pflanzenabfälle, die von landwirtschaftlich genutzten Flächen (5) stammen, ebenfalls in Ställe oder Tierhäuser und später in den ersten und/oder zweiten Vorbehandlungsbehälter geleitet werden.

[0103] [Fig. 2](#) veranschaulicht eine Ausführungsform im Wesentlichen wie in [Fig. 1](#) beschrieben, jedoch mit dem Unterschied, dass lediglich Phosphor (P) auf die Dekanterzentrifugen-Trennung folgend aufgefangen

wird, und das Wasser in Form von Schlammwasser in einem getrennten Behälter zur weiteren Reinigung aufgefangen wird, einschließlich der weiteren Entfernung von Stickstoff, der Entfernung von Gerüchen und des Hauptteils der verbleibenden Feststoffe. Dies kann z. B. durch anaerobe Vergärung durchgeführt werden. Kalium (K) kann in dieser Stufe ebenfalls von den Flüssigkeiten herausgetrennt werden.

[0104] [Fig. 3](#) stellt eine Ausführungsform dar, die einen vereinfachten Ansatz für das kombinierte Biogas- und Klärschlammabtrennungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung aufweist. In dieser Ausführungsform werden keine Biogas-Gärbehälter verwendet, und die aus der Vorbehandlung in den Vorbehandlungsbehältern eins (2) und/oder zwei (3) resultierenden Feststoffe werden der Dekanterzentrifugen-Trennung (4 und 5) unterzogen, gefolgt von der Strippung von Stickstoff einschließlich Ammoniak und dessen Auffangen in einem getrennten Behälter (8). Man erhält abgetrennte und mindestens halbfeste Anteile, die Phosphor und Kalium aufweisen (9 und 10).

[0105] [Fig. 4](#) stellt eine Ausführungsform dar, wobei das Kalium (K) nicht nachfolgend auf die Dekanterzentrifugen-Trennung wie für die in [Fig. 3](#) gezeigte Ausführungsform beschrieben getrennt wird. Die weitere Trennung von Kalium aus dem nachfolgend aufgefangenen Schlammwasser ist jedoch möglich.

[0106] Die [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) veranschaulichen eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems. Die einzelnen Bestandteile sind hierin im Detail beschrieben.

[0107] Weitere bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend in größerem Detail beschrieben.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0108] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anzahl von Einzelaspekten, wie sie nachfolgend hierin beschrieben sind.

Der erste Aspekt (Abwasserreinigung)

[0109] Der erste Aspekt umfasst ein System, das aus einer ersten Einrichtung, einem Haus oder einem Stall für die Aufzucht von Tieren einschließlich Nutztieren wie z. B. Schweine und Rinder, und/oder einer zweiten Einrichtung hauptsächlich zum Strippen von Ammoniak und zur Vorbehandlung des Substrats und/oder einer dritten Einrichtung besteht, hauptsächlich einer Energieanlage zur verbesserten Herstellung von Energie aus dem Substrat.

[0110] Das System kann vorzugsweise aus einem Tierstall und einem Austreibungs- bzw. Stripperbehälter und einem Biogasreaktor bestehen. Zusätzliche Bestandteile können eine Vorrichtung zum Hinzufügen von CaO oder Ca(OH)₂ zu der Aufschlämmung, eine Absorptionssäule, die auf der Basis von z. B. Schwefelsäure betrieben wird, einen Speicherbehälter für das Ammoniakkonzentrat und einen Speicherbehälter für die vergäerte Aufschlämmung umfassen.

[0111] Das hergestellte Biogas kann wünschenswerterweise für die Erzeugung von Strom und Wärme in einer Gasmaschine und einem Gasgenerator verwendet werden, wobei der Strom vorzugsweise an ein Netz verkauft wird und die Wärme vorzugsweise zum Erhitzen z. B. der Aufschlämmung und/oder der Tierhäuser bzw. -ställe verwendet wird. Die Energieanlage gemäß der Erfindung weist eine hervorragende Leistung hinsichtlich der Energieerzeugung pro Einheit Substrat auf, das in der Anlage behandelt wird. Die herausragende Leistung wird durch eine Kombination der Vorbehandlung des zu vergärenden Substrates, ob Tierdung oder andere organische Substrate, mit dem Strippen von Ammoniak aus dem Substrat vor der anaeroben Vergärung erzielt.

[0112] Die mit der vorliegenden Erfindung verbundenen Vorteile werden nachfolgend in größerem Detail hierin beschrieben. Ein zentraler Aspekt des Aspekts der Abwasserreinigung der Erfindung ist eine Vorbehandlung, die – alleine oder in Kombination – eine Anzahl von einzelnen Vorbehandlungsschritten aufweist, die nachfolgend im Detail beschrieben werden: Die Vorbehandlung des Klärschlammes bzw. der Aufschlämmung, die auf die Entfernung aus den Tierställen erfolgt, kann einen beliebigen oder mehrere der folgenden Schritte umfassen: 1) Ammoniakstrippung, 2) Hydrolyse von organischer Masse, 3) Aufreinigung der Aufschlämmung, 4) Reduzierung der Schaumbildung, 5) Flokkulation, 6) Präzipitation von Phosphor und 7) Verhinderung der Struvit-Bildung.

[0113] Die Arbeitsprinzipien bestehen darin, dass die Aufschlämmung von der ersten Einrichtung zu einem

Austreibungs- bzw. Stripperbehälter geleitet wird, wo Ammoniak mittels des Hinzufügens von CaO oder Ca(OH)_2 , Strippung und Wärme gestrippt wird, und in einer Säule absorbiert wird, bevor sie in einem Behälter gespeichert wird. Gleichzeitig wird die Aufschlammung einer thermischen und alkalischen Hydrolyse unterzogen, vorzugsweise durch die Verwendung eines Kalkkochers. Schließlich wird die vorbehandelte Aufschlammung zu der dritten Einrichtung geleitet, die aus einem oder zwei thermophilen/mesophilen Biogasreaktoren besteht, wo die Aufschlammung anaerob unter der Erzeugung von Biogas vergärt wird, d. h. Gas, das hauptsächlich aus Methan mit einem kleineren Anteil von Kohlendioxid besteht. Das Biogas wird zu einer Gasmaschine geleitet und die Hitze von dieser Maschine wird verwendet, um den Austreibungs- bzw. Stripperbehälter zu erhitzen. Der erzeugte Strom wird an das Netz verkauft.

[0114] Da Stroh und möglicherweise auch Sägespäne einen signifikanten Anteil der Tiefstreu von Rinder- und Geflügelhaltungen bilden, gibt es einen Bedarf an einer speziellen Vorbehandlung dieses Dungs vor einer optimalen Verwendung als Substrat zur Methanherstellung in Biogasanlagen. Das Kochen mit Kalk unter Druck stellt ein bevorzugtes Vorbehandlungsverfahren in dieser Hinsicht dar. Durch diese Technologie behandelte Tiefstreu kann damit für die Methanerzeugung in einer effektiveren Weise verfügbar gemacht werden und eine erhöhte Biogaserzeugung ergeben. Zusätzlich wird sichergestellt, dass Harnsäure und Harnstoff zu Ammoniak zerfallen und dass Proteine und andere Substanzen gelöst werden. Es wird hierdurch gewährleistet, dass der anorganische Stickstoff von Tiefstreu in dem Stickstoffkonzentrat durch den Ammoniakstrippungsprozess aufgefangen werden kann.

[0115] Die Verfügbarkeit des Stickstoffs in der Tiefstreu und in dem Geflügeldung für landwirtschaftliche Pflanzen wird dadurch wesentlich erhöht. Es wird geschätzt, dass die potentielle Nutzungseffektivität auf etwa 90% gesteigert werden kann, wie es für die anderen Dungarten der Fall ist, die in der Biogas- und Klärschlammungsabtrennungsanlage gemäß der vorliegenden Erfindung der Fall ist.

[0116] Alternativ kann es zweckdienlich sein, den Geflügeldung in dem ersten thermo- oder mesophilen Reaktor zu vergären, bevor man ihn zum Austreibungs- bzw. Stripperbehälter weiterleitet. Dies hängt von der Qualität des Dungs ab und davon, bis zu welchem Grad die Harnsäure aufgrund der beiden unterschiedlichen Behandlungen zerfällt. Die nach einiger Arbeitszeit der Anlage gewonnene Erfahrung soll dies klären. Es ist wichtig, die Vielseitigkeit der Anlage zu betonen, die es erlaubt, dass alle Arten von Dung und Energiepflanzen verarbeitet werden.

[0117] Die technische Konstruktion ist relativ einfach, da ein Schneckenförderer, der mit einem Mazerator ausgestattet ist, alle aus rostfreiem und säurefestem Stahl hergestellt, die Biomasse in einen Kalkkocher befördert, wo die Masse durch eine Dampfeinspritzung auf 180–200°C erhitzt wird. Der Druck erhöht sich auf 10–16 bar während der 5–10 Minuten, die zur Behandlung der Masse notwendig sind.

[0118] Die zu konstruierende Einheit soll geeignet sein, Temperaturen und Drücke im Temperaturintervall von 100–200°C zu erzeugen. Hierbei ist es möglich, die Behandlung auf unterschiedliche in der erfindungsgemäßen Anlage zu vergärende Biomassen einzustellen unter gebührender Berücksichtigung des Energieverbrauchs, der Teerbildung und der technischen Parameter.

[0119] Schaumbildung stellt ein allgemeines Problem in Biogasanlagen dar. Eine bevorzugte Auswahl zur Kontrolle der Schaumbildung in Biogasanlagen, insbesondere, wenn sie mit großen Mengen von Biomasse von z. B. Energiepflanzen beschickt wird, ist Rapsöl, das zusätzlich zum Effekt der Schaumkontrolle auch ein Substrat zur Methangasbildung darstellt. Kalziumionen sind ebenfalls sehr wirksam bei der Steuerung des Schaums so wie auch viele Salze. Eine bevorzugte Schaumsteuerungsmaßnahme der vorliegenden Erfindung ist Ca(OH)_2 und/oder CaO zusätzlich zu seinen früher erwähnten anderen Wirkungen. Die Ergänzung des Klärschlammes mit Kalziumionen betrachtet man ebenfalls als stimulierend für die Flockenbildung und die bakterielle Adhäsion an organische Partikel und damit für die Leistung der anaeroben Vergärung.

[0120] Demgemäß können, wenn eine zusätzliche Schaumregelung und/oder Flokkulation in dem Verfahren aufgrund einer sehr hohen Gasproduktion erforderlich ist, die Gärbehälter direkt mit Kalzium und/oder Rapsöl beliefert werden. Das Hinzufügen von Ca(OH)_2 oder CaO wird ebenfalls zur Präzipitation von Bikarbonaten als CaCO_3 führen. Dies reduziert die CO_2 -Konzentration in der Lösung und in der Gasphase und trägt zur Reduktion der Schaumbildung durch reduzierte Kohlendioxid-Emissionen bei.

[0121] Das Hinzufügen von Ca(OH)_2 oder CaO in Verbindung mit dem Strippen von Ammoniak und der Aufreinigung der Aufschlammung wird ebenfalls zur Präzipitation von Orthophosphaten führen, d. h. gelöstem Phosphor (PO_4^-). Diese Phosphorpartikel können in der Aufschlammung aufgelöst sein sowie auch andere Flo-

cken. Die Verwendung von Kalzium wird auch zu einer begrenzten Reduzierung des chemischen Sauerstoffbedarfs (COD) führen, was bedeutet, dass Kalzium andere Salze als nur das Orthophosphat ausfällt.

[0122] Man ist überzeugt, dass – ungeachtet der chemischen Unterschiede zwischen verschiedenen organischen Abfallprodukten, eine einfache Wärmebehandlung und insbesondere eine Wärmebehandlung in Kombination mit einer alkalischen Hydrolyse zu einem erhöhten Gasertrag führen wird. Des Weiteren ist man der Überzeugung, dass eine Kombination von hohen Temperaturen und hohem pH-Wert während der Vorbehandlung in einer effektiveren Abwasserreinigung des organischen Materials verglichen mit der anaeroben Vergärung alleine resultiert, sei sie thermophil oder mesophil.

[0123] Es sollte angemerkt werden, dass in der gesetzlichen Regelung Nr. 823 des dänischen Ministeriums für Umwelt und Energie dargelegt wird, dass eine kontrollierte Reinigung aus einer Stunde Einwirkzeit bei 70°C besteht. Angesichts dessen ist man der Überzeugung, dass eine Behandlung gemäß der bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung, die aus einer Woche Einwirkzeit bei 70°C vor zwei darauf folgenden anaeroben Vergärungen (thermo- oder mesophil) besteht, vollständig alle bekannten veterinären und/oder menschlichen mikrobiischen und Zoonose-Erreger abtötet. Vorzugsweise werden BSE-Prionen ebenfalls abgetötet oder zumindest in ihrer Anzahl erheblich reduziert.

[0124] Das Gesamtergebnis ist, dass alle infektiösen Organismen in der Aufschlammung eliminiert werden und sich dadurch nicht in der Umwelt verbreiten, wenn der Dung auf landwirtschaftlich genutzte Fläche eingebracht wird. Dies ermöglicht es ebenso, die erste Einrichtung (die Tierställe) mit der vergärten Aufschlammung durchzuspülen, um die Schweineställe usw. sauber zu halten. Kreuzinfektionen unter Tieren werden dadurch verhindert. Es erlaubt auch die weitere Verwendung von Wasser, um die Tiere und Ställe, Luftauslässe usw. zu waschen bzw. zu spülen mit den Auswirkungen der Verhinderung von Luftemissionen von Geruch, Staub und infektiösen Erregern. Dies ist möglich, da die Aufschlammung mit zusätzlichem Wasser nicht bis hin zu Zeiträumen gespeichert werden soll, in denen eine Ausbringung auf landwirtschaftlich genutzte Fläche erlaubt ist. Die Aufschlammung ohne Stickstoff kann auf das Land über das ganze Jahr hinweg ausgebracht werden.

[0125] Im ersten Aspekt ist es jedoch die Vorbehandlung und dadurch die Sterilisierung der Aufschlammung, die vorzuziehen ist, um ein nachfolgendes Ausbringen auf landwirtschaftlich genutzte Flächen zu ermöglichen.

[0126] Es wird klar, dass die vorliegende Erfindung eine Vielzahl von unterschiedlichen Ausführungsformen betrifft, die einzeln oder in Kombination selbst patentierbare Erfindungen darstellen. Der nachfolgende Abschnitt enthält eine Beschreibung von verschiedenen Einzelteilen (Bestandteilen) einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Ein Überblick über die Bestandteile ist in den [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) gegeben.

[0127] Es versteht sich, dass die ausgewählten Bestandteile die Grundlage für andere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung bilden können. Die Erfindung soll keineswegs auf die Kombination der gesamten Liste von Bestandteilen, die hierin nachfolgend beschrieben sind, beschränkt sein. Es wird aus der Beschreibung deutlich, wenn andere Ausführungsformen der Erfindung lediglich einige der hierin nachfolgend beschriebenen Bestandteile betreffen. Nicht einschränkende Beispiele von solchen Ausführungsformen umfassen Vorrichtungen zur Konzentration von N (Stickstoff) und/oder P (Phosphor) und/oder K (Kalium); Energieerzeugung basierend auf den Bestandteilen eines Austreibungs- bzw. Stripperbehälters, eines Kalkkochers und eines Gärbehälters; und den Tierschutz/die Schlammwasserverarbeitung.

[0128] Man wird ebenfalls verstehen, dass die nachfolgenden Ausführungsformen, die – unter Anderem – die Ausführungsformen der Abwasserreinigung betreffen, nicht notwendigerweise alle nachfolgend illustrierten Bestandteile aufweisen müssen. Es versteht sich auch, dass die die Abwasserreinigung betreffenden Ausführungsformen eine Kombination von lediglich einigen der hierin nachfolgend beschriebenen Bestandteile aufweisen.

Tierhäuser bzw. -ställe

[0129] Die Tierhäuser bzw. -ställe (Bestandteil Nr. 1) dienen dazu, eine optimale Lebensmittelsicherheit und Lebensmittelqualität, einen optimalen Tierschutz und Arbeitsbedingungen für das Arbeitspersonal in den Ställen, eine optimale Aufschlammungshandhabung, geeignet als Behandlung in der GreenFarmEnergy-Anlage, und eine Reduzierung der Emissionen an die Außenumgebung auf ein Minimum (Ammoniak, Staub, Geruch, Methan, Di-Stickstoffoxid und andere Gase) bereitzustellen.

[0130] Das Stallsystem kann aus einem oder mehreren Frühlabsatzhäusern bestehen mit einer Gesamtzahl

von 10 Abschnitten, die ausgelegt sind, 250 Lebendeinheiten jährlich zu produzieren. Jeder Abschnitt nimmt z. B. 640 Ferkel (7–30 kg) oder 320 Schlachtschweine (30–98 kg) auf.

[0131] Es kann erwartet werden, dass eine Menge von etwa 10.000 m³ Klärschlamm pro Jahr erzeugt wird. Zusätzlich zu diesem Volumen soll eine Menge von 5–10.000 m³ Brauchwasser durch die Häuser hindurch wiederverwertet werden. Die nachfolgenden Hauptbedingungen sollen vorzugsweise vom Stallsystem erfüllt werden:

- 1) Zwei-Klima-System: Die Schweineställe sollen vorzugsweise als Zwei-Klima-Systeme ausgestaltet sein. Das hintere Ende der Ställe soll mit einer einstellbaren Abdeckung bzw. Decke ausgestattet sein, die den Schweinen eine Möglichkeit bietet, zwischen einer relativ warmen Umgebung unter der Abdeckung bzw. Decke und einer relativ kalten Umgebung im Rest des Stalls auszuwählen. Die Temperaturdifferenz soll im Bereich von 5–10°C liegen.
Wenn die Ferkel ein Gewicht von etwa 30 kg erreicht haben, soll die Abdeckung bzw. Decke dazu verwendet werden, im Allgemeinen kältere Temperaturen in dem Tierstall zu ermöglichen. Die Schweine können sich unter der Abdeckung bzw. Decke warm halten. Durch das Zulassen von kälteren Temperaturen ist es möglich, die Belüftung auch während kälterer Außentemperaturen zu erhöhen.
- 2) Tätigkeit: Den Schweinen wird vorzugsweise Stroh aus einem Automaten angeboten. Das Such- und Grabeverhalten wird dadurch stimuliert, da sie das Stroh aus dem Automaten selbst herauspflücken sollen. Das Stroh dient auch als Energiequelle in der Energieanlage.
- 3) Heizung: Wärme aus der Energieanlage wird vorzugsweise in den Tierställen wiederverwendet. Die Wärme kann von zwei unterschiedlichen Kreislaufsystemen bereitgestellt werden. Eines ist unter der Abdeckung auf 30–35°C angeordnet, das die Schweine mit einem komfortablen Mikroklima versorgt, den Boden trocken hält und das Bakterienwachstum auf dem Boden reduziert. Das zweite liefert Wärme in den gesamten Luftraum in dem Stall über Rohre entlang der Stallwände. Der zweite Kreislauf ist mit der Belüftungssteuerung gekoppelt.
- 4) Duschen: Duschen sind vorzugsweise über den Lattenrosten eingerichtet, die ein Viertel des gesamten Bodenbereiches belegen. Dies motiviert die Schweine, auf die Roste anstatt auf den festen Boden zu koten. Das Duschwasser spült den Dung in die Kanäle, wodurch schlechter Geruch, Ammoniakverluste usw. verhindert werden. Die sauberen festen Böden reduzieren die möglichen Infektionen von Erregern im Dung wie Salmonellen, Lavsonia usw. erheblich.
- 5) Ausspülen: Die Güllekanäle werden vorzugsweise mehrmals am Tag ausgespült. Es wird unterstützt durch Spülen der Kanäle mit Brauchwasser aus der Energieanlage. Die Gülle wird in einen zentralen Kanal über ein Ventil abgeleitet.
- 6) Kanalgestaltung: Die Dungoberfläche wird durch die Verwendung von V-förmigen Kanälen verringert und ein optimales Spülen der Kanäle wird gleichzeitig erreicht. Dies ist entscheidend zur Reduzierung der Emissionen aus den Tierhäusern bzw. -ställen.
- 7) Belüftung: Die Belüftung ist derart gestaltet, dass 20% der Maximalbelüftung nach unten unter und durch die Roste geleitet wird in den zentralen Belüftungsschacht zwischen den doppelten V-Kanälen. In 60–80% des Jahres sind 20% der Maximalbelüftung ausreichend, um eine hinreichende Belüftung bereitzustellen.
- 8) Fütterung: Futternahrungsmittel werden durch eine Nassfüttereinrichtung zur Verfügung gestellt, die Futter ad libitum bereitstellt.

Güllesammelbehälter

[0132] Die Funktion eines Güllesammelbehälters (Bestandteil Nr. 2) ist es, den Klärschlamm bzw. die Aufschlammung von den täglichen Ausspülungen der Tierställe aufzusammeln und als ein Zwischenspeicher vor dem Pumpen in den Hauptaufnahmebehälter zu fungieren. Die Aufschlammung wird in den Sammelbehälter mittels der Gravitation geleitet. Das Volumen kann ein beliebiges geeignetes sein, wie z. B. 50 m³. Der Behälter kann aus Beton hergestellt sein und er kann unter dem Boden in den Tierställen angeordnet sein, so dass die Aufschlammung von den Ställen mittels der Gravitation in den Sammelbehälter geleitet werden kann.

Hauptaufnahmebehälter

[0133] Aufschlammung von dem Sammelbehälter wird vorzugsweise in den Hauptaufnahmebehälter (Bestandteil Nr. 3) gepumpt. Andere Arten von flüssigem Dung/Abfall von anderen landwirtschaftlichen Betrieben/Anlagen können ebenfalls in den Aufnahmebehälter hinzugefügt werden. Alternativen sind Nerzgülle, Rindergülle, Molasse, Vinasse, Silage usw. Diese wird durch Lastwagen zu dem Aufnahmebehälter transportiert und direkt in den Aufnahmebehälter geladen. Das Volumen/die Kapazität ist ein beliebig angemessenes wie z. B. etwa 1.000 m³. Das Niveau in dem Austreibungs- bzw. Stripperbehälter steuert vorzugsweise eine Pumpe, die Gülle aus dem Aufnahmebehälter pumpt. Die Dosierungseinstellung kann manuell oder automatisch

erfolgen. Die Maximalkapazität kann unter den jeweiligen Umständen eine beliebige angemessene sein.

Hinzufügen von CaO

[0134] Wenn die Gülle von dem Aufnahmebehälter 1 in den Austreibungs- bzw. -Stripperbehälter gepumpt wird, wird Kalk zur Gülle hinzugefügt, um den pH-Wert zu erhöhen. Der Kalkzugabeverteiler wird vorzugsweise darauf eingestellt, 30–60 g CaO/kg TS hinzuzufügen. Der Kalk wird vorzugsweise als Pulver hinzugefügt, das von dem Lastwagen in das Silo geblasen werden kann. Das Volumen/die Kapazität des Silos kann z. B. etwa 50–75 m³ sein. Die Dosis von 30–60 g/kg TS entspricht etwa 6–12 kg CaO/Std. mit einer Güllekapazität von 3,5 m³ mit 6% TS.

[0135] Wenn es direkt zur Gülle hinzugefügt wird, (6% TS), beträgt die Kalkdosis etwa 60 g/kg TS Ertrag (etwa 8,8 kg CaO/Std.). Es ist jedoch vorzuziehen, den Kalk direkt in die alkalische Drucksterilisierungs- und Hydrolyseeinheit hinzuzugeben. Wenn der Kalk direkt in die Druckeinheit gegeben wird (die E-Stoffe enthalten 20–70% TS), beträgt die Kalkdosis etwa 30–60 g/kg TS. 60 g/kg d. m. entspricht etwa 342 kg CaO pro Ladung, während 30 g/kg d. m. etwa 171 kg CaO pro Ladung entspricht.

Wiegeeinrichtung

[0136] Die Waage (Bestandteil Nr. 5) soll vorzugsweise die ankommenden E-Stoffe (das Energie enthaltende Material) wiegen. Die Lieferanten spezifizieren vorzugsweise die Stoffart, die an die Anlage geliefert wird, d. h. Tiefstreu, Energiepflanzen usw. der unterschiedlichen Sorten.

[0137] Die Bestimmung soll durch Auswählen des relevanten E-Stoffes an einem Steuerpult erfolgen. Entsprechend der Steuerpultregistrierung der Lieferanten wird das Gewicht der empfangenen E-Stoffe einschließlich Angabe des Stoffes aufgenommen.

[0138] Die Steuerung gibt damit für jeden E-Stoff an (siehe alkalische Hydrolyse):

- Energiepotential
- Die erforderliche Erhitzungszeit
- Die erforderliche Einwirkzeit

Empfangsstation für Tiefstreu und Energiepflanzen

[0139] Die Empfangsstation (Bestandteil Nr. 6) soll Tiefstreu z. B. von Geflügel oder anderen Tieren sowie Energiepflanzen aufnehmen. Die Station ist vorzugsweise ein großes Silo, das mit mehreren Schneckenförderern im Boden ausgestattet ist. Die Lastwagen leeren ihre Ladung an E-Stoffen direkt in das Silo. Das Volumen/die Kapazität kann ein beliebiges angemessenes unter den Umständen sein, wie z. B. eine jährliche Kapazität an E-Stoffen (etwa 51,5% TS) von etwa 9.800 Tonnen. Das Volumen des Silos kann von einigen Kubikmetern bis etwa 100³ reichen, entsprechend einer 3-Tages-Kapazität (65 Std.). Die Materialien sind vorzugsweise Beton/Stahl.

Silo für Energiepflanzen

[0140] Das Silo für Energiepflanzen (Bestandteil Nr. 7) dient dazu, eine Speichereinrichtung für Energiepflanzen bereitzustellen. Die Pflanzen werden vorzugsweise als Silage konserviert. Das Volumen/Kapazität kann z. B. von etwa 5.000–10.000 m³ sein. Das Silo kann ein geschlossener Behälter sein, aus dem Silagesaft aufgefangen und in den Aufnahmebehälter gepumpt wird.

Transport- und Homogenisierungssystem für Tierstreu und Energiepflanzen

[0141] Das Transport- und Homogenisierungssystem (Bestandteil Nr. 8) für Tiefstreu und Energiepflanzen empfängt die E-Stoffe vorzugsweise von den Schneckenförderern im Boden der Empfangsstation. Die E-Stoffe können durch zusätzliche Schneckenförderer zur Kocheinheiten transportiert und gleichzeitig vorzugsweise von einem integrierten Mazerator aufgeweicht werden. Das Volumen/Kapazität kann ein beliebiges unter den Umständen erforderliches sein einschließlich etwa 1,5 m³ E-Stoffe/Std., oder 8.200 t E-Stoffe/Jahr. Die Kapazität des Transport- und Homogenisierungssystems ist vorzugsweise nicht weniger als etwa 30 m³/Std. Drei fundamentale Parameter sollen das Hinzugeben von E-Stoffen steuern. D. h. Volumen, Gewicht pro Volumen und Zeit. Aus diesen Parametern sollen das Volumen pro Zeiteinheit, Zeit und damit das Gesamtvolumen und Gewicht gebildet werden.

[0142] Die alkalische Drucksterilisations- und Hydrolyseeinheit (Bestandteil Nr. 9) soll zu zwei Zwecken dienen, d. h. erstens der Abtötung von mikrobiischen Erregern in den E-Stoffen insbesondere in der Tiefstreu von verschiedenen Geflügel- oder anderen Tiererzeugnissen und zweitens gleichzeitig der Hydrolyse von strukturellen Bestandteilen der Streu, um sie für den mikrobiellen Abbau in den Gärbehältern verfügbar zu machen.

[0143] Die Einheit soll ebenfalls vorzugsweise BSE-Prionen abtöten oder zumindest wesentlich reduzieren, wenn diese in dem in die Anlage eingeführten Abfall vorhanden sind. Derartiger Abfall umfasst Fleisch- und Knochenmehl, Tierfette oder ähnliche Ware aus der Tierverarbeitung, die nicht für den Verzehr verwendet wird.

[0144] Das Füllen des Drucksterilisators wird durch das Transport- und Homogenisierungssystem vorgenommen, das die E-Stoffe in den entsprechenden Behälter gemäß der Art des E-Stoffs transportiert, wie er in der Wiegeeinrichtung definiert wurde.

[0145] Die Druckkocheinheit besteht aus zwei identischen Einheiten, d. h. zwei länglichen rohrartigen horizontalen Kammern mit einer zentralen Schnecke. Die beiden Rohre sind übereinander befestigt, um für ein einfaches Beladen des unteren Rohres zu sorgen. Die Einheiten werden von einem hohlen Umhang auf der nach unten gerichteten Seite abgedeckt. Der Umhang soll Wärme auf die Stoffe vom Dampf unter dem Umhang leiten.

[0146] Kalk wird zur oberen Kocheinheit vom CaO-Silo hinzugefügt, d. h. 342 kg pro Ladung.

[0147] Das untere Rohr empfängt vorgeheizten E-Stoff von der oberen Einheit.

[0148] Die untere Einheit wird in einen kleinen Mischerbehälter geleert, der 25 m³ enthält. Hier werden die E-Stoffe mit Gülle vom Aufnahmebehälter 1 vermischt, die Mixtur wird nachfolgend in den Austreibungs- bzw. Stripperbehälter gepumpt.

[0149] Das CaO-Rohr enthält eine Umführung, so dass CaO direkt in den Mischerbehälter unter den zwei Rohren gegeben werden kann. Die Mischkammer wird zum Mischen von sterilisiertem E-Stoff und roher Gülle vom Aufnahmebehälter verwendet, um eine homogene Biomasse bereitzustellen und um die Wärme der E-Stoffe wieder zu verwenden.

[0150] Die zentralen Prozessparameter sind Trockenmassegehalt der E-Stoffe, Temperatur, Druck und pH-Wert. Aus einem weiten Bereich von möglichen Kombinationen besteht die optimale Parametereinstellung aus einer Temperatur von 160°C, einem Druck von 6 bar, einem Trockenmassegehalt von etwa 30% sowie einem pH-Wert von etwa 12.

[0151] Die Einwirkzeit in der Sterilisatoreinheit besteht aus verschiedenen Phasen: 1. Einfüllzeit; 2. Vorheizzeit im oberen Rohr; 3. Heizzeit im unteren Rohr; 4. Einwirkzeit bei ausgewählter Temperatur und ausgewähltem Druck; 5. Druckablasszeit; 6. Entleerungszeit und 7: CIP-Zeit.

[0152] Die Einfüllphase besteht aus der Zeit, die erforderlich ist, um die E-Stoffe in den Drucksterilisator zu transportieren und sie mit der hinzugegebenen Aufschlammung zu vermischen. Die Einfüllzeit soll etwa 10 min betragen. Nach dem Einfüllen der E-Stoffe soll auf 160°C bei 6 bar erhitzt werden. Das Vorheizen findet in dem oberen Rohr statt und das finale Heizen im unteren Rohr. Die Heizzeit beträgt erwartungsgemäß etwa 30–40 min.

[0153] Die Einwirkzeit bei der gewünschten Temperatur und Druck soll etwa 40 min (bei 160°C und 6 bar) betragen.

[0154] Die Druckentlassungszeit beträgt etwa 10 min. Der Druck wird in den Austreibungs- bzw. Stripperbehälter entlassen.

[0155] Das Entleeren wird durch das in Betrieb setzen der Schneckenförderer erreicht.

[0156] CIP-Zeit. Eine Reinigung wird bei Gelegenheit durchgeführt, ist im Allgemeinen nicht notwendig.

[0157] Das Volumen des Druckkochers beträgt 10 m² pro Einheit, und der Füllgrad beträgt ungefähr 75–90%.

Das Volumen des Mischcontainers beträgt 25 m³.

[0158] Ein Beispiel von Betriebsbedingungen ist nachfolgend dargestellt.

	Bereich	Ausgewählt	Einheit
TS	10-30	30	% des Gesamtgewichts
Temperatur	120-160	160	°C
Druck	2-6	6	bar
pH-Wert	10-12	12	pH

[0159] An dem (Steuer-)Pult für die Lieferanten, wo die E-Stoffe registriert werden, soll vorzugsweise das Nachfolgende für die Steuerung der Sterilisierungseinheit definiert werden: Gewicht, Volumen und Art des E-Stoffs. Es ist dadurch möglich, für jeden zu dem Druckkocher transportierten E-Stoff zu definieren:

- Energiepotential für jeden E-Stoff
- Notwendige Heizzeit
- Notwendige Einwirkzeit
- Notwendige Mischzeit mit der Aufschlammung
- Notwendiger Energieeinsatz je nach E-Stoff
- Füllgrad, Signal von Radar-/Mikrowellenmessgerät
- Empirisch basierte Werte je nach Sichtbeobachtung durch den Bediener

Mischbehälter für drucksterilisierte E-Stoffe und Rohaufschlammung

[0160] Folgend auf die Sterilisation und die Hydrolyse in der Druckeinheit wird zugelassen, dass sich die behandelte Biomasse in einem Mischbehälter (Bestandteil Nr. 10) ausdehnt, der vorzugsweise unter der Druckeinheit angeordnet ist. Überdruck (Dampf) wird in den Austreibungsbehälter entlassen, um Ammoniak aufzufangen und Wärme auf die Biomasse im Austreibungsbehälter vor der Expansion in den Mischbehälter zu übertragen.

[0161] Der Zweck des Mischbehälters ist es, kalte rohe Aufschlammung aus dem Aufnahmebehälter mit heißem sterilisiertem E-Stoff zu mischen, um eine Wärmeübertragung (Wiederverwendung der Wärme) zu erhalten und um die beiden Stoffe zu vermischen.

[0162] Das Volumen/Kapazität beträgt z. B. 25 m³. Ein beliebiges geeignetes Material einschließlich isolierter Glasfaser kann verwendet werden. Die Arbeitstemperatur beträgt typischerweise etwa 70–95°C.

Behälter für flüssige Biomasse

[0163] Die in dem Behälter für flüssige Biomasse (Bestandteil Nr. 11) enthaltene flüssige Biomasse soll verwendet werden, um eine ausreichende Biogaserzeugung während der Anlaufphase der gesamten Anlage zu gewährleisten. Sie kann jedoch ebenfalls bei Gelegenheit verwendet werden, wenn solche flüssige Biomasse verfügbar ist. Flüssige Biomasse umfasst z. B. Fischöl und tierische oder pflanzliche Fette. Vinasse und Molasse kann ebenfalls verwendet werden, dies wird jedoch aufgrund des relativ hohen Wassergehalts und dem dadurch niedrigen potentiellen Energiegehalt pro Kilogramm Produkt nicht bevorzugt.

[0164] Das Volumen/die Kapazität beträgt typischerweise etwa 50 m³ und ein geeignetes Material für den Behälter ist rostfreier Stahl (Edelstahl). Die Inhalte des Behälters sind vorzugsweise Flüssigkeiten und Feststoffe mit einer Partikelgröße von maximal 5 mm. Ein Umrühr- sowie ein Erhitzungssystem zur Temperaturregelung wird vorzugsweise bereitgestellt sowie (eine) Fütterpumpe(n) zu dem/den Gärbehälter(n). Die Temperatur soll vorzugsweise mindestens 75°C betragen, so dass ölige oder fette Biomasse in den/die Gärbehälter gepumpt werden kann.

Austreibungs- und Reinigungsbehälter

[0165] Der Austreibungs- und Reinigungsbehälter (Bestandteil Nr. 12) empfängt vorzugsweise die folgenden Stoffe:

- Aufschlammung vom Aufnahmebehälter 1 und/oder

- E-Stoffe vom Druckkocher und/oder
- Möglicherweise flüssige Biomasse vom Flüssigbiomassebehälter und/oder
- Schlammwasser vom Dekanter oder möglicherweise nach Kaliumabtrennung.

[0166] Der Zweck des Behälters ist es, die in dem Druckkocher verwendete Hitze durch Aufheizen der Aufschlammung aus dem Aufnahmebehälter 1 erneut zu generieren, die E-Stoffe mit der Aufschlammung zu mischen und damit eine homogene Zufuhr zu den Gärbehältern zu erzeugen, den pH-Wert vor der Zuführung zu den Gärbehältern zu steuern und die Aufschlammung zu reinigen.

[0167] Der Austreibungs- und Reinigungsbehälter strippt den Ammoniak, Schritt I, und das Gas wird zu einer Absorptionssäule geleitet, die dem finalen Strippungsprozess gemeinsam ist, Schritt II. Mikrobiische Erreger werden abgetötet und die Stoffe/Aufschlammung werden zur anaeroben Vergärung vorbereitet.

[0168] Eine derzeitig bevorzugte Form des Austreibungs- und Reinigungsbehälters ist:

Unten/Boden

- Mit isoliertem Betonkegel, abwärts in einem Winkel von 20° gerichtet
- Beeinträchtigt Rühren/Sand wird vom Boden entfernt oder gemäß des Mammutpumpsystems
- Ein Sandfilter wird im Boden angeordnet, der durch eine externe Rohrverbindung geleert werden kann. Es wird ebenfalls möglich sein, den Behälter durch den Filter zu leeren.

Oben/Decke

- Mit Kegelkonstruktion aus Sandwich isoliertem Isophtal-basiertem Polyester (gekapselter Schaum). Der Kegelwinkel beträgt etwa 10°.
- Montierte Wassersprühanlage, um die Erzeugung von Schaum aus dem Umrührprozess und dem Verfahren im Allgemeinen zu vermeiden.
- Ein langsam laufendes Umrührsystem wird oben auf dem Kegel angeordnet, um die optimale Homogenisierung, die optimale Verdampfung des Ammoniaks und die optimale Wärmeverteilung in den Stoffen zu gewährleisten.
- Der Ammoniak wird durch feuchte Luft in einem Rohr zur Absorbierereinheit transportiert.

Seite/Wand

- Mit Zylinderkonstruktion aus Sandwich-isolierten Isophtal-basierten Polyestern (gekapselter Schaum).
- Etwa 600 m 5/4"-Heizrohre montiert in einer Zylinderringform innerhalb des Behälters, um die Stoffe aufzuheizen.
- Einige Temperaturegeber montiert, um den Heizprozess zu regulieren.
- Ein pH-Wert-Messinstrument montiert, um die Säureversorgung zu den Stoffen zu regulieren.
- Außerhalb der Zylinderwand ist am Boden ein isolierter Ventil-/Pumpraum eingebaut.
- Ein Ammoniakdampfdiffusor ist in der Mitte des Behälters angeordnet. Der in der alkalischen Sterilisations- und Hydrolyseeinheit erzeugte Ammoniakdampf wird in die Stoffe eindiffundiert.

[0169] Volumen/Kapazität: Die Zylinderwand weist einen Innendurchmesser von etwa 12 m und einer Höhe von 9 m auf. Dies bedeutet ein Behälterbetriebsvolumen von etwa 1.000 m³ einschließlich des Bodenkegels.

[0170] Die hydraulische Einwirkzeit für die Aufschlammung und die E-Stoffe beträgt etwa 7 Tage und die absolute minimale Einwirkzeit beträgt etwa 1 Stunde.

[0171] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Boden im Wesentlichen aus Beton, Bewehrungsseisen und druckfester Isolierung hergestellt. Die in Kontakt mit den Stoffen kommende Oberfläche ist mit Isophtal-basiertem Polyester beschichtet, um eine korrosive Beschädigung des Betons und des Bewehrungsseisens zu vermeiden. Alle in dem Boden eingebauten Rohre sind entweder aus Polyester oder Edelstahl. Die Decke und der Boden sind im Wesentlichen eine Konstruktion aus Sandwich-isoliertem Isophtal-basierten Polyestern (gekapselte Seife). Alle eingebauten Rohre sind entweder aus Polyester oder Edelstahl.

Andere Bestandteile

- Das Rührelement ist aus Edelstahl

- Die Heizelemente sind aus beschichtetem Baustahl und/oder Edelstahl hergestellt
- Alle anderen Bestandteile, die innerhalb des Behälters angeordnet sind, sind aus Edelstahl

[0172] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Standardparametererte zum Strippen von Ammoniak aus der Aufschlammung in diesem System: Temperatur von etwa 70°C; pH-Wert von etwa 10 bis 12; Flüssigkeit-Gas-Verhältnis von < 1:400, eine Woche Betrieb, und mehr als 90% Affektivität wird erzielt.

[0173] Ein Beispiel von denkbaren Betriebsbedingungen ist nachfolgend aufgelistet:

Stoffe:	Alle Arten von flüssigem Tierdung und drucksterilisierten festen oder flüssigen E-Stoffen, verschiedene flüssige organische Abfälle, CaO.
Betriebstemperatur:	40–80°C
Betriebsgaskombination:	80% NH ₄ , 15% CO ₂ , 3% O ₂ , 2% andere Gase
K-Wert der Isolation:	0,20 W/m ² K
Maximaler Betriebsdruck:	+20 mbar abs. (Kein Vakuum)
Maximale Viskosität in den Stoffen:	15% TS
Base/Säure-Bereich:	pH-Wert 5–10
Abrasives Rudimente in den Stoffen (Ex. Sand):	1–2%
Maximale Temperatur in den Heizelementen:	90°C
Maximale Leistungen in den Heizelementen:	600 kW
Übertragungswirkung:	7,5 kW/20–25 rpm.

[0174] Der Austreibungs- und Reinigungsbehälter versorgt den/die Gärbehälter mit behandeltem Material zur Vergärung. In einem zeitgesteuerten Prozess wird das Material zu den Gärbehältern transportiert. Die Nachfrage an Material hängt vom Vergärungsprozess in den Gärbehältern ab. Ein, zwei, drei oder mehr Gärbehälter können eingesetzt werden.

[0175] Der Austreibungs- und Reinigungsbehälter wird regelmäßig mit Aufschlammung und E-Stoffen aus dem alkalischen Druckprozess gefüllt. Letztlich, um eine Trockenmasse von ~15% (15% TS) zu erreichen. Einige Niveauschalter regulieren den Inhalt in dem Behälter. Eine TS-Messeinheit regelt den Inhalt an TS. Jede Stunde nach dem Füllen der Aufschlammung und E-Stoffen ist es möglich, E-Stoffe in den/die Gärbehälter zu pumpen.

[0176] Das Oberteil des Austreibungs- und Reinigungsbehälters wird vorzugsweise durch eine Ammoniak-Absorptionseinheit (Schritt I) belüftet, und eine pH-Wert-Messeinheit regelt den Bedarf nach CaO.

[0177] Die Temperatur der E-Stoffe wird über Temperaturgeber geregelt.

[0178] Ein zeitgesteuerter Prozess kann optional Wasser/Aufschlammung in das Sprühsystem pumpen, um die Schaumerzeugung zu verhindern.

Gärbehälter für die Biogaserzeugung

[0179] Die Vergärung der Biomasse wird durch ein mehrstufiges Vergärungssystem bereitgestellt, das vorzugsweise drei Gärbehälter aufweist (Bestandteile 13, 14 und 15). Systeme mit weniger sowie mit mehr Gärbehältern können ebenfalls eingesetzt werden.

[0180] Die Gärbehälter sind vorzugsweise miteinander verbunden, um eine maximale Flexibilität und eine optimale Biogaserzeugung zu erzielen. Die Gärbehälter sollen für einen routinemäßigen Betrieb bei thermophilen (45–65°C) sowie bei mesophilen (25–45°C) Temperaturen geplant sein.

[0181] Der Vergärungsprozess kann hinsichtlich der organischen Beladungsrate, der Einwirkzeit und der maximalen Vergärung (minimal 90% von VS) optimiert werden. Heizwendeln sind enthalten, um die Biomasse auf die bevorzugte Betriebstemperatur zu erhitzen.

[0182] Ein oben befestigtes langsam laufendes Rührsystem gewährleistet die optimale Homogenisierung und Wärmeverteilung in der Biomasse.

[0183] Die Regelung des pH-Werts ist möglich über die Hinzugabe einer organischen Säure (flüssig) in nöti-

gen Mengen.

[0184] Die Gärbehälter empfangen vorzugsweise die folgenden Stoffe:

- E-Stoffe vom Austreibungs- und Reinigungsbehälter
- Flüssige Biomasse vom Flüssigbiomassebehälter
- Säuren vom Säurebehälter

[0185] Die besondere Form des Behälters kann in einer bevorzugten Ausführungsform sein:

Unten/Boden

- Mit isoliertem Betonkegel, im Winkel von 20% nach unten gerichtet
- Beeinträchtigt Rühren/Sand wird vom Boden entfernt oder gemäß des Mammutpumpsystems
- ein Sandfilter ist in dem Boden angeordnet, der durch eine externe Rohrverbindung geleert werden kann. Es wird ebenfalls möglich sein, den Behälter durch den Filter zu leeren.

Oben/Decke

- Mit Kegelkonstruktion aus Baustahl. Kegelwinkel ist etwa 10°
- Montiertes Wassersprühsystem, um die Schaumproduktion vom Umrührprozess und dem Prozess im Allgemeinen zu verhindern
- Ein langsam laufendes Umrührsystem ist oben am Kegel angeordnet, um die optimale Homogenisierung und die optimale Wärmeverteilung in den Stoffen zu gewährleisten
- Das Biogas wird durch feuchte Luft in einem Rohr zur Gasquelle transportiert.

Seite/Wand

- Mit Zylinderkonstruktion aus Baustahl.
- Etwa 600 m 5/4"-Heizrohre sind in einer Zylinderringform innerhalb des Behälters montiert, um die Stoffe aufzuheizen
- Einige Temperaturregler sind montiert, um den Aufheizungsprozess zu regeln
- Ein pH-Wert-Messinstrument ist angebaut, um die Säurezufuhr zu den Stoffen zu regeln
- An der Außenseite der Zylinderwand am Boden ist ein isolierter Ventil-/Pumpraum eingebaut

[0186] Das Volumen/die Kapazität jedes Behälters kann ein beliebiges geeignetes Nettovolumen aufweisen einschließlich eines Nettovolumens von etwa 1.700 m³.

[0187] Die Materialien für die Gärbehälter können z. B. wie nachfolgend angegeben sein:

Boden

- Der Boden besteht im Wesentlichen aus Beton, Bewehrungsseisen und druckfester Isolierung
- Die in Kontakt mit den Stoffen kommende Oberfläche ist mit Isophthal-basiertem Polyester beschichtet, um eine korrosive Zerstörung des Betons und des Bewehrungsseisens zu verhindern
- Alle in dem Boden eingebauten Rohre sind entweder aus Polyester oder Edelstahl

Oben und Wand

- Die Oberseite und die Wand sind im Wesentlichen eine Konstruktion aus Baustahl
- Alle eingebauten Rohre bestehen entweder aus Polyester, Edelstahl oder Baustahl

Andere Bestandteile

- Das Umrührelement ist aus Baustahl
- Die Heizelemente sind aus Baustahl
- alle anderen Bestandteile, die innerhalb des Behälters angeordnet sind, sind aus Edelstahl oder Baustahl

[0188] Die Betriebsbedingungen können beliebige geeignete Bedingungen sein, einschließlich

Stoffe:	alle Arten von Tierdung, hauptsächlich Schweinegülle. Eingeweichte Energiepflanzen. Einige Arten von organischem Abfall, CaO, organische Säuren
Betriebstemperatur:	35–56°C
Betriebsgaskombination:	65% CH ₄ , 33% CO ₂ , 2% andere Gase
K-Wert der Isolierung:	0,25 W/m ² K Wärmeverlust auf 10 kW geschätzt
Maximaler Betriebsdruck:	+20 mbar abs. (Kein Vakuum)
Maximale Viskosität in den Stoffen:	12% TS
Basen-/Säurebereich:	5–10 pH-Wert
Abrasivität in den Stoffen (Ex. Sand):	1–2%
Maximaltemperatur in den Heizelementen:	80°C
Maximale Leistung in den Heizelementen:	600 KW
Transmissionswirkung:	7,5 kW/20–25 rpm

[0189] Die Vergärung soll bei etwa 55°C durchgeführt werden. Der Wärmeverlust wird auf etwa 10 kW geschätzt. Die Biomasse in dem Behälter kann von 5°C auf 55°C während 14 Tagen aufgeheizt werden, und die Möglichkeit des Hinzufügens von Säure zur Einstellung des pH-Wert besteht.

Behälter für organische Säuren für pH-Wert-Einstellungen in den Gärbehältern

[0190] Ein Gärbehälter für organische Säuren (Bestandteil Nr. 16) für pH-Wert-Einstellungen in dem/den Gärbehälter(n) wird ebenfalls vorzugsweise bereitgestellt.

Speicherbehälter für entgaste Aufschlammung/Klärschlamm vor der Absatzung

[0191] Auf die Vergärung der Biomasse in den Gärbehältern folgend wird die entgaste Biomasse in einem kleinen Speicherbehälter (Bestandteil Nr. 17) gepumpt, bevor sie der Abtrennung in dem Dekanter unterzogen wird.

Dekantereinrichtung

[0192] Die Funktion der Dekantereinrichtung (Bestandteil Nr. 18) ist es, gelöste Feststoffe (suspended solids; ss) und Phosphor aus der Biomasse zu extrahieren.

[0193] Der Dekanter trennt die vergäerte Biomasse in zwei Bestandteile i) Feststoffe einschließlich Phosphor und ii) Schlammwasser.

[0194] Der Feststoffanteil enthält 25–35% Trockenmasse. Etwa 90% der aufgelösten Feststoffe und 65–80% des Phosphorgehalts der vergärten Biomasse werden extrahiert. Im Fall der Zugabe von PAX (Kemira Dänemark) in den Speicherbehälter vor der Trennung in dem Dekanter, können etwa 95–99% des Phosphors extrahiert werden. Der Feststoffanteil wird zu Behältnissen mittels eines schaftlosen Schneckenförderers transportiert.

[0195] Das Schlammwasser enthält 0–1% ss und gelöstes K. Das ss hängt von der Zugabe von PAX ab. Der Hauptbestandteil des Schlammwassers ist gelöstes K, das bis zu etwa 90% des ursprünglichen K-Gehalts in der Biomasse ausmacht. Das Schlammwasser wird in den Schlammwasserbehälter gepumpt.

P-Anteil-Transportsystem und -behandlung

[0196] Aus der Behandlung kann der Feststoffanteil (routinemäßig der P-Anteil genannt) zu einer Reihe von Behältnissen mittels Schneckenförderer und Förderbändern transportiert werden, die ein P-Anteil-Transportsystem bilden (Bestandteil Nr. 19).

[0197] Ein einfaches Förderband transportiert den P-Anteil zu einem Speicher, wo er zu Stapeln aufgeschichtet wird, mit einer Kompostschicht bedeckt und die Kompostierung zugelassen wird. Der Kompostierungsprozess trocknet den P-Anteil weiter aus und der Trockenmassegehalt erhöht sich dadurch auf 50–60%.

Zweiter N-Strippungsschritt

[0198] Eine wirksame Strippung von Ammoniak aus dem Schlammwasser ist bevorzugt, und ein zurückbleibender Wert von etwa 10 mg $\text{NH}_4\text{-N/ltr}$ oder weniger wird bevorzugt.

[0199] Der zweite Strippungsschritt wird vorzugsweise durch Verwendung eines Dampfstrippers ausgeführt, der bei Umgebungsdruck betrieben wird. Das Strippungsprinzip profitiert von den unterschiedlichen Siedetemperaturen von Ammoniak und Wasser. Bei Temperaturen nahe an 100°C ist die Extraktion von Ammoniak am effektivsten. Die Verwendung von Energie, um die Zufuhr zu erhitzen, ist ein wesentlicher Betriebsparameter. Die Strippungseinheit soll deshalb die Zufuhr vor dem Eingang in die Strippungssäule auf nahezu 100°C vorheizen. Dafür wird durch die Verwendung von Dampf (oder möglicherweise Warmwasser und Dampf) aus der Motorgeneratoreinheit in einem Dampf-Wasserwärmetauscher gesorgt.

[0200] Wenn sie aufgeheizt wurde, trifft die Zufuhr auf die Strippungssäule und perkoliert über die Säule, während sie gleichzeitig auf Betriebstemperatur durch einen Gegenstrom von freiem Dampf erhitzt wird. Das Dampf-/Ammoniakgas wird nachfolgend in einem Zwei-Stufen-Kondensator kondensiert.

[0201] Vom Boden der Säule wird das Wasser, das nun frei von Ammoniak ist, zu einer niveaugesteuerten Ausgangspumpe gepumpt.

[0202] Der gestrippte Ammoniak wird auf den Boden eines zweistufigen Gaswäscher-Kondensators geleitet, wo das Ammoniakgas hauptsächlich in einem Gegenstrom von gekühltem Ammoniakondensat kondensiert wird. Das nicht kondensierte Ammoniakgas wird nachfolgend in einem Gegenstrom von reinem Wasser kondensiert (möglicherweise Permeat vom letzten Umkehrosmoseschritt). Wenn die Verwendung von Säure angestrebt oder notwendig ist, ist es angemessen, Schwefelsäure in dieser Stufe zu verwenden. Es ist damit möglich, eine höhere Endkonzentration an Ammoniak zu erzielen.

[0203] Der Gaswäscher-Kondensator ist vorzugsweise aus einem Polymer konstruiert, um die Verwendung von Säure zu ermöglichen.

Ammoniakabsorptionssäule (zur Verwendung mit erster und/oder zweiter Stickstoffstrüpfung)

[0204] Ein Kondensat-Gaswäscher wird verwendet, um Flexibilität hinsichtlich der Hinzugabe von Säure zu erhalten. Die Säule (Bestandteil Nr. 21) ist vorzugsweise in zwei Abschnitte aufgebaut, so dass der Anteil an Ammoniak, der im ersten Abschnitt nicht kondensiert wurde, nachfolgend im zweiten Abschnitt kondensiert. Dies findet in einem vollen Gegenstrom statt, so dass die Hinzugabe von Wasser so viel wie möglich begrenzt wird. Dadurch wird eine maximale Ammoniakkonzentration im Endkondensat erreicht (größer als 25%). Das Ammoniakzeugnis kann mit einer separaten Pumpe herausgepumpt werden oder von einem Ventil auf der Kreislaufrumpe herausgenommen werden. Die Absorption kann durch das Hinzugeben von Schwefelsäure in den Wassergegenstrom unterstützt werden.

Schwefelsäurebehälter

[0205] Der Schwefelsäurebehälter wird verwendet zum Speichern der Schwefelsäure, die im Stickstoff-Strüpfungprozess verwendet wird (Bestandteil Nr. 22).

NS-Behälter

[0206] Der NS-Behälter (Bestandteil Nr. 23) wird zum Speichern des gestrippten Stickstoffs (N) verwendet.

Gasspeicher

[0207] Vorzugsweise wird ein Gasspeicher (Bestandteil Nr. 24) eingerichtet als ein Zwischenspeicher für die Versorgung z. B. eines Motorgenerators.

Schlammwasserbehälter

[0208] Aus der Dekantereinrichtung wird das Schlammwasser vorzugsweise in den Schlammwasserbehälter (Bestandteil Nr. 25) gepumpt.

[0209] Der Schlammwasserbehälter ist mit einem eingetauchten Mikrofilter mit statischem Betrieb ausgestattet. Der Mikrofilter soll Partikel größer als 0,01–0,1 µm entfernen. Ein negativer Druck von 0,2–0,6 bar soll an der Membran aufgebaut sein. Damit wird das Permeat durch die Membran gesogen, die die Partikel auf der Membranoberfläche festhält. Um ein Verfaulen und Verschlacken der Membran zu verhindern, muss die Beschichtung der Membranoberflächen durch einen periodischen Rückwaschprozess entfernt werden.

[0210] Eine Mikroprozessor-Steuereinrichtung soll automatisch die Extraktion des Permeats und den Rückwaschprozess steuern. Die Extraktion soll durch periodisches Rückwaschen z. B. für 35 Sekunden nach jeweils 300 Sekunden Betriebszeit unterbrochen werden. Der Gesamtfluss soll 2–6 m³ pro Std. betragen.

[0211] Um die Mikrofiltration zu unterstützen, kann eine Belüftung angewendet werden. Die Belüftung führt eine Scherbeanspruchung der Membranoberfläche herbei, wodurch das Verschlacken und Verfaulen reduziert wird. Es belüftet des Weiteren das Schlammwasser und stimuliert die aerobe Zerlegung der rückständigen organischen Masse, die Nitrifikation und die Denitrifikation. Möglicher zurückbleibender Geruch, Nitrat usw. wird dadurch während des Prozesses der Mikrofiltration entfernt.

[0212] Das Permeat aus diesem Behälter soll verwendet werden für:

- Durchspülen der Tierställe, Kanäle, Roste usw.
- Weitere Abtrennung. Gelöstes K soll mittels Umkehrosmose konzentriert werden, wobei der K-Anteil in einem separaten Speicherbehälter gespeichert wird. Wasser zum Ausspülen der Tierställe kann ebenfalls aus diesem Permeatfluss genommen werden.
- Das K kann auch durch andere Mittel wie z. B. mechanische oder Dampfkompensation konzentriert werden. Dies hängt von der besonderen Wahl für jede spezielle Anlage und der Menge an überschüssiger Wärme ab, die zur Dampfkompensation verfügbar ist.

[0213] Der Schlammwasserbehälter, der das Konzentrat aus der Mikrofiltration enthält, soll in regelmäßigen Intervallen geleert werden, um das Partikelkonzentrat zu entfernen. Dieses soll entweder dem K-Anteil oder dem P-Anteil vom Dekanter hinzugefügt werden.

Kaliumbehälter

[0214] Der Kaliumbehälter (Bestandteil Nr. 26) dient dem Speichern des Kalium-(K-) Konzentrats.

Gasreinigung

[0215] Das in den Gärbehältern produzierte Biogas kann Spuren Mengen an Schwefelwasserstoff (H₂S) enthalten, die notwendigerweise entfernt werden müssen (Bestandteil Nr. 27), bevor das Biogas in einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage verbrannt wird.

[0216] Das Gas soll durch Verwenden der Fähigkeit von gewissen aeroben Bakterien, H₂S zu Sulfat zu oxidieren, gereinigt werden. Die Gattung soll vornehmlich die Gattung Thiobacillus sein, die aus einigen terrestrischen und marinen Umgebungen bekannt ist. Andere Gattungen können ebenfalls verwendet werden wie z. B. Thimicrospira und Sulfolobus.

[0217] Ein aus Glasfaser hergestellter Behälter, der dicht mit Plastikrohren mit einer großen Oberfläche gepackt ist, soll mit Schlammwasser gespült werden, um die Benetzung der Füllkörper aufrechtzuerhalten. Das Biogas wird durch die Füllsäulen geleitet und ein Luftstrom (von atmosphärischer Luft) wird dem Biogasstrom hinzugefügt. Die atmosphärische Luft wird hinzugefügt, um eine Sauerstoffkonzentration von 0,2% in dem Gasstrom bereitzustellen, d. h. ausreichend, um das H₂S zu oxidieren und dadurch keine explosive Mischung aus Biogas und Sauerstoff zu erzeugen. Ein Ringseitengebläse wird verwendet.

Kraft-Wärme-Kupplungsanlage (Combined Heat und Power plant; CHP)

[0218] Der Hauptbestandteil in der CHP (Bestandteil Nr. 28) kann z. B. eine gasbefeuerte Maschine bzw. Turbine sein, die mit einem Generator zur Erzeugung von elektrischem Strom verbunden ist. Die Hauptpriorität der CHP ist es, so viel wie möglich elektrischen Strom relativ zur Wärme zu erzeugen. Die Maschine wird vorzugsweise von einem Wasserkreislauf (90°C) gekühlt und die Wärme wird in dem Anlagenprozess und für die Beheizung z. B. der Tierställe verwendet.

[0219] Das Abgas wird in einer Wärmerückgewinnungsanlage zur Dampferzeugung verwendet. Der Dampf

wird als Wärmequelle in dem Anlagenprozess verwendet, d. h. in der Drucksterilisatoreinheit und in der N-Strippungseinheit II (Priorität eins). Je nach Dampfmenge kann er auch zur Konzentration des Kaliums im Schlammwasser verwendet werden (Verdampfung).

[0220] Zwischen dem Dampf- und Wärmekreislauf wird ein Wärmetauscher eingerichtet, somit ist es möglich, Wärme vom Dampfsystem zum Wärmesystem zu übertragen.

[0221] Zusätzlich zum oben erwähnten Generatorset wird ein Dampfboiler installiert. Dieser Boiler wird zur Wärmeerzeugung verwendet, um den Prozess anzustarten und wird zusätzlich verwendet als Backup für das Generatorset.

[0222] Wenn mehr Dampf erzeugt wird als im Anlageprozess benötigt wird, kann die restliche Produktion in einem Kühler abgedunstet werden.

[0223] Um den Anlagenprozess zu starten (Erhitzen der Gärbehälter) usw., wird Wärme von dem ölbetriebenen Boiler bereitgestellt. Sobald die Gaserzeugung erreicht ist, wird vom Ölbrenner zu einem Gasbrenner umgeschaltet. Sobald die Gasproduktion groß genug ist, um die Maschine zu starten, übernimmt die Maschine die Wärmeerzeugung.

Kaliumabtrennung

[0224] Mindestens zwei Alternativen für die Abtrennung von Kalium aus dem Schlammwasser sind möglich (Bestandteil Nr. 29). Bei relativ hohen Werten der Biogasproduktion erzeugt die Generatormaschine überschüssige Wärme (Dampf von 160°C), der dazu verwendet werden kann, das Kalium zu konzentrieren. Das Destillat, das frei von Nährstoffen ist, kann zur Feldbewässerung verwendet werden oder durch die gesamte Anlage recycled werden.

[0225] Bei relativ niedrigen Raten der Biogaserzeugung kann ein Mikrofilter verwendet werden, um Partikel größer als 0,01–0,1 µm aus dem Schlammwasser zu filtern, was das Permeat geeignet macht zur Behandlung in einem Standard-Umkehrosmosefilter. Das Kalium soll vorzugsweise auf eine 10–20%-ige Lösung konzentriert sein.

Der zweite Aspekt (BSE-Prionen)

[0226] Im zweiten bevorzugten Aspekt kann die Erfindung angewendet werden, um BSE-Prionen, die in Gülle, Futter, Schlachthausabfall, Fleisch- und Knochenmehl und dergleichen enthalten sind, zu reduzieren und/oder zu eliminieren. Dies wird durch eine Kombination von Vorbehandlung und Vergärung erreicht. Die wie oben aufgelisteten Bestandteile werden von einer Vorrichtung zur zusätzlichen Vorbehandlung des Substrats, das BSE-Prionen enthält, im Hinblick auf einen Kalkdruckkocher ergänzt. Das Kalkkochen kann verwendet werden, um eine Vielzahl von organischen Substraten einschließlich Prionen enthaltendem Material zu hydrolysieren.

[0227] BSE-Prionen sind Proteine, die resistent auf einen Proteasenangriff sind. Wenn sie jedoch mit Kalk bei Temperaturen von 100–220°C, vorzugsweise 140–180°C, Drücken von vorzugsweise 4–8 bar und einem pH-Wert von etwa 10–12 behandelt werden, werden die Prionen teilweise hydrolysiert und dadurch bereit für die Zerlegung durch mikrobiische Enzymen wie z. B. Proteasen, Amidasen usw. gemacht. Die Mikroben sind in den Bioreaktoren vorhanden und da das Substrat vom Ammoniak gestrippt wird und dadurch im Gesamtstickstoffgehalt gegenüber dem Gesamtkohlenstoffgehalt niedrig ist, neigen die Mikroorganismen dazu, zusätzlich extrazelluläre Proteinasen und Proteasen zu produzieren, die geeignet sind, die BSE-Prionen zu hydrolysieren. Die lange Einwirkzeit trägt ebenfalls zu einer wirksamen Zerlegung der BSE-Prionen bei.

Konzentration von Stickstoff (N) und Phosphor (P)

[0228] In einer dritten bevorzugten Ausführungsform kann die Erfindung angewendet werden, um die Hauptnährstoffe Stickstoff (N) und Phosphor (P) aus Tierdung abzutrennen und die Nährstoffe zu Düngemittelprodukten von handelsüblicher oder "organischer" Qualität zu veredeln. Dies wird durch die Kombination der Bestandteile des ersten Aspekts mit einer Dekanterzentrifuge erreicht.

[0229] Stickstoff und Phosphor sind die Hauptnährstoffe in der Aufschlammung, die in Tierhaltungen oft im Übermaß vorhanden sind. Der Stickstoff wird gestrippt und wie im ersten Aspekt beschrieben aufgefangen, wo-

bei Phosphor in der restlichen vergärten Aufschlammung zurückbleibt. Wenn er jedoch einer Dekanterzentrifuge ausgesetzt ist, wird der Phosphor zusammen mit organischen und anorganischen Feststoffen aus der Aufschlammung entfernt.

[0230] Daraus ergibt sich das Ergebnis, dass vorzugsweise mehr als 90% des Stickstoffs und des Phosphors in der Aufschlammung in getrennten Anteilen aufgefangen werden. Das restliche Schlammwasser enthält wenig Kalium (K) und Spuren Mengen von Stickstoff und Phosphor. Das Schlammwasser ist damit zu allen Zeiten des Jahres für die Ausbringung auf landwirtschaftlich genutzte Flächen geeignet.

[0231] Es ist möglich, Kalium aus dem Schlammwasser durch eine zusätzlich gekoppelte Membranbelüftung und -filtration zu extrahieren. Kurz gesagt, keramische Mikrofilter werden als Diffusoren und Filter zur gleichen Zeit verwendet. Die Filter werden in das Schlammwasser eingetaucht und mit unterbrochenen Belüftungs- und Filtrationsperioden betrieben. Die Belüftung sorgt für die Bewegung der restlichen organischen Masse und das Absetzen von anorganischen Flocken. Das behandelte Wasser ist somit zur Membranfiltration geeignet, weil eine Faulung und eine Verschlackung verhindert werden. Auch verhindert die Belüftung durch dieselben Membranen (Luftrückspülung), dass die Membranen verfaulen und verschlacken.

[0232] Das hergestellte Produkt ist ein Konzentrat (hauptsächlich K enthaltend) und gefiltertes Wasser, das zum Ausbringen auf landwirtschaftlich genutzte Fläche geeignet ist (eine sehr begrenzte Fläche ist erforderlich).

[0233] Wie beim ersten Aspekt kann das Schlammwasser auch durch die Tierställe zurück in den Kreislauf geführt werden.

[0234] Der P-Anteil ist zur weiteren Trocknung geeignet, woraus sich ein Granulat von wirtschaftlichem Wert ergibt. Die N- und K-Anteile sind in ähnlicher Weise mit wirtschaftlichem Wert behaftet.

[0235] Der dritte bevorzugte Aspekt ist insbesondere gestaltet, um die Hauptnährstoffe Stickstoff und Phosphor (und Kalium), die in der Aufschlammung vorhanden sind, und andere organische Substrate zu Düngemittel von handelsüblicher Qualität zu konzentrieren.

[0236] Wenn die Dekanterzentrifugen jedoch mit den anderen Elementen des GFE-Biogas- und Klärschlammabtrennungssystems kombiniert werden, insbesondere der Stickstoffstrippungseinheit, wird es für Landwirte besonders interessant. Die Kombination des Stickstoffstrippens mit den Dekanterzentrifugen bedeutet, dass der Großteil des Stickstoff- und Phosphorgehalts der Aufschlammung abgetrennt und in einzelnen Anteilen aufgefangen wird. Es ist wichtig zu betonen, dass der Phosphor, wenn er in Flocken vorhanden ist, bestimmt ist, um von der Dekanterzentrifuge gestrippt zu werden.

[0237] Sie können verwendet werden und zu den Feldern hinzu gegeben werden gemäß besonderem Bedarf nach jedem Nährstoff. Es ist ebenfalls möglich, das Schlammwasser, das hinter den Dekanterzentrifugen aufgenommen wird, durch die Tierställe zurück in den Kreislauf zu führen. Die Reinigung der Böden und der Roste in den Schweineställen sowie die zusätzlichen Vorteile hinsichtlich des guten Innenklimas, des reduzierten Ammoniaks und anderer Gasemissionen des häufigen Ausspülens der Güllekanäle usw. werden erreicht.

[0238] Das Schlammwasser kann einen großen Anteil des Kaliums (K) enthalten, während ein kleinerer Anteil in dem P-Anteil vorhanden sein wird. Dies bedeutet, dass in dem Szenario, wo die Aufschlammung vom Ammoniak gestrippt wird und der Phosphor abgetrennt wird, der Stickstoff und der Phosphor gemäß den besonderen Bedürfnissen gespeichert und verwendet werden können, während das Schlammwasser über das ganze Jahr hinweg als Abwasser verwendet werden kann.

[0239] Es kann geschätzt werden, dass der Bedarf an Ausbringungsfläche zwar ein Viertel des Bereichs beträgt, der zur Gülleausbringung erforderlich ist, dem harmonischen Bereich, und dass dieser Viertelanteil durch den gesamten harmonischen Bereich über einen Zeitraum von vier Jahren laufen soll.

[0240] Ungeachtet der Möglichkeit der weiteren Behandlung des Schlammwassers (siehe Abschnitt) werden einige Landwirte ohne Zweifel mit der Stickstoff- und Phosphorstrippung mit lediglich einem einzigen Reaktor zur Vergärung der Aufschlammung zufrieden sein. Sogar die Phosphorstrippung mittels der Dekanterzentrifuge kann weggelassen werden, da der Stickstoff konzentriert wird, wobei er eine verdünnte Aufschlammung ohne Stickstoff hinterlässt, die auch auf landwirtschaftlich genutzte Fläche zu jeder Zeit des Jahres ausgebracht werden kann, außer auf gefrorene landwirtschaftlich genutzte Fläche.

[0241] Es ist sehr zufrieden stellend, dass Bestandteile des Gesamtsystems den Landwirten angeboten werden können, wohingegen andere mit einer beliebigen Kombination zufrieden sein können, die für ihre Situationen geeigneter ist. Auf jeden Fall ist es das Stickstoffstrippen, das die Verwendung der Dekanterzentrifugen für die praktische Landwirtschaft interessant macht.

[0242] Das Schlammwasser des vollständigen Prozesses kann je nach Marktpräferenzen einer finalen Behandlung unterzogen werden.

[0243] Somit besteht die Herausforderung, das Schlammwasser so zu behandeln, dass es für die Membranfiltration geeignet wird und auch für größere Volumenreduktionen als die erwähnten 50–60%. Die Herausforderung ist ebenfalls, wohl bekannte, billige und robuste Technologien in einem neuen Zusammenhang zu verwenden.

[0244] Die Lösung ist die folgende:

Belüftung der Aufschlammung ist gut bekannt und die Belüftung mit atmosphärischer Luft für 2–4 Wochen erzeugt eine aerobe Vergärung.

[0245] Belüftung erreicht das Folgende:

Zuerst wird der rückständige Ammoniak gestrippt und in einer Absorptionssäule (möglicherweise die gleiche wie die während der Vorbehandlung verwendete) von einer so genannten Niedrigtemperaturstrippung von etwa 20°C aufgesammelt. Ein größeres Flüssigkeit-Gas-Verhältnis von etwa 1:2.000 ist erforderlich (Liao et al. 1995).

Zweitens werden die verbleibenden organischen Masse- und Geruchsbestandteile zerlegt (Camarero et al. 1996; Burton et al. 1998; Doyle und Noüe 1987; Garraway 1982; Ginnivan 1983; Blouin et al. 1988).

Drittens wird möglicher rückständiger Ammoniak nach der Strippung zu Nitrat nitriert (Argaman Y. 1984; Gönenc und Harremoës 1985).

[0246] Diese Belüftung soll mit der Filtration kombiniert werden durch Verwenden neuer Abwassertechnologie, d. h. einem Mikrofiltrationsprinzip, das die Belüftung und Filtration über keramische Filter kombiniert (Bouhabila et al. 1998; Scott et al. 1998; Zaloum et al. 1996; Engelhardt et al. 1998). Eine energieeffiziente Belüftung und Filtration wird in einem Ablauf erreicht. Die Belüftung wird des Weiteren zum Reinigen der keramischen Membranen durch "Luftrückspülung" verwendet (Visvanathan et al. 1997; Silva et al. 2000).

[0247] Dies hinterlässt eine Wasserphase, die falls notwendig zur Abtrennung über Standardosmosemembranen geeignet ist, da mögliche Verschlackungs- und Verfaulprobleme minimal sind. Es wird deshalb angenommen, dass eine größere Volumenreduktion bei wesentlich geringeren Energiekosten erreicht werden kann, obwohl etwas Energie für die Belüftung verbraucht wird.

[0248] Sogar wenn eine Membranfiltration nicht verwendet wird, kann die Belüftung selbst durch die letzte Ammoniakstrippung und durch die Entfernung der verbleibenden Geruchsbestandteile begründet sein.

[0249] Die Haupteinrichtungen sind die Vorbehandlungsanlagen, die aus einem Austreibungs- bzw. Stripperbehälter und einem Kalkkocher bestehen, und ein flexibles und mehrstufiges (mindestens dreistufiges) Prozessdesign der Bioreaktoren.

[0250] Die Erfindung kann angewendet werden, um große Mengen Biogas aus einer weiten Hülle von organischen Substraten zu erzeugen einschließlich aller Arten von Tierdung, Energiepflanzen, Pflanzenrückständen und anderen organischen Abfällen.

[0251] Die Vorbehandlungsanlagen ermöglichen die Verwendung einer Vielzahl von organischen Substraten, während die mehrstufige Biogasanlage eine komplette Vergärung des Substrats und damit einen maximalen Energieertrag ermöglicht.

[0252] Stickstoffreiche und abbauresistente Substrate wie z. B. Geflügeldung und Tiefstreu werden im Kalkkocher vorbehandelt. Das gekochte Substrat wird in einem mesophilen Reaktor vorgegärt, bevor die Substrate in den Austreibungs- bzw. Stripperbehälter und die nachfolgenden Reaktoren gelangen.

[0253] Die Vorgärung stellt sicher, dass der einfach verfügbare organische Stoff zerlegt wird und der Stickstoff in eine Lösung als Ammoniak freigegeben wird. Der Großteil des Stickstoffs wird damit im Austreibungs- bzw. Stripperbehälter aufgesammelt und das abbauresistente organische Substrat wird in den nachfolgenden Re-

aktoren der Energieanlage zerlegt. Alternativ kann es, je nach Qualität des Substrats direkt in den Austreibungs- bzw. Stripperbehälter vor der Vergärung in den Reaktoren gelangen. Das Ergebnis ist, dass große Mengen Biogas erzeugt werden, d. h. typischerweise 5–10 mal mehr Energie als in der Aufschlammung vorhanden ist.

[0254] Die Behandlung in dem GFE-Biogas- und Auftrennungssystem stellt des Weiteren sicher, dass die Nährstoffe auf landwirtschaftlich genutzter Fläche rezirkuliert werden. Die Energiepflanzen werden in einem separaten Reaktor vergärt und die vergäerte Biomasse wird in den Austreibungs- bzw. Stripperbehälter geleitet. In diesem Behälter werden die Fasern, die nicht während der Einwirkung in dem separaten Reaktor zerlegt wurden, hydrolysiert und der Ammoniak wird im N-Anteil aufgesammelt. Der in den Energiepflanzen enthaltene Stickstoff kann anschließend auf landwirtschaftlicher Fläche rezirkuliert werden und bei der Erzeugung von neuen Energiepflanzen verwendet werden. Etwa 1–3 kg Stickstoff pro Tonne Silage kann wiederverwendet werden.

[0255] Das erfindungsgemäße organische Material wird vorzugsweise vom Ammoniak gestrippt, das insbesondere bei thermophilen Temperaturen für den Biogasprozess hemmend wirkt (Hansen et al. 1998; Krylova et al. 1997; Kayhanian 1994). Der Ammoniak wird während der Vorbehandlung gestrippt, wo die Biomasse ebenfalls hydrolysiert wird usw.

[0256] Der Prozess kann vorzugsweise in einen thermophilen und einen mesophilen Bestandteil aufgeteilt werden (Dugba und Zhang 1999; Han et al. 1997; Gosh et al. 1985; Colleran et al. 1983). Dies hat unter anderem erhöhte Energieerträge und Arbeitsstabilität zur Folge, da die Biomasse sich länger in den Bioreaktoren befindet, was den Methanbakterien Zeit gibt, das Substrat zu zerlegen. Es ist anzumerken, dass mehr Energie für das Heizen erforderlich sowie ein größeres Gesamtreaktorvolumen.

[0257] Zusätzlich zu diesem zweistufigen Prinzip soll die Anlage Gebrauch von noch einem weiteren Reaktor zur vorläufigen Vergärung von Geflügeldung und ähnlichen Stickstoff enthaltenden Biomassen machen. Auch die Energiepflanzen sollen in diesem Reaktor vor einer weiteren Verarbeitung in der Energieanlage vergärt werden. Während der ersten Vergärung wird der Hauptanteil des einfach verfügbaren organischen Materials zerlegt und der Stickstoff wird in einer Lösung in der Form von Ammoniak herausgelöst. Der Stickstoff kann nun in dem Austreibungs- bzw. Stripperbehälter gestrippt und in dem N-Anteil aufgefangen werden.

[0258] Vergäerte Zuckerrüben, Mais, Klee gras usw. enthalten etwa 1 kg Stickstoff pro Tonne Nassgewicht und es ist deshalb wichtig, dass dieser Stickstoff im N-Anteil aufgefangen wird. Geflügeldung ist noch stickstoffreicher und kann ebenfalls in dem Vorvergärer vergärt werden bevor eine weitere Vergärung in der Hauptbiogasanlage stattfindet.

[0259] Die Strippung und Hydrolyse gewährleisten, dass auch die abbauresistenten Fasern der Vergärung zugänglich sind wie unter der Vorbehandlung beschrieben. Die darauf folgende Vergärung in der Hauptbiogasanlage gewährleistet einen maximalen Gasertrag.

[0260] Die Erfindung kann angewendet werden, um einen optimalen Tierschutz und Tiergesundheit zu gewährleisten, wenn sie in den Tierhäusern bzw. -ställen eingestallt sind, während sie gleichzeitig Staub- und Gasemissionen wie z. B. Ammoniak reduziert. Dies wird durch Ausspülen oder wieder in den Kreislauf führen von Schlammwasser durch die Tiergebäude erzielt mit dem Zweck des Reinigens und Ausspülens der Ställe, der Böden, der Roste, der Dungkanäle usw. Dies reduziert die Emissionsoberflächen, wo Geruch, Ammoniak und Staub an die Innenluft abgegeben werden können.

[0261] Das System erlaubt des Weiteren die Verwendung von Stroh, ohne die Staub- und Ammoniakemissionen zu erhöhen. Das Stroh ist ein wesentlicher Wohlergehensbestandteil, insbesondere für Schweine, aber auch für andere Tiere. Es versorgt die Tiere mit Schürf- und Beschäftigungsmaterial und Strukturfutter.

[0262] Das nach der Dekanterzentrifugenbehandlung (dritter Aspekt) oder möglicherweise nach der ersten Vergärung (erster Aspekt) entnommene Schlammwasser ist gut geeignet als ein Mittel, um die Tierställe auszuspülen. Das Spülen entfernt das Stroh und die Dungmischungen von den Rosten.

[0263] In weiteren bevorzugten Aspekten kann eine beliebige Kombination der Kernerfindung mit den erwähnten anderen Aspekten vorzuziehen sein. Der erste Aspekt ist vorteilhafter Weise in allen Kombinationen enthalten.

[0264] Demgemäß wird aus den obigen Beschreibungen der bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung deutlich, das hierin bereitgestellt wird:

[0265] Ein Verfahren wie in Anspruch 1 definiert.

[0266] Das obige Verfahren kann des Weiteren den Schritt des Trennens der Feststoffe aufweisen, die aus der Biogasvergärung in einem Auftrennungsschritt resultieren, wobei eine Dekanterzentrifuge zum Einsatz kommt. Getrennte Anteile von Phosphor und/oder Kalium, vorzugsweise in granularer Form, erhält man aus dieser Trennung.

[0267] Das obige Verfahren weist in einer weiteren Ausführungsform den weiteren Schritt des Wiederaufnehmens der Flüssigkeiten, die aus der Biogasvergärung resultieren, in Ställe oder Tiergebäude auf, wahlweise nach einem weiteren Reinigungsschritt.

[0268] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform findet der Strippungsschritt des Stickstoffs einschließlich Ammoniaks vorzugsweise gleichzeitig mit oder sequentiell mit, in einer beliebigen Reihenfolge, einem Schritt statt, der einen thermischen Hydrolyseschritt und/oder einen alkalischen Hydrolyseschritt einschließt, wobei ein beliebiger oder beide Schritte bei einer erhöhten Temperatur und/oder einem erhöhten Druck wie hierin oben beschrieben stattfinden.

[0269] Die obigen bevorzugten Ausführungsformen lösen damit in einer Ausführungsform die Probleme, die mit der Verunreinigung der Umwelt durch ungewünschte mikrobiische Organismen einschließlich Salmonella Typhimurium DT104 und/oder mit BSE assoziierten Prionen verbunden sind, die in organischen Materialien einschließlich Dung und dessen Aufschlämmungen vorhanden sind.

[0270] In einer weiteren Ausführungsform lösen die oben beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen die Schwierigkeiten, die mit dem Erreichen eines ausreichend hohen hygienischen Standards in einem Stall oder einem Tierhaus verbunden sind. Dies wird erzielt durch Reduzieren und/oder Abtöten von unerwünschten mikrobiischen Organismen und/oder mit BSE assoziierten Prionen, die in organischen Materialien einschließlich Dung und dessen Aufschlämmungen vorhanden sind.

[0271] In noch einer weiteren Ausführungsform lösen die oben beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen die Probleme, die mit einer übermäßigen Verwendung von teuren Wasserressourcen in einem Stall oder Tierhaus verbunden sind. Dieses Problem wird durch Wiederverwenden des Schlammwassers gelöst, das man aus dem Dekanterzentrifugen-Abtrennungsschritt erhält, der zur Trennung von Feststoffen und Flüssigkeiten verwendet wird, d. h. die sich entweder aus der Vorbehandlung von organischem Material und/oder der Stickstoffstrippung einschließlich der Ammoniakstrippung und/oder der anaeroben Vergärung ergeben, die zur Biogasbildung führen. Gleichzeitig ist es möglich, das Vorkommen von mikrobiischen Mikroorganismen im Schlammwasser durch weitere Reinigungsschritte zu reduzieren und/oder zu eliminieren.

[0272] Die vorliegende Erfindung stellt ebenfalls billige Düngemittel handelsüblich akzeptabler Qualität bereit. Dies wird durch die Stickstoffstrippung einschließlich der Ammoniakstrippung und der Abtrennung von phosphorhaltigen Granulaten und kaliumhaltigen Granulaten mittels der Dekanterzentrifugierung erreicht, die auf die Vorbehandlung folgt, vorzugsweise einschließlich der thermischen und alkalischen Hydrolyse.

[0273] Eine weite Vielzahl von mikrobiischen Organismen kann durch das Verfahren der Erfindung abgetötet werden, einschließlich mikrobiischer Organismen wie z. B. tierischer mikrobiischer Organismen, infektiöser mikrobiischer Organismen oder parasitischer pathogener mikrobiischer Organismen einschließlich einer beliebigen Kombination davon. Beispiele umfassen, sind jedoch nicht beschränkt auf Bakterien wie z. B. Campylobakter, Salmonella, Yersinia, Ascaris, ähnliche mikrobiische und parasitische Organismen sowie Viren, Viroide und dergleichen.

[0274] Der Kalkkochschritt kann ebenfalls dazu dienen, das organische Material zu sterilisieren, wobei keine lebensfähigen mikrobiischen Organismen diesen Verarbeitungsschritt überleben. Der Kalk enthält oder besteht im Wesentlichen aus CaO oder Ca(OH)₂.

[0275] Vorzugsweise werden jegliche BSE-Prionen oder andere Prionen, die in dem organischen Material vorhanden sind, ebenfalls durch den Sterilisierungsprozess zerstört oder abgetötet.

[0276] Wenn es eine Reduktion der mikrobiischen Organismen und/oder Prionen nachfolgend auf einen be-

liebigen der oben erwähnten Schritte gibt, kann die Reduktion z. B. eine 90%-Reduktion, eine 80%-Reduktion, eine 70%-Reduktion, eine 60%-Reduktion oder eine Reduktion von vorzugsweise mindestens 50% sein.

[0277] Durch das Kalkdruckkochen des organischen Materials, bevor das organische Material einem Stickstoffstrippungsschritt ausgesetzt wird, wird die Erzeugung von Biogas verbessert.

[0278] Das mit Kalk unter Druck Kochen des organischen Materials wird vorzugsweise bei einer Temperatur von 100°C bis 220°C und einem Druck von 2–20 bar durchgeführt, mit einem ausreichenden Hinzufügen von Kalk, um einen pH-Wert von 9–12 zu erreichen, und mit einer Betriebszeit von mindestens einer Minute bis vorzugsweise etwa weniger als 60 Minuten.

[0279] Die Menge des zugeführten Kalks einschließlich CaO ist vorzugsweise von 2 bis 80 g pro kg Trockenmasse sowie von 5 bis 80 g pro kg Trockenmasse sowie von 5 bis 60 g pro kg Trockenmasse sowie von 10 bis 80 g pro kg Trockenmasse sowie von 15 bis 80 g pro kg Trockenmasse sowie von 20 bis 80 g pro kg Trockenmasse sowie von 40 bis 80 g pro kg Trockenmasse sowie von 50 bis 80 g pro kg Trockenmasse sowie von 60 bis 80 g pro kg Trockenmasse.

[0280] Ein Beispiel der Betriebsbedingungen des Kalkdruckkochers ist eine Temperatur im Intervall von 120°C bis 220°C, ein Druck von 2 bar bis vorzugsweise weniger als 18 bar sowie eine Betriebszeit von mindestens 1 Minute bis vorzugsweise weniger als 30 Minuten.

[0281] Ein weiteres Beispiel der Arbeitsbedingungen umfasst eine Temperatur im Intervall von 180°C bis 200°C, wobei der Druck von 10 bar bis vorzugsweise weniger als 16 bar reicht, wobei der pH-Wert von 10–12 reicht und wobei die Betriebszeit von 5 Minuten bis 10 Minuten reicht.

[0282] Das Verfahren umfasst den Schritt des Ausleitens des verarbeiteten organischen Materials in einen Biogas-Gärbehälter, wodurch das verarbeitete organische Material vergärt wird und man ein Biogas erhält. Ein weiterer optionaler Schritt betrifft das Ergänzen einer externen Umgebung einschließlich einer landwirtschaftlichen Nutzfläche mit dem verarbeiteten organischen Material. Das Ergänzen der externen Umgebung einschließlich einer landwirtschaftlichen Nutzfläche kann ebenfalls unter Verwendung des Restmaterials durchgeführt werden, das aus der Vergärung des verarbeiteten organischen Materials resultiert.

[0283] Ein weiterer Schritt des beanspruchten Verfahrens ist der des Strippens von Stickstoff (N) einschließlich Ammoniak aus dem organischen Material vor der Leitung in einen Biogasgärbehälter des organischen Materials. Dadurch ergibt sich eine erhöhte und eine stabile Biogasherstellung. Dies erlaubt ebenfalls die Verwendung von stickstoffreichen Biomassen, die gestrippt und nachfolgend in den Gärbehältern vergärt werden. Biogas wird aus der Vergärung des organischen Materials erzeugt, das von mindestens einem Teil des Stickstoffs einschließlich Ammoniak befreit wurde.

[0284] Der gestrippte Stickstoff (N) einschließlich Ammoniak wird vorzugsweise in einer Säule absorbiert, bevor er wahlweise in einem Behälter gespeichert wird. Wenn er in einer Säule absorbiert wird, wird der gestrippte Stickstoff einschließlich Ammoniak vorzugsweise in einer Säule mit Wasser oder einer sauren Lösung, vorzugsweise Schwefelsäure, absorbiert, bevor er wahlweise in einem Behälter gespeichert wird.

[0285] Es ist sehr vorteilhaft, dass im Wesentlichen keinen BSE-Prionen in dem organischen Material vorhanden sind, das aus der Vergärung resultiert.

[0286] Der Schritt des Strippens von Stickstoff (N) einschließlich Ammoniak wird vorzugsweise durch anfängliches Hinzufügen einer Menge an Kalk zu dem organischen Material durchgeführt, die ausreichend ist, um den pH-Wert auf über 9 bei einer Temperatur von vorzugsweise über 40°C, sowie einen pH-Wert von über 10 bei einer Temperatur von vorzugsweise über 40°C, z. B. einen pH-Wert von über 11 bei einer Temperatur von vorzugsweise über 40°C sowie einen pH-Wert von etwa 12 bei einer Temperatur von vorzugsweise über 40°C zu steigern.

[0287] In bevorzugten Ausführungsformen beträgt die Temperatur vorzugsweise über 50°C sowie über 55°C, z. B. über 60°C.

[0288] Die Betriebszeit beträgt in einer Ausführungsform von 2–15 Tagen, sowie von 4–10 Tagen, z. B. von 6–8 Tagen. Ein Beispiel eines Satzes von Prozessparametern ist ein pH-Wert von 8–12, eine Temperatur von 70°C–80°C, ein Flüssigkeit-Gas-Verhältnis von weniger als 1:400 sowie eine Betriebszeit von 7 Tagen. Die al-

kalischen Bedingungen können durch Hinzufügen einer beliebigen Base erzeugt werden. Der pH-Wert wird jedoch vorzugsweise durch Hinzufügen von CaO oder Ca(OH)_2 erhöht.

[0289] Das organische Material kann feste und/oder flüssige Bestandteile wie z. B. Dung und dessen Aufschlämmungen, Pflanzenrückstände, Silagepflanzen, Tierkadaver oder Teile davon, Schlachthausabfall, Fleisch- und Knochenmehl einschließlich einer beliebigen Kombination davon aufweisen. In einer Ausführungsform weist das organische Material maximal 50 feste Anteile, z. B. maximal 40% feste Anteile; sowie maximal 30% feste Anteile, z. B. maximal 20% feste Anteile auf. Das organische Material kann auch in einem flüssigen Zustand sein und einen maximalen Wert von 10% Feststoffanteil aufweisen.

[0290] Das organische Material kann des Weiteren Stroh, Fasern oder Sägespäne aufweisen, und in einer Ausführungsform hat das organische Material einen hohen Faseranteil, vorzugsweise mehr als 10% (w/w). Das organische Material kann auch einen hohen Gehalt an komplexen Kohlenhydraten mit Zellulose und/oder Hemizellulosen und/oder Lignin aufweisen, z. B. vorzugsweise mehr als 10% (w/w). Das mit Kalk unter Druck kochen von Zellulose, die organisches Material enthält, resultiert in einer Zersetzung der Zellulose in kleiner organische Säuren wie z. B. Ameisensäure, Essigsäure, Milchsäure und dergleichen.

[0291] Das organische Material kann ebenfalls Tiefstreu oder Dung von Tieren, insbesondere von Rindern, Schweinen und Geflügelhaltungen aufweisen. Zusätzlich kann tierisches organisches Material verwendet werden, wie z. B. Tierkadaver oder deren Teile, Schlachthausabfall, Fleisch- und Knochenmehl, Blutplasma oder ein beliebiges derartiges Erzeugnis, das von Tieren stammt, hinsichtlich des potentiellen Vorhandenseins von BSE-Prionen oder anderen Prionen risikobehaftetes und nicht mit Risiko behaftetes Material. In einer Ausführungsform weist das organische Material auf oder besteht im Wesentlichen aus festen Anteilen von weniger als 10 cm Länge sowie festen Anteilen von weniger als 5 cm Länge, z. B. festen Teilen von weniger als 1 cm Länge.

[0292] Das organische Material kann vorteilhafterweise eingeweicht werden, bevor es in dem Kalkdruckkocher behandelt wird, vorzugsweise durch Verwendung eines Schneckenförderers, der mit einem Mazerator ausgestattet ist, vorzugsweise einer, der aus rost- und säurefestem Stahl hergestellt ist. Der Förderer fördert das organische Material in den Kalkkocher, wo das organische Material vorzugsweise durch Dampfeinspritzung erhitzt wird oder durch Dampf in einem Umgang um den Kalkkocher herum oder einer beliebigen Kombination davon.

[0293] Das organische Material kann ebenfalls Proteine oder ähnliche organische Moleküle aufweisen, die Elemente einschließlich Aminosäuren und deren Kombinationen enthalten, die die BSE-Prionen oder andere Prionen bilden, wobei die BSE-Prionen oder anderen Prionen direkt zerstört oder abgetötet oder durch das Kochen mit Kalk unter Druck und/oder die nachfolgende Vergärung einschließlich einer anaeroben Vergärung für die Zerstörung verfügbar gemacht werden. Das organische Material tierischen Ursprungs weist vorzugsweise einen hohen Gehalt an Stickstoff (N) auf, vorteilhafterweise mehr als 10%.

[0294] Das organische Material in der Form einer flüssigen Aufschlämmung kann durch das Hinzufügen von Wasser und/oder eine niedrige Konzentration von organischem Material enthaltendem Wasser, vorzugsweise weniger als 10% Feststoffanteil, erhalten werden. Das hinzugefügte Wasser kann wieder verwendetes Wasser, Wasser, das eine niedrige Konzentration an organischem Material, das aus einer Silageanlage erhalten wurde, enthält, und/oder Wasser, das nachfolgend auf das Reinigen der Ställe und/oder die Reinigung von Tieren aufgefangen wurde, und/oder Wasser, das aus der Fermentierung vor dem Stickstoffstrippungsprozess erhalten wurde, und/oder Wasser, das aus einer oder mehreren Biogaserzeugungsanlagen erhalten wurde, und/oder Wasser, das während der Konzentration von Phosphordüngemitteln erhalten wurde, und/oder Wasser, das während der Konzentration von Kaliumdüngern erhalten wurde, und/oder aufgefangenes Regenwasser sein.

[0295] In einer Ausführungsform ist es insbesondere bevorzugt, dass das Wasser Schlammwasser ist, das aus einer Biogaserzeugungsanlage erhalten wurde, oder Schlammwasser ist, das während der Konzentration von Phosphordüngemitteln erhalten wurde, oder Wasser ist, das während der Konzentration von Kaliumdüngemitteln erhalten wurde, oder aufgefangenes Regenwasser ist.

[0296] Es ist vorteilhaft, das jeglicher oder das meiste des Harnstoffs und/oder der Harnsäure, die in dem organischen Material vorhanden sind, zu Ammoniak umgewandelt wird, wobei der Ammoniak wahlweise auf die Absorption an einer Säule wie an anderer Stelle beschrieben folgend aufgefangen wird.

[0297] Zusätzliche Schritte außer dem Kochen mit Kalk unter Druck sind die mesophile und/oder thermophile

Vergärung. Demgemäß kann das organische Material, das im Kalkdruckkocher behandelt wurde, nachfolgend in eine Anlage zur mesophilen und/oder thermophilen Vergärung geleitet werden, entweder bevor oder nachdem das organische Material der Stickstoffstrippung unterzogen wird/wurde.

[0298] Jede Vergärung wird von einem Bakterienbestand durchgeführt, der zu einer mesophilen bzw. thermophilen Vergärung geeignet ist. Die Vergärung ist in einer Ausführungsform eine anaerobe Vergärung.

[0299] Die Vergärung wird vorzugsweise bei einer Temperatur von 15°C bis vorzugsweise weniger als 65°C, sowie bei einer Temperatur von 25°C bis vorzugsweise weniger als 55°C, z. B. bei einer Temperatur von 35°C bis vorzugsweise weniger als 45°C durchgeführt.

[0300] Die Vergärung wird vorzugsweise für eine Zeitdauer von ungefähr 5 bis vorzugsweise weniger als 15 Tagen durchgeführt sowie für eine Zeitdauer von ungefähr 7 bis vorzugsweise weniger als 10 Tagen.

[0301] In einer Ausführungsform wird ein Verfahren bereitgestellt, wobei die Biogaserzeugung in einer oder mehreren Anlagen mittels eines mikrobischen Organismus, vorzugsweise eines Bestandes an Bakterien, durchgeführt wird, und eine anaerobe Vergärung des organischen Materials umfasst. Die Bakterien erzeugen vorzugsweise Methan und einen kleineren Anteil an Kohlendioxid, wenn sie das organische Material vergären. Die Biogaserzeugung kann in einer oder mehreren Anlagen durchgeführt werden, vorzugsweise durch bakterielle anaerobe Vergärung des organischen Materials.

[0302] In einer Ausführungsform wird die Biogaserzeugung in zwei Anlagen mittels anaerober bakterieller Vergärung des organischen Materials durchgeführt, anfangs durch Vergärung mit thermophilen Bakterien in einer ersten Anlage, gefolgt durch Umleiten des thermophil vergärten organischen Materials in eine zweite Anlage, wo die Vergärung mit mesophilen Bakterien stattfindet.

[0303] Die thermophilen Reaktionsbedingungen umfassen vorzugsweise eine Reaktionstemperatur, die von 45°C bis 75°C reicht, sowie eine Reaktionstemperatur, die von 55°C bis 60°C reicht.

[0304] Die mesophilen Reaktionsbedingungen umfassen vorzugsweise eine Reaktionstemperatur, die von 20°C bis 45°C reicht, sowie eine Reaktionstemperatur, die von 30°C bis 35°C reicht. Die thermophile Reaktion sowie die mesophile Reaktion werden vorzugsweise für etwa 5 bis 15 Tage sowie für etwa 7 bis 10 Tage durchgeführt.

[0305] Jegliche mögliche Schaumbildung kann durch das Hinzufügen von Polymeren und/oder Pflanzenölen und/oder eines oder mehrerer Salze, vorzugsweise Pflanzenöl in Form von Rapsöl reduziert und/oder eliminiert werden. Die Salze weisen vorzugsweise auf oder bestehen im Wesentlichen aus CaO und/oder Ca(OH)₂.

[0306] Eine wünschenswerte Flockenbildung von Substanzen und Partikeln während der Biogaserzeugung wird vorzugsweise durch das Hinzufügen von Kalziumionen erreicht, die in der Lage sind, Kalziumbrücken zwischen organischen und anorganischen Substanzen in Lösung oder Suspension zu bilden, wobei die Kalziumbrücken die Bildung von "Flocken" von Partikeln zur Folge haben. Das Hinzugeben von Kalziumionen resultiert des Weiteren in der Präzipitation von Orthophosphaten einschließlich gelöstem (PO₄³⁻), das vorzugsweise als Kalziumphosphat Ca₃(PO₄)₂ ausfällt, wobei das ausgefallte Kalziumphosphat vorzugsweise in einer Aufschlämmung suspendiert verbleibt.

[0307] Das erhaltene Biogas kann zu einer Gasmaschine geleitet werden, die geeignet ist zur Herstellung von Wärme und/oder Strom. Die Wärme kann verwendet werden, um den Kalkdruckkocher und/oder die Vergärungsanlage und/oder den Stickstoffstrippungsreaktor und/oder die eine oder mehrere Biogasanlage (N) und/oder die Tierställe und/oder eine Wohnung und/oder Heizwasser zu erhitzen, um in einem Haushalt oder einer Wohnung verwendet zu werden. Der Strom kann eingeleitet werden und an ein handelsübliches Netz zur Stromverteilung verkauft werden. In einer bevorzugten Ausführungsform wird das restliche vom Stickstoff gestrippte, sterilisierte und vergäerte organische Material auf landwirtschaftlich genutzte Flächen ausgebracht.

[0308] Zusätzlich zum i) Reduzieren und/oder Abtöten von unerwünschten mikrobischen Organismen ii) Verbessern der Biogasherstellung und iii) Bereitstellen eines in hohem Maße verwendbaren von Stickstoff gestrippten, sterilisierten und vergäerten organischen Material, betrifft die Erfindung in einem anderen Aspekt ein Verfahren zur Herstellung von Stickstoff enthaltenden Düngern aus organischen Materialien, die eine Stickstoffquelle aufweisen, wobei die Herstellung die Schritte i) Auffangen von Stickstoff einschließlich Ammoniak, das aus dem organischen Material in einem Stickstoffstrippungsschritt angetrieben wird, ii) Absorbieren des

Stickstoffs einschließlich Ammoniak in Wasser oder einer sauren Lösung, die vorzugsweise Schwefelsäure aufweist und iii) Erhalten eines Stickstoffdüngers, der auf landwirtschaftlich genutzte Fläche ausgebracht werden kann.

[0309] Die Erfindung erlaubt ebenfalls die Herstellung von Phosphor (P) enthaltenden Düngemitteln aus organischen Materialien, die eine Phosphorquelle aufweisen, wobei die Herstellung die Schritte i) Einleiten der Aufschlammung von dem Biogasgärbehälter in einen Separator, ii) Trennen des vergärten organischen Materials sowie des anorganischen Materials in einen festen und einen hauptsächlich flüssigen Anteil, iii) Erhalten eines hauptsächlich festen Anteils, der einen Teil des Phosphors aufweist, vorzugsweise in der Form von Kalziumphosphat $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ und organische Phosphate, die in der Aufschlammung aufgelöst sind, wobei der feste Anteil geeignet ist, als Phosphordünger verwendet zu werden, der geeignet ist, bei Bedarf auf landwirtschaftlich genutzte Flächen ausgebracht zu werden, aufweist.

[0310] Der Separator zum Trennen des vergärten organischen Materials sowie des anorganischen Materials in einen festen und einen hauptsächlich flüssigen Anteil ist vorzugsweise eine Dekanterzentrifuge. Der hauptsächlich feste Anteil, der Phosphor aufweist, kann wahlweise getrocknet werden, um ein Granulat zu erzeugen, das ein Phosphordüngemittel aufweist, z. B. durch ermöglichen, dass der P-Anteil in einem Meilenspeicher unter einer luftdurchlässigen Folie oder Abdeckung kompostiert.

[0311] Das bei der Biogaserzeugung und der Trennung von den festen Bestandteilen erhaltene Schlammwasser kann vorzugsweise bei der Vergärung und Silage und/oder beim Kalkdruckkochprozess und/oder beim Stickstoffstrippungsprozess und/oder in der Biogasanlage und/oder beim Reinigen des Stalls verwendet werden, und/oder wird auf landwirtschaftliche Fläche ausgebracht und/oder wird zu einer herkömmlichen Abwasserkläranlage geleitet.

[0312] Demgemäß sieht das Verfahren die Produktion von im Wesentlichen sauberem Schlammwasser vor, wobei die Herstellung die Schritte aufweist i) Erhalten eines flüssigen Anteils vom Separator, vorzugsweise einer Dekanterzentrifuge, wobei der Anteil ein Schlammwasser mit lediglich einem sehr begrenzten Stickstoff- und Phosphoranteil, vorzugsweise weniger als 5% (w/v) sowie weniger als 1% (w/v), z. B. weniger als 0,1% (w/v), sowie weniger als 0,01% (w/v), und im Wesentlichen keine Quellen aufweist, die geeignet sind, Zoonoseerreger, veterinäre Viren, infektiöse Bakterien, Parasiten oder andere infektiöse Erreger einschließlich BSE-Prionen und andere Prionen zu verbreiten. Für einige Ausführungsformen ist es akzeptabel, wenn das Schlammwasser weniger als 10% des ursprünglich in der Aufschlammung erhaltenen Stickstoffs und Phosphors aufweist.

[0313] Die Erfindung ermöglicht ebenfalls die Herstellung von Kalium (K) enthaltenden Düngemitteln aus organischen Materialien, die eine Kaliumquelle aufweisen, wobei die Herstellung aufweist i) Einleiten des flüssigen Anteils aus dem ersten Trennungsschritt (bei der Trennung von Phosphor enthaltenden organischen Materialien verwendet wie hierin oben beschrieben) zu einem zweiten Trennungsschritt, ii) Trennen des zurückbleibenden organischen und anorganischen Verbundes von der Flüssigkeit, iii) Erhalten eines festen Anteils, der Kalium aufweist, wobei der feste Anteil geeignet ist als Kaliumdüngemittel verwendet zu werden, das geeignet ist, auf landwirtschaftliche Nutzfläche bei Bedarf ausgebracht zu werden.

[0314] Der zweite Trennungsschritt weist vorzugsweise das Unterziehen des Kalium enthaltenden Anteils durch einen keramischen Mikrofilter auf, der mit einer unterbrechenden Belüftung und Filtration des Schlammwassers arbeitet, wobei vorzugsweise die Belüftung für eine Zerlegung des verbleibenden organischen Materials und das Absetzen von anorganischen Flocken sorgt.

[0315] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird das erhaltene Schlammwasser in einem aeroben Behandlungssystem behandelt, das geeignet ist, den Anteil an Stickstoff und Phosphor innerhalb des Wassers zu eliminieren und/oder zu reduzieren und vorzugsweise auch das verbleibende organische Material und Geruchsbestandteile zu zerlegen, wodurch man Schlammwasser erhält, das im Wesentlichen frei von Stickstoff und Phosphor ist, wobei das Schlammwasser vorzugsweise geeignet ist, auf landwirtschaftliche Nutzflächen bei Bedarf ausgebracht oder durch einen Tierstall rezirkuliert zu werden.

[0316] Die oben erwähnte Belüftung kann mit atmosphärischer Luft über 2–4 Wochen bei einer Temperatur von etwa 20°C und einem Flüssigkeits-Gas-Verhältnis von etwa 1:2.000 durchgeführt werden. Sämtlicher eliminiertes Stickstoff kann aufgefangen und zu der hierin an anderer Stelle beschriebenen Absorptionssäule geleitet werden.

[0317] Durch die Eignung, Tierställe und -häuser mit dem auf diese Weise behandelten Schlammwasser zu reinigen, stellt die Erfindung in auch noch einem weiteren Aspekt ein Verfahren zum Verbessern der Hygiene in einem Tierhaus oder einem Stall für Tiere bereit, wobei die Verbesserung darin besteht, den Stall mit dem erhaltenen Schlammwasser zu reinigen. Das Reinigen umfasst Säubern und Spülen z. B. der Ställe, der Böden, der Roste, der Dungkanäle, der Decken, der Ventilationskanäle, das Gaswaschen der Abluft usw., sowie das Reduzieren der emittierenden Oberflächen, wo Geruch, Ammoniak und Staub in die Umgebung des vorbestimmten Ortes einschließlich des Stalles freigegeben werden können.

[0318] Das Reinigen der Ställe wird in einer Ausführungsform vorzugsweise mit Schlammwasser durchgeführt, das auf die Vergärung von Energiepflanzen folgend erhalten wurde oder nach der Vergärung erhalten wurde, um Biogas zu produzieren, nach der Trennung von Feststoffen und Flüssigkeiten oder mit Schlammwasser, das aus einem späteren Prozess in dem System erhalten wurde.

[0319] Gemäß dieser Ausführungsform der Erfindung ist es ebenfalls möglich, den Tierschutz in einem Stall durch die Verwendung von Stroh in dem Stall zu verbessern, da es für die Tiere eine Schürfmöglichkeit und Beschäftigungsmaterial und Strukturfutter bereitstellt. Es ist in einer Ausführungsform vorteilhaft, dass Stroh, das organisches Material enthält, von dem Stall zum Kalkdruckkocher zu leiten und das organische Material vor einer weiteren Verarbeitung zu hydrolysieren. Ein weiteres Gesamtziel der Verbesserung des Tierschutzes in einem Stall liegt in der Möglichkeit, in der Lage zu sein, die Tiere zu besprühen, um die Anzahl an mikrobiologischen Organismen sowie den Staub in den Fellen der Tiere zu reduzieren und gleichzeitig die Temperatur der Tiere herabzusetzen.

[0320] Auf diese Weise wird ein Verfahren bereitgestellt, das die anaerobe Vergärung von Tierdung, Energiepflanzen und ähnlichen organischen Substraten sowie die Veredelung von in der vergärten Biomasse enthaltenen Nährstoffen zu Düngemitteln von handelsüblicher Qualität integriert in Kombination mit dem Erhalten von sauberem Schlammwasser.

[0321] Das hierin oben beschriebene integrierte Verfahren erfordert ein System von Bestandteilen oder eine Auswahl von solchen Bestandteilen, wie sie hierin im Detail an anderer Stelle beschrieben wurden.

[0322] Erfindungsgemäß ist eine Anlage wie sie in Anspruch 82 definiert ist.

[0323] Das System weist auf

- i) wahlweise eine erste Einrichtung, vorzugsweise Tierhäuser oder -ställe zum Halten und/oder zum Züchten von Tieren, vorzugsweise Nutztieren einschließlich Kühen, Schweinen, Rindern, Pferden, Ziegen, Schafen und/oder Geflügel und dergleichen,
- ii) eine obligatorische zweite Vorrichtung bezüglich mindestens einer Vorbehandlungsanlage wie in Anspruch 82 definiert zur Vorbehandlung von organischem Material, wobei das organische Material vorzugsweise Tierdung und/oder Tieraufschlammung und/oder Pflanzenbestandteile aufweist, wobei die Pflanzenbestandteile vorzugsweise Stroh, Pflanzen, Pflanzenrückstände, Silage, Energiepflanzen und wahlweise Tierkadaver oder deren Bestandteile, Schlachthausabfall, Fleisch- und Knochenmehl, Blutplasma oder ein beliebiges solches Erzeugnis, das von Tieren stammt, hinsichtlich des potentiellen Vorhandenseins von BSE-Prionen oder anderen Prionen risikobehaftetes und nicht risikobehaftetes Material aufweist, und
- iii) eine dritte obligatorische Einrichtung in Bezug auf einen Gärbehälter, der eine verbesserte Energiemenge erzeugt in der Form von Biogas aus einer Biomasse, die organisches Material aufweist,

wobei die erste Einrichtung aufweist

- a) ein System zum Reinigen eines oder mehrerer Böden, Roste, Schweineställe, Dungkanäle, Aufschlammungskanäle, Tiere und Belüftungskanäle in einem Tierhaus oder einem Stall, wobei das Reinigen die Verwendung von Reinigungswasser umfasst, und/oder
- b) ein System, um das Reinigungswasser, wahlweise in der Form einer Aufschlammung, die Reinigungswasser und organisches Material aufweist, von dem Tierhaus oder Stall zu der zweiten Einrichtung zu transportieren,

wobei die zweite Einrichtung aufweist

- a) einen ersten Vorbehandlungsbehälter in Form eines Austreibungs- bzw. Stripperbehälters zum i) Strippen von N (Stickstoff) einschließlich Ammoniak aus der Aufschlammung, die von der ersten Einrichtung zur zweiten Einrichtung geleitet wurde, oder ii) Strippen von Stickstoff einschließlich Ammoniak aus organischem Material, das von einem zusätzlichen Vorbehandlungsbehälter der zweiten Vorrichtung zugeleitet wurde, wobei der erste Vorbehandlungsbehälter wahlweise ebenfalls zum Hydrolysieren des organischen

Materials verwendet werden kann, und

b) einen zweiten Vorbehandlungsbehälter in der Form eines Kalkdruckkochers zum Hydrolysieren der Aufschlammung, die organisches Material aufweist, das von der ersten Einrichtung zur zweiten Einrichtung geleitet wurde, wobei die Hydrolyse im Abtöten, Inaktivieren und/oder Reduzieren einer Anzahl von beliebigem lebensfähigen mikrobiischen Organismen und/oder pathogenen Substanzen, die in der Aufschlammung vorhanden sind, oder eines Bestandteils davon resultiert, und

c) wahlweise mindestens einen Behälter, vorzugsweise einen Silobehälter zum Erzeugen von siliertem Pflanzenmaterial, das mindestens Getreide/Mais, Energiepflanzen, Rüben und Pflanzenrückstände aufweist, und

d) wahlweise mindestens einen zweiten Behälter, vorzugsweise einen Vorbehandlungsvergärungsbehälter, um die Silage und/oder das mit Kalk unter Druck gekochte organische Material zu vergären, bei dem die Vergärungsbedingungen entweder mesophile Vergärungsbedingungen und/oder thermophile Vergärungsbedingungen sind,

wobei die dritte Einrichtung aufweist

a) mindestens einen Biogasgärbehälter, zu dem die Aufschlammung und/oder organisches Material von der zweiten Einrichtung geleitet werden kann, zum Vergären des organischen Materials unter entweder mesophilen Vergärungsbedingungen und/oder thermophiler Vergärung, wobei die Vergärung in der Erzeugung von Biogas resultiert, das hauptsächlich Methan aufweist, und

b) wahlweise mindestens einen Behälter zum Auffangen des Biogases, wobei der Behälter wahlweise mit einem Auslass zur Verteilung von Biogas verbunden ist, oder mit einer Gasmaschine verbunden ist, und

c) wahlweise mindestens einem ersten Separator, vorzugsweise einer Dekanterzentrifuge, in dem das vergärrte Material von dem mindestens einen Biogasgärbehälter in einem im Wesentlichen flüssigen Anteil in der Form von Schlammwasser und einen im Wesentlichen festen Anteil getrennt wird, wobei der feste Anteil festen Phosphor (P) enthaltendes organisches und anorganisches Material aufweist, und

d) wahlweise mindestens einen zweiten Separator, vorzugsweise einen keramischen Mikrofilter, in dem das Schlammwasser von dem mindestens einen ersten Separator weiterverarbeitet wird, vorzugsweise durch Belüftung und Filtration, wobei sich aus der Verarbeitung die Entfernung von mindestens einigen und vorzugsweise eines Hauptteils eines oder mehrere Geruchsbestandteile, Stickstoff-(N)Verbünde und Kalium-(K)Verbünde ergibt, wobei sich aus der Trennung des Weiteren die Erzeugung von Schlammwasser ergibt, das eine reduzierte Anzahl von Geruchsbestandteilen, Stickstoff-(N)Verbünden und Kalium-(K)Verbünden verglichen mit der vor der Trennung vorhandenen Menge ergibt.

[0324] Das System weist vorzugsweise Rohre auf, die ein geschlossenes System bilden, wodurch eine Emission von Staub, mikrobiischen Organismen, Ammoniak, Luft, Flüssigkeit oder irgendeinem anderen Bestandteil innerhalb des Systems verhindert wird oder zu deren Reduktion führt.

[0325] Die flüssigen Anteile oder das Schlammwasser von einem oder mehreren des mindestens einen Silobehälters, des mindestens einen Vorbehandlungsvergärungsbehälters, des mindestens einen Biogasgärbehälters, des mindestens einen ersten Separators und des mindestens einen zweiten Separators werden vorzugsweise zur Reinigung des Tierhauses oder des Stalles wieder verwendet.

[0326] Die flüssigen Anteile oder das Schlammwasser von einem beliebigen oder mehreren des mindestens einen Silobehälters, des mindestens einen Vorbehandlungsvergärungsbehälters, des mindestens einen Biogasgärbehälters, des mindestens einen ersten Separators und des mindestens einen zweiten Separators wird vorzugsweise in einem beliebigen Schritt des Aufschlammungstrennungs- und Biogaserzeugungssystem wieder verwendet, um das organische Material in einem geeigneten flüssigen Zustand zu halten.

[0327] Das System ermöglicht es, Kalk einschließlich CaO und/oder Ca(OH)_2 zu dem organischen Material hinzuzufügen, bevor das organische Material in den Austreibungs- bzw. Stripperbehälter zum Strippen von Stickstoff einschließlich Ammoniak gelangt, vorzugsweise durch Hinzufügen einer Kalkmenge die ausreicht, um einen pH-Wert von etwa 10 bis etwa 12 zu erzeugen, wahlweise in Kombination mit einem Erhitzungsschritt und einer Belüftung der Aufschlammung einschließlich des organischen Materials.

[0328] Das organische Material verbleibt vorzugsweise in dem Austreibungs- bzw. Stripperbehälter des Systems für eine Zeitdauer von 5–10 Tagen sowie 7 Tage. Die Temperatur innerhalb des Austreibungs- bzw. Stripperbehälters ist vorzugsweise zwischen 60°C und 80°C . Eine Menge von etwa 30 und 60 g Ca(OH)_2 pro kg Trockenmasse in dem organischen Material wird vorzugsweise zu dem organischen Material in dem Austreibungs- bzw. Stripperbehälter hinzugefügt oder bevor das organische Material in den Austreibungs- bzw. Stripperbehälter gelangt.

[0329] Das System erleichtert das Auffangen von gestripptem Stickstoff einschließlich Ammoniak aus dem Austreibungs- bzw. Stripperbehälter und das Zuleiten des gestrippten Stickstoffs zu einer Säule, in der der Stickstoff einschließlich Ammoniak in Wasser oder einer sauren Lösung, die vorzugsweise Schwefelsäure aufweist, absorbiert wird, und wahlweise auch die Speicherung des absorbierten Ammoniaks in einem Behälter. Der im Wasser oder einer sauren Lösung absorbierte Stickstoff wird auf diese Weise vorzugsweise als ein Düngemittel benutzt.

[0330] Der Kalkdruckkocher des Systems ist vorzugsweise eine Vorrichtung, die zunächst in der Lage ist, das organische Material in Segmente zu schneiden und nachfolgend geeignet ist, das segmentierte organische Material in einer Kammer zu leiten, wo das segmentierte organische Material erhitzt wird und gleichzeitig einem hohen Druck aufgrund der erhöhten Temperatur ausgesetzt ist. Zu dem organischen Material, das in dem Kalkdruckkocher behandelt werden soll, wird eine Menge an Kalk einschließlich CaO und/oder Ca(OH)₂ hinzugefügt, vor oder nach dem Hineingeben in den Kalkdruckkocher.

[0331] Vorzugsweise wird CaO in den Kalkdruckkocher in einer Menge von 5–10 g/kg Trockenmasse in dem organischen Material gegeben. Das System arbeitet bei einer Temperatur von zwischen 100°C und 220°C sowie z. B. 180°C bis 200°C. Die Temperatur wird entsprechend des zu behandelnden organischen Materials ausgerichtet, eine höhere Temperatur wird gewählt, je höher der Anteil an Zellulose, Hemizellulose und Lignin in dem organischen Material ist, oder eine höhere Temperatur wird gewählt entsprechend des Risikos des infektiösen mikrobiischen Organismus oder der pathogenen Bestandteile einschließlich der BSE-Prionen in dem organischen Material.

[0332] Der Druck beträgt zwischen vorzugsweise zwischen 2 bis vorzugsweise weniger als 16 bar, sowie von 4 bis vorzugsweise weniger als 16 bar, z. B. von 6 bis vorzugsweise weniger als 16 bar, sowie von 10 bis vorzugsweise weniger als 16 bar. Das System arbeitet bei der erhöhten Temperatur für eine Dauer von 5–10 Minuten, längere Behandlungszeiten können jedoch ebenfalls verwendet werden.

[0333] Der Stickstoff einschließlich Ammoniak, der in dem Kalkdruckkocher gestrippt wurde, wird vorzugsweise aufgefangen und zu einer Säule geleitet und wie hierin an einer anderen Stelle beschrieben absorbiert.

[0334] Das System erleichtert in einer Ausführungsform die Einleitung von Silage wie z. B. Mais, Energiepflanzen, Zuckerrüben und/oder Pflanzenrückständen in einen mesophilen oder thermophilen Vergärungsbehälter, bevor das Material weiter in den Austreibungs- bzw. Stripperbehälter geleitet wird.

[0335] Das System kann ebenfalls die Einleitung des mit Kalk unter Druck gekochten organischen Materials zu einem mesophilen oder thermophilen Vergärungsbehälter unterstützen, bevor das Material in den Austreibungs- bzw. Stripperbehälter geleitet wird.

[0336] Das System ermöglicht ebenfalls die Optimierung der Vergärung des organischen Materials und die Erzeugung von Biogas durch Bereitstellen einer Vorbehandlungsanlage, die Einrichtungen zum Strippen von Stickstoff einschließlich Ammoniak und/oder Durchführen einer alkalischen Hydrolyse unter vorbestimmten Prozessparametern einschließlich pH-Wert, Temperatur, Belüftung, Dauer, Schaumhemmung und Flockenbildung von gelöstem Material aufweist.

[0337] Das System gewährt optimierte Bedingungen für die Population von mikrobiischen Organismen, die in den Biogas erzeugenden Gärbehältern enthalten sind. Dies wird z. B. durch Ableiten von sterilisierter oder gereinigter Aufschlammung aus dem Austreibungsbehälter zu mindestens einem ersten Biogasgärbehälter erreicht, wobei die sterilisierte oder gereinigte Aufschlammung die Population der Biogas erzeugenden mikrobiischen Organismen in dem Gärbehälter nicht hemmt oder behindert. Insbesondere kann organisches Material, aus dem Stickstoff einschließlich Ammoniak gestrippt ist, in einen Biogasreaktor geleitet werden, in dem die Vergärungsbedingungen eine mesophile Vergärung unterstützen. Sobald das organische Material einer mesophilen Vergärung unterzogen wurde, wird das organische Material vorzugsweise in einen weiteren Biogasreaktor des Systems geleitet, in dem die Vergärungsbedingungen geeignet sind, eine thermophile Vergärung zu unterstützen.

[0338] Die thermophilen Reaktionsbedingungen umfassen eine Reaktionstemperatur die von 45°C bis 75°C reicht sowie eine Reaktionstemperatur, die von 55°C bis 60°C reicht. Die mesophilen Reaktionsbedingungen umfassen eine Reaktionstemperatur, die von 20°C bis 45°C reicht einschließlich einer Reaktionstemperatur, die von 30°C bis 35°C reicht.

[0339] Das System erlaubt es, dass sowohl die thermophile Reaktion als auch die mesophile Reaktion mindestens über 5–15 Tage stattfindet sowie für mindestens 7–10 Tage, vorzugsweise mindestens 7 Tage.

[0340] Das System weist Einrichtungen auf, die geeignet sind, die Schaumbildung zu verhindern, wobei die Einrichtungen geeignet sind, z. B. Polymere und/oder Pflanzenöle einschließlich Rapsöl und/oder verschiedene Salze hinzuzufügen, einschließlich Salze, die CaO und/oder Ca(OH)₂ aufweisen.

[0341] Das System ermöglicht es mindestens einen Teil des vergärten organischen Materials aus den Biogasreaktoren in demselben Reaktor wieder zu verwenden, wobei das vergäerte organische Material als ein Inkulum der Population von mikrobischen Organismen fungiert, die die Vergärung ausführen.

[0342] Das System ermöglicht es in einer Ausführungsform, eine Aufschlammung einschließlich einer Flüssigkeit, die feste Bestandteile aufweist, in einen ersten Separator zum Trennen der festen Materialien einschließlich eines begrenzten Anteils des Flüssigkeitsanteils zu trennen. Dieser hauptsächlich feste Bestandteil weist organisches und anorganisches einschließlich P (Phosphor) und Verwendungen hiervon auf. Der hauptsächlich feste Bestandteil kann des Weiteren getrocknet werden und enthält ein Düngemittel. Der erste Separator des Systems ist vorzugsweise eine Dekanterzentrifuge.

[0343] Das System ermöglicht ebenfalls, das Schlammwasser aus dem ersten Separator in einem zweiten Separator behandelt wird, wobei der zweite Separator einen keramischen Mikrofilter aufweist, in dem das Schlammwasser aus dem ersten Separator darüber hinaus durch Belüftung und Filtration verarbeitet wird, wahlweise indem es jegliche Restgeruchsbestandteile, jegliche Reststickstoffverwendungen und/oder jegliche Bestandteile, die K (Kalium) enthalten, entfernt, wobei ein im Wesentlichen sauberes Schlammwasser zurückgelassen wird, das im Wesentlichen keine verbleibenden Bestandteile mehr enthält.

[0344] Das System ermöglicht es, das Schlammwasser von dem thermophilen Biogasreaktor oder von dem ersten und/oder zweiten Separator auf eine landwirtschaftlich genutzte Fläche zu leiten, zu einer Abwasserkläranlage oder einer Reinigungsanlage oder einer biologischen Behandlungsanlage zur weiteren Reinigung, wenn erforderlich.

[0345] Das System oder die Verfahren der vorliegenden Erfindung können verwendet werden, um: Die Umweltemissionen von Staub, mikrobischen Organismen, Ammoniak, verunreinigter Luft, Flüssigkeit oder irgendeiner anderen Einrichtung innerhalb des Systems, insbesondere von den Tierhäusern zu eliminieren oder zu verringern.

[0346] Die Verwendung der in einer Biomasse einschließlich organischem Material enthaltenen Energie zu verbessern.

[0347] Die Erstellung von Biogas, das Methangas und Methan tragendes Gas aufweist, zu verbessern. Das Gas kann in einem Behälter lokal gespeichert werden und/oder kann in ein handelsübliches Gasverteilungsnetz geleitet werden.

[0348] Unterschiedliche Anteile an N (Stickstoff), P (Phosphor) und möglicherweise K (Kalium) aus organischen Materialien zu erhalten. Die Anteile weisen einen wirtschaftlichen Wert auf und können als Düngemittel verwendet werden, um landwirtschaftliche und gärtnerische Kulturpflanzen zu düngen.

[0349] Einen verbesserten Tierschutz und eine verbesserte Hygiene in Tierställen und entsprechend für den Ausstoß aus den Tierställen zu erreichen. Der Ausstoß umfasst Dung, Aufschlammung und zu schlachtende Tiere. Die sauberen Tiere vermindern das Infektionsrisiko des Fleisches, wenn die Tiere geschlachtet werden.

[0350] Ein Verfahren zu erzielen zur Verfügbarmachung von Tierkadavern oder deren Bestandteilen, Fleisch- und Knochenmehl oder irgendeines anderen Erzeugnisses aus Tieren für die Entsorgung auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in der Form von veredelten Düngemitteln, und dadurch von Mikro- und Makronährstoffen in dem Tiererzeugnis bei der landwirtschaftlichen oder gärtnerischen Pflanzenerzeugung zu profitieren.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reduzierung der Anzahl von entwicklungsfähigen mikrobischen Organismen und/oder Prionen, die in einem organischen Material vorhanden sind, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist
i) Bereitstellen eines organischen Materials, das feste und/oder flüssige Bestandteile aufweist,

ii) Unterziehen des organischen Materials den folgenden Bearbeitungsschritten
a) mit Kalk unter Druck Kochen bei einer Temperatur zwischen 100°C und 220°C, woraus sich eine Hydrolyse des organischen Materials ergibt, wobei der Kalk $\text{Ca}(\text{OH})_2$ und/oder CaO ist, und
b) Strippen von Ammoniak aus dem mit Kalk unter Druck gekochten organischen Material, wobei der in Verbindung mit dem Strippen von Ammoniak und der Abwasserreinigung des organischen Materials hinzugefügte Kalk gelöste Orthophosphate ausfällt, und
iii) Erhalten eines bearbeiteten organischen Materials, das eine reduzierte Anzahl von entwicklungsfähigen mikrobiologischen Organismen und/oder Prionen aufweist, wobei das Verfahren die weiteren Schritte des Umlebens des bearbeiteten organischen Materials in einen Biogas-Gärbehälter, das Vergären des bearbeiteten organischen Materials und das Erhalten eines Biogases umfasst.

2. Verfahren nach Anspruch 1, das den weiteren Schritt des Aufbringens des bearbeiteten organischen Materials auf eine landwirtschaftlich genutzte Fläche aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, das den weiteren Schritt des Aufbringens des rückständigen Materials, das aus der Vergärung des bearbeiteten organischen Materials resultiert, auf eine landwirtschaftlich genutzte Fläche aufweist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die mikrobiologischen Organismen veterinärmikrobiologische und Zoonose-Erreger sind.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die mikrobiologischen Organismen infektiöse mikrobiologische Organismen oder parasitäre mikrobiologische Erregerorganismen sind.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das organische Material, das feste und/oder flüssige Bestandteile aufweist, aus Dung und dessen Güllen, Ernterückständen, Silofutterbeständen, Tierkadavern oder deren Bestandteilen, Schlachthausabfällen oder Tiermehl einschließlich beliebiger Kombinationen davon besteht.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Biogasherstellung des Weiteren durch das mit Kalk unter Druck Kochen des organischen Materials, bevor das organische Material einem Ammoniakstrippungsschritt in einem Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter unterzogen wird, verbessert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei das mit Kalk unter Druck gekochte organische Material vergärt wird, bevor es einem Ammoniakstrippungsschritt unterzogen wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das organische Material pflanzlichen Ursprungs siliert wird, bevor es zu einem Ammoniakstrippungsschritt geleitet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei das silierte organische Material pflanzlichen Ursprungs vor einem Ammoniakstrippungsschritt vergärt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 7, wobei der Schritt des Stripbens von Ammoniak durch anfängliches Hinzufügen einer Kalkmenge zu dem organischen Material durchgeführt wird, um den pH-Wert auf über 9 bei einer Temperatur von etwa 40°C zu steigern.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei der pH-Wert über 10 liegt.

13. Verfahren nach Anspruch 11, wobei der pH-Wert über 11 liegt.

14. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Temperatur über 50°C beträgt.

15. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Temperatur über 60°C beträgt.

16. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Bearbeitungszeit des Ammoniakstrippungsschritts 2 bis 15 Tage beträgt.

17. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Bearbeitungszeit des Ammoniakstrippungsschritts 4 bis 10 Tage beträgt.

18. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Bearbeitungszeit des Ammoniakstrippungsschritts 6 bis 8 Tage beträgt.
19. Verfahren nach Anspruch 7, wobei der pH-Wert 8 bis 12, die Temperatur 70°C bis 80°C, das Verhältnis Flüssigkeit zu Gas weniger als 1:400 und die Bearbeitungszeit des Ammoniakstrippungsschritts ungefähr 7 Tage betragen.
20. Verfahren nach Anspruch 11, wobei das organische Material ein Maximum von 50 (w/v) Feststoffe aufweist.
21. Verfahren nach Anspruch 11, wobei das organische Material ein Maximum von 30 (w/v) Feststoffe aufweist.
22. Verfahren nach Anspruch 11, wobei das organische Material ein Maximum von 10 (w/v) Feststoffe aufweist.
23. Verfahren nach Anspruch 11, wobei der gestrippte Ammoniak in einer Säule bzw. Kolonne absorbiert wird, bevor er in einem Behälter gespeichert wird.
24. Verfahren nach Anspruch 23, wobei die Kolonne Wasser oder eine saure Lösung aufweist.
25. Verfahren nach Anspruch 24, wobei die saure Lösung Schwefelsäure ist.
26. Verfahren nach Anspruch 23, wobei der durch mit Kalk unter Druck gekochte ausgetriebene Ammoniak ebenfalls in der Kolonne absorbiert wird, bevor er in einem Behälter gespeichert wird.
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei der Schritt des mit Kalk unter Druck Kochens des organischen Materials bei einer Temperatur von 120°C bis 220°C, unter einem Druck von 2 bis 20 bar, einem pH-Wert, der mittels Hinzufügen von Kalk ausreichend ist, um einen Wert von 9 bis 12 zu erreichen und mit einer Betriebszeit des Schritts des mit Kalk unter Druck Kochens von mindestens einer Minute bis vorzugsweise weniger als 60 Minuten durchgeführt wird.
28. Verfahren nach Anspruch 27, wobei die Temperatur im Intervall von 180°C bis 200°C liegt, der Druck von 10 bar bis weniger als 16 bar beträgt, der pH-Wert 10 bis 12 beträgt und wobei die Bearbeitungszeit des Schritts des mit Kalk unter Druck Kochens 5 min bis 10 min beträgt.
29. Verfahren nach Anspruch 27, wobei das organische Material des Weiteren Tiefstreu oder Dung von Rindern, Schweinen und Geflügel aufweist.
30. Verfahren nach Anspruch 27, wobei das organische Material des Weiteren Proteine aufweist, die BSE-Prionen oder andere Prionen bilden, wobei die BSE-Prionen oder anderen Prionen im Schritt des mit Kalk unter Druck Kochens beseitigt werden.
31. Verfahren nach Anspruch 27, wobei das organische Material des Weiteren Stroh, Fasern oder Sägespäne aufweist.
32. Verfahren nach Anspruch 27, wobei das organische Material einen Faseranteil von mehr als 10% (w/w) aufweist.
33. Verfahren nach Anspruch 27, wobei das organische Material einen Anteil an komplexen Kohlehydraten, die Zellulose und/oder Hemizellulose und/oder Lignin umfassen, von mehr als 10% (w/w) aufweist.
34. Verfahren nach Anspruch 27, wobei CaO in einer Menge von 2 bis 80 g pro kg Trockenmasse hinzugefügt wird.
35. Verfahren nach Anspruch 27, wobei CaO in einer Menge von 5 bis 60 g pro kg Trockenmasse hinzugefügt wird.
36. Verfahren nach Anspruch 27, wobei das organische Material eingeweicht wird, bevor es in dem Kalkdruckkocher (Lime Pressure Cooker) behandelt wird.

37. Verfahren nach Anspruch 36, wobei das organische Material durch einen Schneckenförderer aufgeweicht wird, der mit einem Mazerator ausgestattet ist, der das organische Material in den Kalkdruckkocher befördert, wo das organische Material durch Dampfeinspritzung oder durch Dampf in einer Hülle um den Kalkkocher oder einer Kombination von beidem erhitzt wird.

38. Verfahren nach Anspruch 27, das den weiteren Schritt des Leitens des in dem Kalkdruckkocher behandelten organischen Materials in eine Gärbehälter zur mesophilen und/oder thermophilen Vergärung, bevor das organische Material der Ammoniakstrippung unterzogen wird.

39. Verfahren nach Anspruch 38, wobei die Vergärung mittels einer bakteriellen Population durchgeführt wird.

40. Verfahren nach Anspruch 38, wobei die Vergärung eine anaerobe Vergärung ist.

41. Verfahren nach Anspruch 38, wobei das organische Material tierischen Ursprungs eine Stickstoffmenge von mehr als 10% (w/v) aufweist.

42. Verfahren nach Anspruch 38, wobei die Vergärung bei einer Temperatur von 15°C bis vorzugsweise weniger als 65°C durchgeführt wird.

43. Verfahren nach Anspruch 38, wobei die Vergärung bei einer Temperatur von 25°C bis vorzugsweise weniger als 55°C durchgeführt wird.

44. Verfahren nach Anspruch 38, wobei die Vergärung bei einer Temperatur von 35°C bis weniger als 45°C durchgeführt wird.

45. Verfahren nach Anspruch 38, wobei die Vergärung für einen Zeitraum von 5 bis weniger als 15 Tagen durchgeführt wird.

46. Verfahren nach Anspruch 38, wobei die Vergärung für einen Zeitraum von 7 bis weniger als 10 Tagen durchgeführt wird.

47. Verfahren nach Anspruch 9, wobei das zu silierende organische Material einjährige Futterpflanzen wie z. B. Rüben, Mais, Klee gras umfasst und wobei gegebenenfalls das Grünzeug enthalten ist.

48. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Biogasproduktion in einem oder mehreren Gärbehältern durch mikrobiische Organismen durchgeführt wird und eine anaerobe Vergärung des organischen Materials umfasst.

49. Verfahren nach Anspruch 48, wobei die mikrobiischen Organismen Bakterien sind, die hauptsächlich Methan und einen kleineren Bruchteil von Kohlendioxid produzieren, verglichen mit der Methanproduktion bei der Vergärung des organischen Materials.

50. Verfahren nach Anspruch 48, wobei die Biogasproduktion in zwei Gärbehältern mittels anaerober bakterieller Vergärung des organischen Materials durchgeführt wird, anfänglich durch Vergärung mit thermophilen Bakterien in einem ersten Gärbehälter, gefolgt vom Ableiten des thermophil vergärten organischen Materials in einen zweiten Gärbehälter, wobei die Vergärung mit mesophilen Bakterien stattfindet.

51. Verfahren nach Anspruch 50, wobei die thermophilen Reaktionsbedingungen einen Reaktionstemperaturbereich von 45°C bis 75°C umfassen.

52. Verfahren nach Anspruch 50, wobei die thermophilen Reaktionsbedingungen einen Reaktionstemperaturbereich von 55°C bis 60°C umfassen.

53. Verfahren nach Anspruch 50, wobei die mesophilen Reaktionsbedingungen einen Reaktionstemperaturbereich von 20°C bis 45°C umfassen.

54. Verfahren nach Anspruch 50, wobei die mesophilen Reaktionsbedingungen einen Reaktionstemperaturbereich von 30°C bis 35°C umfassen.

55. Verfahren nach Anspruch 50, wobei die thermophile Reaktion 5 bis 15 Tage durchgeführt wird.
56. Verfahren nach Anspruch 50, wobei die thermophile Reaktion 7 bis 10 Tage durchgeführt wird.
57. Verfahren nach Anspruch 50, wobei die mesophile Reaktion 5 bis 15 Tage durchgeführt wird.
58. Verfahren nach Anspruch 50, wobei die mesophile Reaktion 7 bis 10 Tage durchgeführt wird.
59. Verfahren nach Anspruch 50, wobei eine mögliche Schaumbildung durch das Hinzufügen von Polymeren und/oder Pflanzenölen und/oder einem oder mehreren Salzen reduziert und/oder eliminiert wird.
60. Verfahren nach Anspruch 59, wobei das Pflanzenöl Rapsöl ist.
61. Verfahren nach Anspruch 48, wobei eine gewünschte Flockenbildung von Substanzen und Partikeln während der Biogasproduktion durch das Hinzufügen von Kalzium-Ionen erreicht wird, die geeignet sind, Kalziumbrücken zwischen organischen und anorganischen Substanzen in Lösung oder Aufschwemmung zu bilden, wobei die Kalziumbrücken in der Bildung von "Flocken" der Partikel resultieren.
62. Verfahren nach Anspruch 61, wobei das Hinzufügen von Kalzium-Ionen des Weiteren in einem Ausfällen von Orthophosphaten einschließlich gelöstem (PO_4^{3-}) resultiert, das sich vorzugsweise als Kalziumphosphat $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ niederschlägt, wobei das ausgefallene Kalziumphosphat vorzugsweise in einer Aufschlammung aufgelöst bleibt.
63. Verfahren nach Anspruch 61, wobei das erhaltene Biogas in eine Gasmaschine umgeleitet wird, die geeignet ist, Wärme und/oder Elektrizität zu erzeugen.
64. Verfahren nach Anspruch 63, wobei die Wärme dazu verwendet wird, den Kalkdruckkocher und/oder den Gärbehälter und/oder den Reaktor zum Strippen vom Ammoniak und/oder den einen oder mehrere Biogasreaktor(en) und/oder ein oder mehrere Stallgebäude zu erwärmen.
65. Verfahren nach Anspruch 63, wobei die Elektrizität in ein handelsübliches Stromverteilungsnetz geleitet wird.
66. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die mikrobiischen Organismen Campylobacter-Bakterien, Salmonella-Bakterien, Jersinia-Bakterien, Askaris-Viren und Viroide umfassen.
67. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, das weiterhin den Schritt der Erzeugung von Stickstoff mit Düngemitteln aus dem organischen Material umfasst, wobei die Erzeugung die Schritte i) Sammeln von ausgetriebenem Ammoniak aus dem organischen Material in einem Ammoniakstrippungsschritt, ii) Absorbieren des Ammoniaks in Wasser oder einer Säurelösung, die Schwefelsäure enthält, und iii) Erhalten des Stickstoffdüngers, umfasst.
68. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, das des Weiteren den Schritt der Erzeugung von Phosphor mit Düngemitteln aus dem organischen Material aufweist, wobei die Erzeugung die Schritte i) Ableiten von Gülle aus dem Biogasgärbehälter in eine erste Trenneinrichtung bzw. Separator, ii) Trennen des vergärten organischen Materials und anorganischen Materials in einen festen Anteil und einen flüssigen Anteil an Schlammwasser, iii) Erhalten eines festen Anteils, der einen Teil des Phosphors als Kalziumphosphat $(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)$ und anfangs in der Gülle gelöste organische Phosphate enthält, wobei der Feststoffanteil geeignet ist, als Phosphordünger verwendet zu werden, umfasst.
69. Verfahren nach Anspruch 68, wobei die Trenneinrichtung eine Dekanterzentrifuge ist.
70. Verfahren nach Anspruch 68, wobei der den Phosphor enthaltende Feststoffanteil getrocknet wird, um ein Granulat zu erzeugen, das einen Stickstoffdünger aufweist.
71. Verfahren nach einem der Ansprüche 68 und 69, wobei das in dem Trennschritt erhaltene Schlammwasser einen Stickstoff- und Phosphorinhalt von weniger als 0,1% (w/v) aufweist.
72. Verfahren nach Anspruch 71, wobei das Schlammwasser in den Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter umgeleitet und zum Ammoniakstrippen aus dem organischen Material in dem Strippungs- bzw. Austrei-

bungsbehälter wieder verwendet wird.

73. Verfahren nach Anspruch 71, wobei Schlammwasser zum Reinigen eines Stalls wieder verwendet wird.

74. Verfahren nach Anspruch 71, wobei das Schlammwasser frei von Quellen ist, die geeignet sind, Zoonose-Erreger, veterinäre Viren, infektiöse Bakterien, Parasiten, BSE-Prionen und andere Prionen zu verbreiten.

75. Verfahren nach einem der Ansprüche 68 und 69, das den weiteren Schritt des Ammoniakstrippens aus dem Schlammwasser in einer Dampfstrippervorrichtung aufweist.

76. Verfahren nach Anspruch 75, wobei der gelöste Ammoniak in einem Zwei-Stufen-Kondensator kondensiert wird.

77. Verfahren nach Anspruch 76, wobei der Ammoniak mit einem ersten Schritt in einem Gegenstrom von gekühltem Ammoniak Kondensat kondensiert wird.

78. Verfahren nach Anspruch 77, wobei der im ersten Schritt nicht kondensierte Ammoniak in einem Permeat-Gegenstrom aus einem Umkehrosmoseschritt kondensiert wird, der zum Extrahieren von Kalium aus dem aus dem Verfahren von Anspruch 69 erhaltenen Schlammwasser verwendet wird.

79. Verfahren nach Anspruch 75, das den weiteren Schritt des Ableitens des gelösten Ammoniaks zu der Kolonne aufweist, auf der der Ammoniak aus dem ersten Ammoniakstrippungs- bzw. -austreibungsbehälter absorbiert wurde.

80. Verfahren nach einem der Ansprüche 68 oder 69, das den weiteren Schritt des Erzeugens von Kalium mit Düngern aus organischen Materialien aufweist, wobei die Erzeugung i) das Ableiten des Kaliums, das den flüssigen Anteil an Schlammwasser aus dem ersten Trennschritt umfasst, in einen zweiten Trennschritt, ii) das Trennen der verbleibenden organischen und anorganischen Mischung von dem flüssigen Anteil, und iii) das Erhalten eines Kalium erhaltenden flüssigen Konzentrats, wobei das Kalium enthaltende flüssige Konzentrat geeignet ist, als Kaliumdünger verwendet zu werden, umfasst.

81. Verfahren nach Anspruch 80, wobei der zweite Trennschritt das Unterziehen des flüssigen Anteils enthaltenden Kaliums durch einen Mikrofilter umfasst, der mit einer intermittierenden Belüftung und Filtrierung des Schlammwassers arbeitet, wobei die Belüftung für die Zerlegung des zurückbleibenden organischen Materials und das Setzen der anorganischen Flocken sorgt.

82. Anlage zur Erzeugung von Biogas aus der anaeroben Vergärung von verarbeitetem organischem Material, das feste und flüssige Anteile aufweist, wobei die Anlage umfasst:

i) einen Kalkdruckkocher zum Hydrolysieren des organischen Materials,
 ii) einen Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter zum Ammoniak austreiben aus dem mit Kalk unter Druck gekochten organischen Material, wobei der Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter mit einer Absorptionseinheit zum Absorbieren und Kondensieren des gelösten Ammoniaks verbunden ist,
 iii) einem Gärbehälter zum anaeroben Vergären des mit Kalk unter Druck gekochten und Ammoniak-befreiten organischen Materials, wobei die Vergärung die Erzeugung von Biogas zur Folge hat, wobei der Kalkdruckkocher und der Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter verbunden sind, so dass das mit Kalk unter Druck gekochte organische Material aus dem Kalkdruckkocher in den Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter geleitet werden kann, und wobei der Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter und der Biogas-Gärbehälter miteinander verbunden sind, so dass das mit Kalk unter Druck gekochte und Ammoniak-befreite organische Material aus dem Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter in den Biogas-Gärbehälter geleitet werden kann, wobei der Kalkdruckkocher und der Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter des Weiteren verbunden sind, so dass abgelöster Ammoniak aus dem Kalkdruckkocher in den Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter geleitet und in der Absorptionseinheit absorbiert werden kann.

83. Anlage nach Anspruch 82, die weiterhin einen Hauptaufnahmebehälter für organische Gülle umfasst, wobei der Hauptaufnahmebehälter mit dem Kalkdruckkocher und dem Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter verbunden ist, so dass die organischen Gülle aus dem Hauptaufnahmebehälter in den Kalkdruckkocher und den Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter geleitet werden können.

84. Anlage nach Anspruch 83, die des Weiteren einen Silobehälter zur Einlagerung von Energiepflanzen aufweist.
85. Anlage nach Anspruch 82, die weiterhin einen Güllesammelbehälter zum Aufsammeln von organischen GülLEN aufweist, wobei der Güllesammelbehälter mit dem Hauptaufnahmebehälter verbunden ist und wobei der Güllesammelbehälter eine Pumpe zum Pumpen der organischen GülLEN aus dem Güllesammelbehälter in den Hauptaufnahmebehälter für organische GülLEN aufweist.
86. Anlage nach Anspruch 85, die weiterhin ein Stallgebäude zur Tierhaltung aufweist, wobei der Güllesammelbehälter unterhalb des Stallgebäudebodens angeordnet und mit dem Stallgebäude so verbunden ist, dass die Gülle vom Stallgebäude in den Güllesammelbehälter durch die Schwerkraft geleitet werden kann.
87. Anlage nach Anspruch 82, die weiterhin einen Mischbehälter zum Mischen des mit Kalk unter Druck gekochten organischen Materials und organischen GülLEN aus dem Aufnahmebehälter aufweist, wobei der Mischbehälter mit dem Kalkdruckkocher verbunden ist und das mit Kalk unter Druck gekochte organische Material und die organischen GülLEN in den Mischbehälter von dem Kalkdruckkocher geleitet werden können, wobei der Mischbehälter des Weiteren mit dem Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter verbunden ist.
88. Anlage nach Anspruch 87, die weiterhin eine Vorrichtung zur Kalkzuführung aufweist, wobei die Vorrichtung zur Kalkzuführung mittels einer Sammelleitung mit dem Kalkdruckkocher und dem Mischbehälter verbunden ist, so dass Kalk zum Kalkdruckkocher und zum Mischbehälter geleitet werden kann.
89. Anlage nach Anspruch 88, die weiterhin einen Mazerator zum Einweichen des organischen Materials aufweist, wobei der Mazerator mit dem Mischbehälter und dem Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter verbunden ist, so dass die Mischung aus dem mit Kalk unter Druck gekochten organischen Material und den organischen GülLEN aus dem Mischbehälter in den Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter geleitet werden kann.
90. Anlage nach Anspruch 89, die weiterhin einen Hauptaufnahmebehälter für organische GülLEN aufweist, wobei der Hauptaufnahmebehälter mit dem Kalkdruckkocher, dem Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter und dem Mischbehälter verbunden ist, so dass die organischen GülLEN aus dem Hauptaufnahmebehälter in den Kalkdruckkocher, den Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter und den Mischbehälter geleitet werden können.
91. Anlage nach Anspruch 90, die weiterhin einen Güllesammelbehälter zum Sammeln von organischen GülLEN aufweist, wobei der Güllesammelbehälter mit dem Hauptaufnahmebehälter verbunden ist, und wobei der Güllesammelbehälter eine Pumpe zum Pumpen der organischen GülLEN aus dem Güllesammelbehälter in den Hauptaufnahmebehälter für organische GülLEN aufweist.
92. Anlage nach Anspruch 91, die weiterhin ein Stallgebäude zur Tierhaltung aufweist, wobei der Güllesammelbehälter unterhalb des Stallgebäudebodens angeordnet und mit dem Stallgebäude so verbunden ist, dass die Gülle aus dem Stallgebäude in den Güllesammelbehälter durch Gravitation geleitet werden kann.
93. Anlage nach Anspruch 82, die weiterhin eine Vorrichtung zur Kalkzuführung aufweist, wobei die Vorrichtung zur Kalkzuführung mit dem Kalkdruckkocher verbunden ist, so dass der Kalk in den Kalkdruckkocher geleitet werden kann.
94. Anlage nach Anspruch 82, die weiterhin ein Transport- und Homogenisierungssystem für den Transport und die Homogenisierung von festem organischen Material aufweist, wobei das Transport- und Homogenisierungssystem Schneckenförderer und einen integrierten Mazerator aufweist, und wobei das Transport- und Homogenisierungssystem mit dem Kalkdruckkocher verbunden ist, so dass das homogenisierte feste organische Material in den Kalkdruckkocher geleitet werden kann.
95. Anlage nach Anspruch 94, die weiterhin eine Aufnahmestation zum Empfang von festem organischen Material aufweist, wobei die Aufnahmestation mit Schneckenförderern im Boden ausgestattet ist, und wobei die Aufnahmestation mit dem Kalkdruckkocher durch das Transport- und Homogenisierungssystem verbunden ist, so dass das homogenisierte feste organische Material aus der Aufnahmestation durch das Transport- und Homogenisierungssystem in den Kalkdruckkocher geleitet werden kann.
96. Anlage nach Anspruch 95, die weiterhin eine Wiegeeinrichtung zum Wiegen des festen organischen Materials aufweist.

97. Anlage nach Anspruch 82, die weiterhin einen Schwefelsäurebehälter zum Lagern der Schwefelsäure aufweist, wobei der Schwefelsäurebehälter mit der Ammoniakabsorptionseinheit verbunden ist, so dass Schwefelsäure in die Ammoniakabsorptionseinheit geleitet werden kann.

98. Anlage nach Anspruch 82, die weiterhin einen Speicherbehälter für gelösten Ammoniak zum Speichern des im Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter gelösten und in der Ammoniakabsorptionseinheit kondensierten Ammoniaks umfasst, wobei der Speicherbehälter mit der Ammoniakabsorptionseinheit verbunden ist, so dass kondensierter Ammoniak aus der Ammoniakabsorptionseinheit in den Speicherbehälter für gelösten Ammoniak geleitet werden kann.

99. Anlage nach Anspruch 82, die weiterhin eine Luftfilterungseinheit aufweist zur Filterung von Luft aus der Ammoniakabsorptionseinheit, wobei die Luftfilterungseinheit mit der Ammoniakabsorptionskolonne verbunden ist, so dass die Luft aus der Ammoniakabsorptionskolonne zur Luftfilterungseinheit geleitet werden kann.

100. Anlage nach Anspruch 82, die weiterhin einen Flüssigbiomassebehälter zur Speicherung von flüssiger Biomasse aufweist, wobei der Flüssigbiomassebehälter mit dem Biogas-Gärbehälter und dem Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter verbunden ist, so dass flüssige Biomasse aus dem Flüssigbiomassebehälter in den Biogas-Gärbehälter und den Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter geleitet werden kann.

101. Anlage nach Anspruch 82, die weiterhin einen Behälter für eine organische Säure aufweist zur pH-Wert-Einstellung des organischen Materials im Biogas-Gärbehälter, wobei der Behälter für organische Säuren mit dem Biogas-Gärbehälter verbunden ist, so dass organische Säure aus dem Behälter für organische Säuren in den Biogas-Gärbehälter geleitet werden kann.

102. Anlage nach Anspruch 82, die weiterhin einen Pufferbehälter für das Hinzufügen von PAX aufweist, wobei der Pufferbehälter mit dem Biogas-Gärbehälter verbunden ist, so dass vergärtes und entgastes organisches Material aus dem Biogas-Gärbehälter in den Pufferbehälter geleitet werden kann.

103. Anlage nach Anspruch 102, die weiterhin eine Dekanterzentrifuge zum Trennen des vergärten und entgasten organischen Materials in einen halbfesten Anteil aufweist, der Phosphor und eine Wasserphase umfasst, wobei die Dekanterzentrifuge mit dem Pufferbehälter verbunden ist, so dass das gepufferte vergärte und entgaste organische Material aus dem Pufferbehälter in die Dekanterzentrifuge geleitet werden kann.

104. Anlage nach Anspruch 103, die weiterhin einen Behälter zum Aufnehmen des halbfesten Anteils umfasst, der Phosphor aus dem Dekanter-Zentrifugieren enthält, wobei der Behälter zum Aufnehmen des Phosphor enthaltenden halbfesten Anteils mit der Dekanterzentrifuge verbunden ist, so dass der Phosphor enthaltende halbfeste Anteil von der Dekanterzentrifuge zum Behälter zur Aufnahme des Phosphor enthaltenden halbfesten Anteils geleitet werden kann.

105. Anlage nach Anspruch 103, die weiterhin einen zweiten Pufferbehälter zum Puffern der Wasserphase aus dem Dekanter-Zentrifugieren aufweist, wobei der zweite Pufferbehälter mit der Dekanterzentrifuge verbunden ist, so dass die Wasserphase vom Dekanter-Zentrifugieren aus der Dekanterzentrifuge in den zweiten Pufferbehälter geleitet werden kann.

106. Anlage nach Anspruch 105, die weiterhin ein Stallgebäude zur Haltung von Tieren aufweist, wobei der zweite Pufferbehälter mit dem Stallgebäude verbunden ist, so dass gepuffertes Wasser aus dem zweiten Pufferbehälter in das Stallgebäude geleitet werden kann.

107. Anlage nach Anspruch 105 und 106, wobei der zweite Pufferbehälter mit dem Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter verbunden ist, so dass gepuffertes Wasser aus dem zweiten Pufferbehälter in den Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter geleitet werden kann.

108. Anlage nach Anspruch 105, die weiterhin eine Dampfstrippervorrichtung aufweist zum Austreiben des restlichen Ammoniaks aus der Wasserphase, die aus der Dekanterzentrifuge erhalten wurde, wobei die Dampfstrippervorrichtung mit dem zweiten Pufferbehälter verbunden ist, so dass gepuffertes Wasser aus dem zweiten Pufferbehälter in die Dampfstrippervorrichtung geleitet werden kann.

109. Anlage nach Anspruch 105, wobei die Dampfstrippervorrichtung mit der Ammoniakabsorptionseinheit verbunden ist, so dass ausgetriebener Ammoniak, der in der Dampfstrippervorrichtung abgelöst wurde, in die

Ammoniakabsorptionseinheit geleitet werden kann.

110. Anlage nach Anspruch 105 und 108, die weiterhin einen Schlammwasserbehälter zur Aufnahme von Wasser, das in der Dampfstrippervorrichtung vom Ammoniak gelöst wurde, und zur Aufnahme von gepuffertem Wasser aus dem zweiten Pufferbehälter, wobei der Schlammwasserbehälter mit der Dampfstrippervorrichtung und dem zweiten Pufferbehälter verbunden ist, so dass Wasser aus der Dampfstrippervorrichtung und gepuffertes Wasser aus dem zweiten Pufferbehälter in den Schlammwasserbehälter geleitet werden kann.

111. Anlage nach Anspruch 110, die weiterhin ein Stallgebäude zur Tierhaltung aufweist, wobei der Schlammwasserbehälter mit dem Stallgebäude verbunden ist, so dass Schlammwasser in das Stallgebäude geleitet werden kann.

112. Anlage nach Anspruch 110 und 111, wobei der Schlammwasserbehälter mit dem Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter verbunden ist, so dass Schlammwasser in den Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter geleitet werden kann.

113. Anlage nach Anspruch 110, die des Weiteren eine Umkehrosmoseanlage zur Trennung des Kaliums aus dem Schlammwasser des Schlammwasserbehälters aufweist, wobei die Umkehrosmoseanlage mit dem Schlammwasserbehälter verbunden ist, so dass Schlammwasser aus dem Schlammwasserbehälter in die Umkehrosmoseanlage geleitet werden kann.

114. Anlage nach Anspruch 113, die des Weiteren einen Behälter zur Aufnahme einer Kaliumlösung aufweist, wobei der Behälter zur Aufnahme der Kaliumlösung mit der Umkehrosmoseanlage verbunden ist, so dass Kaliumkonzentrat aus der Umkehrosmoseanlage in den Behälter zur Aufnahme der Kaliumlösung geleitet werden kann.

115. Anlage nach Anspruch 82, die des Weiteren eine Kondenswassereinheit für Kondenswasser in dem durch die anaerobe Vergärung des organischen Materials erzeugten Biogas aufweist, wobei die Kondenswassereinheit mit dem Biogas-Gärbehälter verbunden ist, so dass durch die anaerobe Vergärung in dem Gärbehälter erzeugtes Biogas aus dem Biogas-Gärbehälter in die Kondenswassereinheit geleitet werden kann.

116. Anlage nach Anspruch 115, die des Weiteren einen Gasspeicher zur Speicherung des durch die anaerobe Vergärung des organischen Materials erzeugten Biogases aufweist, wobei der Gasspeicher mit der Kondenswassereinheit verbunden ist, so dass Biogas aus der Kondenswassereinheit in den Gasspeicher geleitet werden kann.

117. Anlage nach Anspruch 116, die des Weiteren eine Gasreinigungseinheit zum Reinigen des Biogases von Schwefelwasserstoffspuren aufweist, die im produzierten Biogas vorhanden sind, wobei die Gasreinigungseinheit mit dem Gasspeicher verbunden ist, so dass Biogas aus dem Gasspeicher in die Gasreinigungseinheit geleitet werden kann.

118. Anlage nach Anspruch 117, die des Weiteren eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage zur Verbrennung des Biogases und zur Erzeugung von elektrischem Strom und Wärme aufweist, wobei die Kraft-Wärme-Kopplungsanlage mit der Gasreinigungseinheit verbunden ist, so dass das gereinigte Gas aus der Gasreinigungseinheit in die Kraft-Wärme-Kopplungsanlage geleitet werden kann.

119. Anlage nach Anspruch 82 mit weiterhin

- iv) einem Stallgebäude zur Tierhaltung, wobei organische Gülle aus dem Stallgebäude in den Kalkdruckkocher und/oder den Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter geleitet werden können,
- v) einem Behälter zur Aufnahme von Ammoniak, der im Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter abgelöst wurde, wobei der Behälter zur Aufnahme von Ammoniak und der Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter verbunden sind, so dass der gelöste Ammoniak aus dem Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter in den Behälter zur Aufnahme von Ammoniak geleitet werden kann,
- vi) einem Silobehälter zur Aufnahme von vergärbarem organischen Material in Form von Silage,
- vii) einem Anaerobvorbehandlungsvergärungsbehälter zur anaeroben Vergärung von Silage, um Biogas aus der Silage zu entnehmen, wobei der Anaerobvorbehandlungsvergärungsbehälter mit dem Silobehälter verbunden ist, so dass Silage aus dem Silobehälter in den Anaerobvorbehandlungsvergärungsbehälter geleitet werden kann, und wobei der Anaerobvorbehandlungsvergärungsbehälter weiterhin mit dem Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter verbunden ist, so dass vergäerte Silage aus dem Anaerobvorbehandlungsvergärungsbehälter in den Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter geleitet werden kann,

viii) einer Dekanterzentrifuge zum Trennen von festen und flüssigen Anteilen, wobei die Dekanterzentrifuge mit dem Biogas-Gärbehälter zur anaeroben Vergärung des mit Kalk unter Druck gekochten und von Ammoniak gelösten organischen Materials verbunden ist, so dass das vergärte mit Kalk unter Druck gekochte und vom Ammoniak gelöste organische Material aus dem Biogas-Gärbehälter in die Dekanterzentrifuge geleitet werden kann,

ix) einem Behälter zur Aufnahme eines halbfesten Anteils, der mehr als 50% (w/w) Phosphor enthält, das aus dem Dekanter-Zentrifugieren erhalten wurde, wobei der Aufnahmebehälter und die Dekanterzentrifuge verbunden sind, so dass getrennter Phosphor aus der Dekanterzentrifuge in den Behälter zur Aufnahme eines Phosphor aufweisenden halbfesten Anteils geleitet werden kann,

x) einem Schlammwasserbehälter zur Aufnahme des flüssigen Anteils in Form von Schlammwasser, das sich aus dem Dekanter-Zentrifugieren ergibt, wobei der Schlammwasserbehälter und die Dekanterzentrifuge verbunden sind, so dass Schlammwasser aus der Dekanterzentrifuge in den Schlammwasserbehälter geleitet werden kann.

120. Anlage nach Anspruch 119, die weiterhin eine gasbetriebene Maschine aufweist, wobei die Gasmaschine und der Biogas-Gärbehälter verbunden sind, so dass Biogas aus dem Biogas-Gärbehälter in die gasbetriebene Maschine geleitet werden kann.

121. Anlage nach Anspruch 82 weiterhin mit

iv) einem Stallgebäude zur Tierhaltung, wobei das Stallgebäude a) ein Reinigungssystem, das Reinigungswasser zum Reinigen der Güllekanäle des Stallgebäudes verwendet, b) Ventilationskanäle und c) ein Transportsystem zum Transportieren der organischen Material umfassenden Güllen vom Stallgebäude zum Kalkdruckkocher und/oder zum Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter aufweist, so dass die organischen Güllen vom Stallgebäude zum Kalkdruckkocher und/oder zum Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter geleitet werden können,

v) einem Silobehälter zur Herstellung von siliertem Pflanzenmaterial, das Energiepflanzen aufweist,

vi) einem Vorbehandlungsvergärungsbehälter zum Vergären von Silage und/oder mit Kalk unter Druck gekochtem organischen Material unter mesophilen oder thermophilen Bedingungen, wobei der Vorbehandlungsvergärungsbehälter mit dem Silobehälter und dem Kalkdruckkocher verbunden ist, so dass Silage oder mit Kalk unter Druck gekochtes Material aus dem Silobehälter oder dem Kalkdruckkocher in den Anaerobvorbehandlungsvergärungsbehälter geleitet werden kann, und wobei der Anaerobvorbehandlungsvergärungsbehälter weiterhin mit dem Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter verbunden ist, so dass vergärte Silage oder mit Kalk unter Druck gekochtes organisches Material aus dem Anaerobvorbehandlungsvergärungsbehälter in den Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter geleitet werden kann,

vii) einer Dekanterzentrifuge, in der das vergärte organische Material, das aus der anaeroben Vergärung der Biogasvergärung resultiert, in Schlammwasser und einen Phosphor enthaltenden festen Anteil, der organisches und anorganisches Material enthält, aufgetrennt wird, wobei die Dekanterzentrifuge mit dem Biogas-Gärbehälter zur anaeroben Vergärung des mit Kalk unter Druck gekochten und vom Ammoniak gelösten organischen Materials verbunden ist, so dass das vergärte mit Kalk unter Druck gekochte und vom Ammoniak gelöste organische Material aus dem Biogas-Gärbehälter in die Dekanterzentrifuge geleitet werden kann,

viii) einem keramischen Mikrofilter zum Trennen der restlichen Feststoffe aus dem Schlammwasser, das sich aus dem Dekanter-Zentrifugieren ergibt, wobei der keramische Mikrofilter mit der Dekanterzentrifuge verbunden ist, so dass Schlammwasser, das beim Dekanter-Zentrifugieren erhalten wurde, in den keramischen Mikrofilter geleitet werden kann,

ix) einem Behälter zur Aufnahme von Biogas, wobei der Behälter mit dem Biogas-Gärbehälter verbunden ist, so dass Biogas, das sich aus der Vergärung des mit Kalk unter Druck gekochten und vom Ammoniak gelösten organischen Materials ergibt, vom Biogas-Gärbehälter in den Aufnahmebehälter geleitet werden kann, und wobei der Behälter zur Aufnahme von Biogas mit einem Auslass zur Verteilung von Biogas oder mit einem Gasmotor verbunden ist.

122. Anlage nach Anspruch 82 und wobei die Absorptionseinheit mit einem Schwefelsäurebehälter verbunden ist, wobei Schwefelsäure in die Absorptionseinheit geleitet werden kann,

wobei die Absorptionseinheit mit einem Speicherbehälter für gelösten Ammoniak verbunden ist, so dass kondensierter Ammoniak in den Speicherbehälter für gelösten Ammoniak geleitet werden kann und in dem Speicherbehälter für gelösten Ammoniak gespeichert werden kann,

wobei der Speicherbehälter für kondensierten Ammoniak einen Auslass zum Ableiten von kondensiertem Ammoniak aufweist, und

wobei die Absorptionseinheit mit dem Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter verbunden ist, wobei die Anlage weiterhin Folgendes aufweist
ein Stallgebäude zur Tierhaltung,

einen Güllesammelbehälter zum Aufsammeln von organischen Gülle aus dem Stallgebäude, wobei der Güllesammelbehälter unterhalb des Bodens des Stallgebäudes angeordnet ist und mit dem Stallgebäude verbunden ist, so dass Gülle aus dem Stallgebäude in den Güllesammelbehälter durch Gravitation geleitet werden kann, und

wobei der Güllesammelbehälter eine Pumpe zum Pumpen von organischen Gülle aus dem Güllesammelbehälter aufweist über eine Verbindung zu

einem Hauptaufnahmebehälter für organische Gülle,

wobei der Hauptaufnahmebehälter weiterhin mit dem Kalkdruckkocher, dem Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter, einem Silobehälter zur Erzeugung von siliertem Pflanzenmaterial mit Energiepflanzen und einen Mischbehälter zum Mischen von mit Kalk unter Druck gekochtem organischen Material und organischen Gülle,

wobei der Mischbehälter mit dem Kalkdruckkocher verbunden ist und

wobei das mit Kalk unter Druck gekochte organische Material und die organischen Gülle in den Mischbehälter aus dem Kalkdruckkocher und dem Hauptaufnahmebehälter geleitet werden,

wobei der Mischbehälter weiterhin mit dem Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter über einen Mazerator zum Einweichen von organischem Material verbunden ist, so dass die Mischung von mit Kalk unter Druck gekochtem organischen Material und organischen Gülle eingeweicht und aus dem Mischbehälter in den Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter geleitet werden kann,

wobei der Hauptaufnahmebehälter eine Pumpe aufweist zum Pumpen von organischen Gülle aus dem Hauptaufnahmebehälter in den Kalkdruckkocher und/oder den Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter und/oder den Mischbehälter

eine Kalkzuführungsvorrichtung mit einer Sammelleitung zum Hinzufügen von Kalk zum Kalkdruckkocher oder dem Mischbehälter,

einer Wiegeeinrichtung zum Wiegen von festem organischem Material,

einem Silobehälter zum Erzeugen von siliertem Pflanzenmaterial mit Energiepflanzen,

einer Aufnahmestation zum Empfangen von festem organischem Material

wobei die Aufnahmestation mit Schneckenförderern auf dem Boden ausgestattet ist, und

wobei die Aufnahmestation mit dem Kalkdruckkocher verbunden ist über

ein Transport- und Homogenisierungssystem zum Transportieren und Homogenisieren von festem organischen Material aus der Aufnahmestation in den Kalkdruckkocher,

wobei das Transport- und Homogenisierungssystem Schneckenförderer und einen integrierten Mazerator aufweist,

einen Flüssigbiomassebehälter zum Speichern von flüssiger Biomasse, wobei der Flüssigbiomassebehälter mit dem Biogas-Gärbehälter und dem Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter verbunden ist, so dass flüssige Biomasse aus dem Flüssigbiomassebehälter in den Biogas-Gärbehälter und vom Flüssigbiomassebehälter in den Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter geleitet werden kann,

einen Behälter für organische Säure zur pH-Wert-Einstellung des organischen Materials im Biogas-Gärbehälter, wobei der Behälter für organische Säuren mit dem Biogas-Gärbehälter verbunden ist, so dass organische Säure in den Biogas-Gärbehälter geleitet werden kann,

einer Dekanterzentrifuge zum Trennen des vergärten und entgasten organischen Materials in einen Phosphor aufweisenden halbfesten Anteil und eine Wasserphase,

wobei die Dekanterzentrifuge mit dem Gärbehälter über einen Pufferbehälter zum Hinzufügen von PAX verbunden ist, so dass entgastes und vergärtes organisches Material aus dem Biogas-Gärbehälter in den Pufferbehälter geleitet werden kann und so dass das gepufferte organische Material aus dem Pufferbehälter in die Dekanterzentrifuge geleitet werden kann,

wobei der Pufferbehälter eine Pumpe zum Ableiten des vergärten und entgasten organischen Materials aus dem Pufferbehälter in die Dekanterzentrifuge aufweist,

wobei die Dekanterzentrifuge mit einem Behälter zur Aufnahme von einem Phosphor aufweisenden halbfesten Anteil verbunden ist, der von der Wasserphase in der Dekanterzentrifuge getrennt wurde, so dass der halbfeste Anteil in den Behälter zur Aufnahme des Phosphor aufweisenden halbfesten Anteils geleitet werden kann,

einem Gasspeicher zum Speichern von Biogas, das durch die anaerobe Vergärung des organischen Materials erzeugt wurde,

wobei der Gasspeicher mit dem Gärbehälter verbunden ist, so dass das durch die anaerobe Vergärung im Gärbehälter erzeugte Biogas in den Gasspeicher geleitet werden kann durch Passieren

einer Kondenswassereinheit für in dem Biogas durch die anaerobe Vergärung erzeugtes Kondenswasser, wobei die Kondenswassereinheit mit dem Biogasgärbehälter und dem Gasspeicher verbunden ist, so dass Biogas aus dem Biogas-Gärbehälter in die Kondenswassereinheit und weiter zum Gasspeicher geleitet werden kann,

wobei die Kondenswassereinheit einen Auslass aufweist, so dass Kondenswasser aus dem Biogas aus der Anlage geleitet werden kann,

eine Gasreinigungseinheit zum Reinigen des Biogases von Schwefelwasserstoffspuren, die in dem produzierten Biogas vor Verbrennung des Biogases vorhanden sind, wobei die Gasreinigungseinheit mit dem Gasspeicher verbunden ist, so dass das Biogas aus dem Gasspeicher in die Gasreinigungseinheit geleitet werden kann, einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage zur Verbrennung des Biogases, wobei die Kraft-Wärme-Kopplungsanlage mit der Gasreinigungsanlage verbunden ist, so dass gereinigtes Biogas aus der Gasreinigungsanlage in die Kraft-Wärme-Kopplungsanlage geleitet werden kann, wobei die Kraft-Wärme-Kopplungsanlage durch Verbrennen des Biogases elektrischen Strom produziert, der in ein handelsübliches Stromverteilungsnetz geleitet werden kann, und wobei die Verbrennung des Biogases des Weiteren Wärme produziert, die durch Kühlen der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage mittels eines Wasserkreislaufs und durch weiteres Verwenden der in dem Wasserkreislauf absorbierten Wärme zum Heizen des Kalkdruckkochers, des Strippungs- bzw. Austreibungsbehälters, des Gärbehälters und/oder des Stallgebäudes verwendet werden kann, eine Dampfstrippervorrichtung zum Ablösen des restlichen Ammoniaks aus der Wasserphase, die von der Dekanterzentrifuge erhalten wurde, wobei die Dampfstrippervorrichtung einen Dampfwater-Wärmeaustauscher aufweist, der unter Verwendung des in der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage produzierten Stroms und/oder der dort produzierten Wärme erhitzt wird, und wobei die Dampfstrippervorrichtung mit der Dekanterzentrifuge verbunden ist, so dass die aus der Dekanterzentrifuge erhaltene Wasserphase in die Dampfstrippervorrichtung geleitet werden kann, und wobei die Dampfstrippervorrichtung mit der Absorptionseinheit verbunden ist, so dass der in der Dampfstrippervorrichtung abgelöste Ammoniak in die Ammoniakabsorptionseinheit geleitet werden kann, und wobei die Dekanterzentrifuge und die Dampfstrippervorrichtung verbunden sind über einen zweiten Pufferbehälter wobei der zweite Pufferbehälter mit der Dekanterzentrifuge und der Dampfstrippervorrichtung verbunden sind, so dass die in der Dekanterzentrifuge erhaltene Wasserphase aus der Dekanterzentrifuge in den zweiten Pufferbehälter geleitet werden kann und so dass die gepufferte Wasserphase aus dem zweiten Pufferbehälter in die Dampfstrippervorrichtung geleitet werden kann, wobei der zweite Pufferbehälter weiterhin mit dem Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter und dem Stallgebäude verbunden ist, so dass das aus der Dekanterzentrifuge erhaltene gepufferte Wasser in den Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter und das Stallgebäude geleitet werden kann, einen Schlammwasserbehälter zur Aufnahme von in der Dampfstrippervorrichtung vom Ammoniak abgelöste Wasser und zum Aufnehmen von Wasser aus der Dekanterzentrifuge durch Ableiten des Wassers durch den zweiten Pufferbehälter, wobei der Schlammwasserbehälter mit der Dampfstrippervorrichtung verbunden ist, so dass das vom Ammoniak gelöste Wasser aus der Dampfstrippervorrichtung in den Schlammwasserbehälter geleitet werden kann, und wobei der Schlammwasserbehälter mit dem zweiten Pufferbehälter verbunden ist, so dass die von der Dekanterzentrifuge erhaltene gepufferte Wasserphase durch den zweiten Pufferbehälter in den Schlammwasserbehälter geleitet werden kann, und wobei der Schlammwasserbehälter mit dem Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter und dem Stallgebäude verbunden ist, so dass Schlammwasser aus dem Schlammwasserbehälter in den Strippungs- bzw. Austreibungsbehälter und das Stallgebäude geleitet werden kann, eine Umkehrosmoseanlage zum Trennen von Kalium aus dem Schlammwasser des Schlammwasserbehälters, wobei die Umkehrosmoseanlage a) einen keramischen Mikrofilter und b) einen Umkehrosmosefilter zum Filtern des Permeats, das aus der keramischen Mikrofiltration resultiert, aufweist, und wobei die Filtration ein Kaliumkonzentrat erzeugt, wobei die Umkehrosmoseanlage mit dem Schlammwasserbehälter verbunden ist, so dass Schlammwasser aus dem Schlammwasserbehälter in die Umkehrosmoseanlage geleitet werden kann, und wobei die Umkehrosmoseanlage mit einem Tank zur Aufnahme von Kaliumlösung verbunden ist, so dass das Kaliumkonzentrat aus der Umkehrosmoseanlage in den Behälter zur Aufnahme von Kaliumlösung geleitet werden kann, und wobei die Umkehrosmoseanlage einen Auslass für das Permeat von dem Osmosefilter aufweist, so dass das Permeat aus der Anlage geleitet werden kann, wobei der Behälter zur Aufnahme der Kaliumlösung einen Auslass für Kaliumkonzentrat aufweist, so dass die Kaliumlösung aus der Anlage geleitet werden kann.

123. Anlage nach einem der Ansprüche 82 bis 122, wobei der Kalkdruckkocher aus zwei länglichen, rohrähnlichen horizontalen Kammern mit einer zentralen Schraube besteht, und wobei die Kammern überein-

ander angebracht sind.

124. Anlage nach Anspruch 123, wobei das Transport- und Homogenisierungssystem zum Homogenisieren und Transportieren des homogenisierten organischen Materials, das feste Anteile aufweist, in den Kalkdruckkocher Schneckenförderer und einen integrierten Mazerator aufweist.

125. Anlage nach Anspruch 124, wobei ein Behälter zur Kalkzuführung mit der oberen Kammer des Kalkdruckkochers verbunden ist, und wobei die untere Kammer des Kalkdruckkochers mit einem Mischbehälter verbunden ist, der auch mit einem Aufnahmebehälter zur Aufnahme von organischen GülLEN verbunden ist, wobei der Mischbehälter zum Mischen des mit Kalk unter Druck gekochten organischen Materials mit organischen GülLEN verwendet wird, die in den Mischbehälter aus dem Aufnahmebehälter geleitet wurden.

126. Anlage nach einem der Ansprüche 97 bis 115, wobei die Ammoniakabsorptionseinheit einen zweistufigen Gaswasch-Kondensator aufweist, wobei der Ammoniak zunächst in einem Gegenstrom von gekühltem Ammoniakondensat kondensiert wird, und wobei das in dem ersten Kondensationsschritt nicht kondensierte Ammoniakgas in einem zweiten Schritt in einem Wassergegenstrom kondensiert wird.

127. Anlage nach Anspruch 126, wobei in dem zweiten Schritt Schwefelsäure zu dem Wassergegenstrom hinzugefügt werden kann.

128. Anlage nach Anspruch 127, wobei das finale Ammoniakondensat Ammoniak in einer Konzentration von mehr als 25% (v/v) enthält.

129. Anlage nach Anspruch 119 bis 121, wobei der Anaerobvorbehandlungsvergärungsbehälter ein thermophiler Vergärungsbehälter ist.

130. Anlage nach Anspruch 119 bis 121, wobei der Anaerobvorbehandlungsvergärungsbehälter ein mesophiler Vergärungsbehälter ist.

131. Anlage nach einem der Ansprüche 82 bis 130, wobei das Biogas hauptsächlich Methan aufweist.

132. Anlage nach Anspruch 121 und 122, wobei der keramische Mikrofilter Partikel größer als 0,01 µm aus dem Schlammwasser trennt.

133. Anlage nach Anspruch 121 und 122, wobei ein Kaliumkonzentrat aus dem Schlammwasser durch Verwendung der Energie erhalten wird, die durch den gasbetriebenen Motor zur Erwärmung des Schlammwassers erzeugt wurde, das aus dem Schritt des Dekanter-Zentrifugierens resultiert, wobei das Erwärmen ein Destillat zur Folge hat, das ein Kaliumkonzentrat aufweist.

134. Anlage nach Anspruch 121 und 122, wobei das Permeat zum Spülen der Stallkanäle des Stallgebäudesystems verwendet wird.

135. Anlage nach einem der Ansprüche 82 bis 134, wobei das organische Material Korn/Mais, Energiepflanzen, Rüben oder Ernterückstände aufweist.

136. Anlage nach einem der Ansprüche 82 bis 134, wobei das organische Material Tierkadaver oder deren Anteile aufweist.

137. Anlage nach einem der Ansprüche 82 bis 134, wobei das organische Material Schlachthofabfall aufweist.

138. Anlage nach einem der Ansprüche 82 bis 134, wobei das organische Material Tiermehl aufweist.

139. Anlage nach einem der Ansprüche 82 bis 134, wobei das organische Material Blutplasma aufweist.

140. Anlage nach einem der Ansprüche 82 bis 134, wobei das organische Material risikobehaftetes und risikounbehaftetes Material bezüglich des möglichen Vorhandenseins von BSE-Prionen oder anderen Prionen aufweist.

141. Anlage nach einem der Ansprüche 82 bis 134, wobei das organische Material organisches Material

tierischen Ursprungs mit einer Stickstoffmenge von mehr als 10% (w/w) aufweist.

142. Anlage nach einem der Ansprüche 82 bis 134, wobei das organische Material einen Anteil an komplexen Kohlenhydraten, die Zellulose und/oder Hemizellulose und/oder Lignin umfassen, von mehr als 10% (w/w) aufweist.

143. Anlage nach einem der Ansprüche 82 bis 134, wobei das organische Material mehr als 50% (w/w) Zellulose und/oder Hemizellulose und/oder Lignin pro Trockengewicht an organischem Material aufweist.

144. Anlage nach einem der Ansprüche 82 bis 134, wobei das organische Material Dung und dessen Güllen aufweist.

145. Anlage nach Anspruch 144, wobei man den Dung von Rindern, Schweinen und Geflügel erhält.

146. Anlage nach einem der Ansprüche 82 bis 134, wobei das organische Material Tiefstreu aufweist.

147. Anlage nach Anspruch 82 bis 134, wobei das organische Material Silopflanzen aufweist.

148. Anlage nach Anspruch 82 bis 134, wobei das organische Material Rüben, Mais und Klee gras aufweist.

149. Verwendung der Anlage nach einem der Ansprüche 82 bis 148 zur Beseitigung oder Reduzierung der Umweltemissionen von Staub, mikrobischen Organismen, Ammoniak, verschmutzter Luft und Flüssigkeit aus einem Stallgebäude.

150. Verwendung der Anlage nach einem der Ansprüche 82 bis 148 zur Verbesserung der Verwendung der in organischem Material enthaltenen Energie.

151. Verwendung der Anlage nach einem der Ansprüche 82 bis 148 zur Verbesserung der Biogasherstellung mit Methangas.

152. Verwendung der Anlage nach einem der Ansprüche 82 bis 148 zur Trennung von Anteilen an Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) aus organischen Materialien, wobei die Anteile als Düngemittel verwendet werden können.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

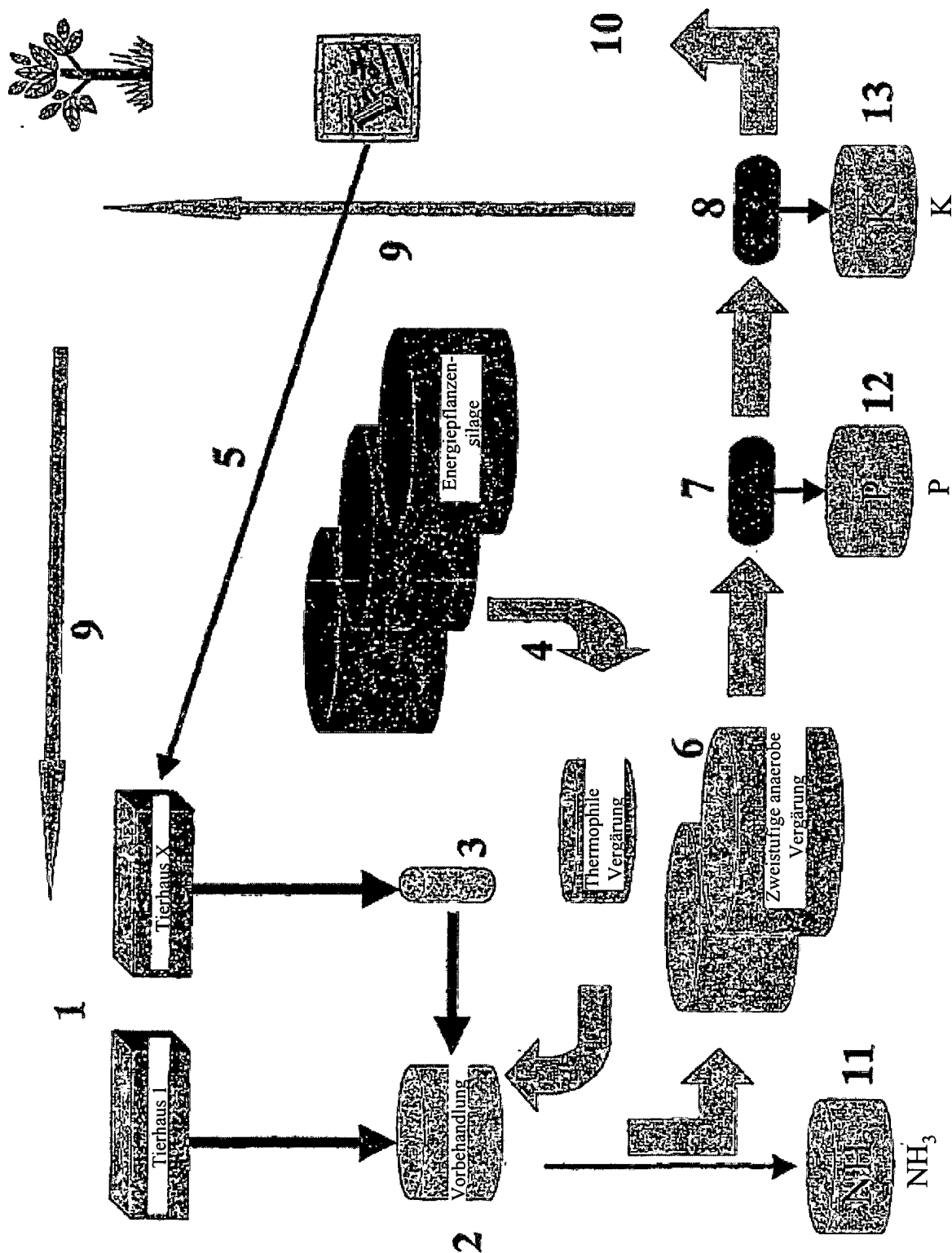


Fig. 2

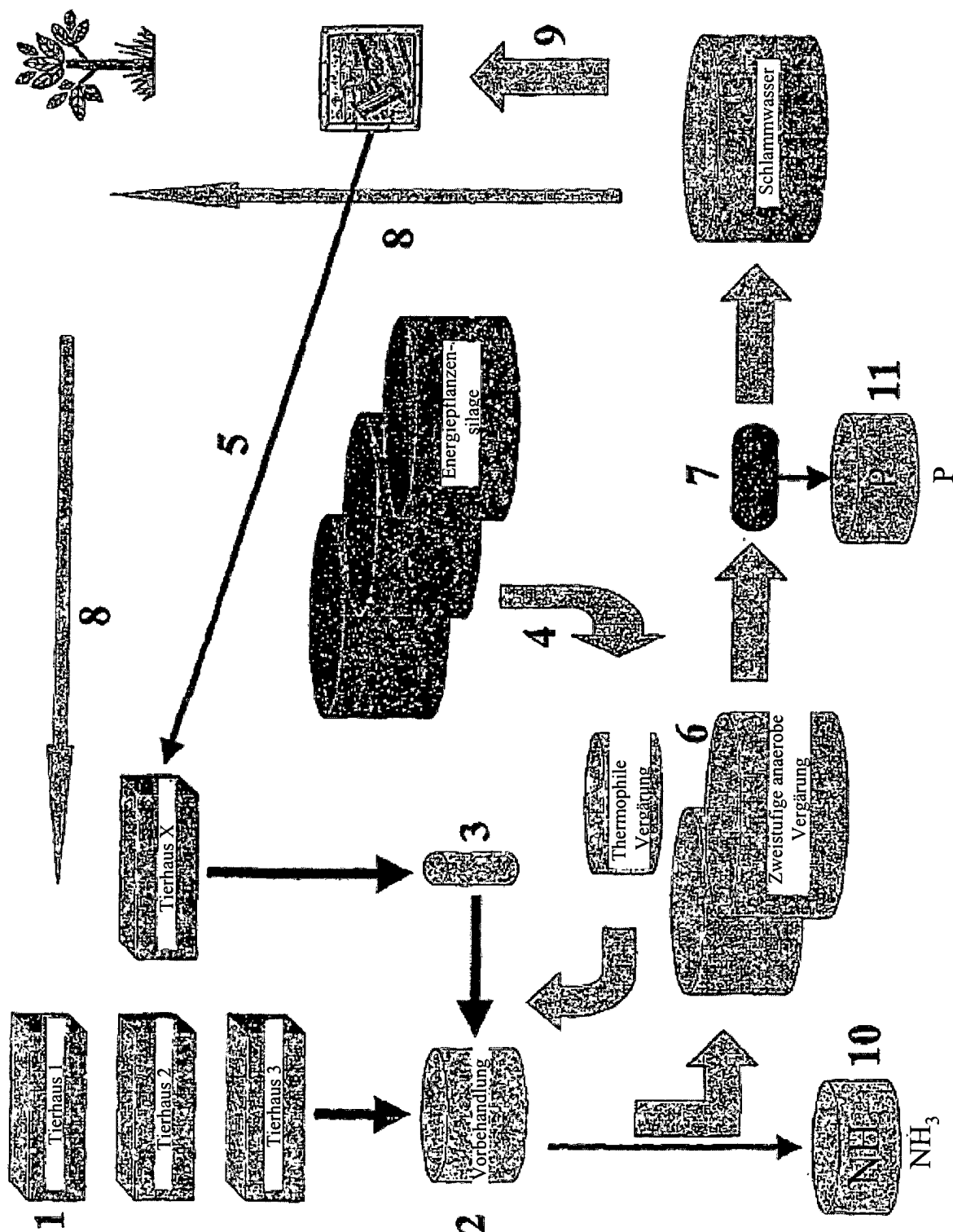


Fig. 3

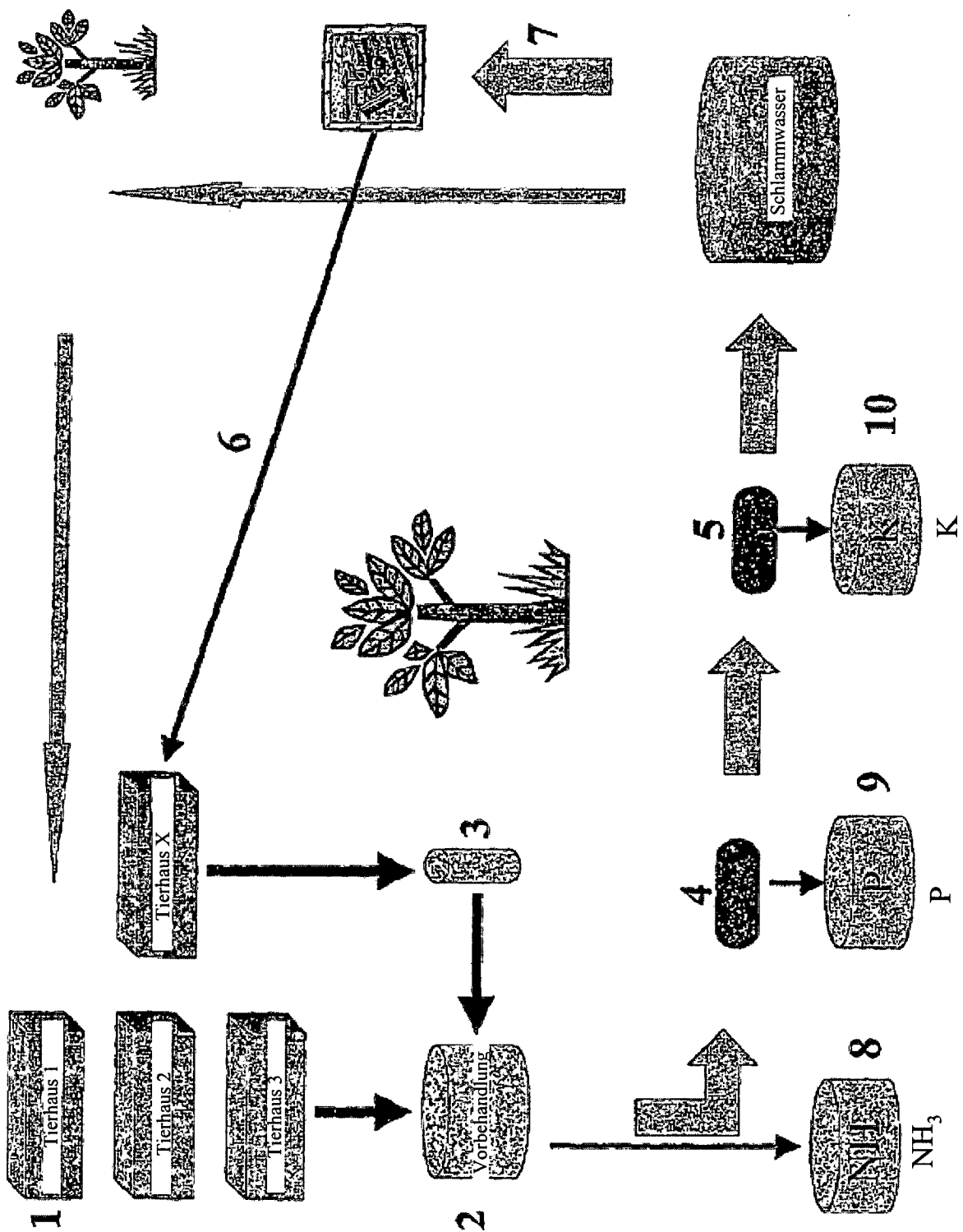
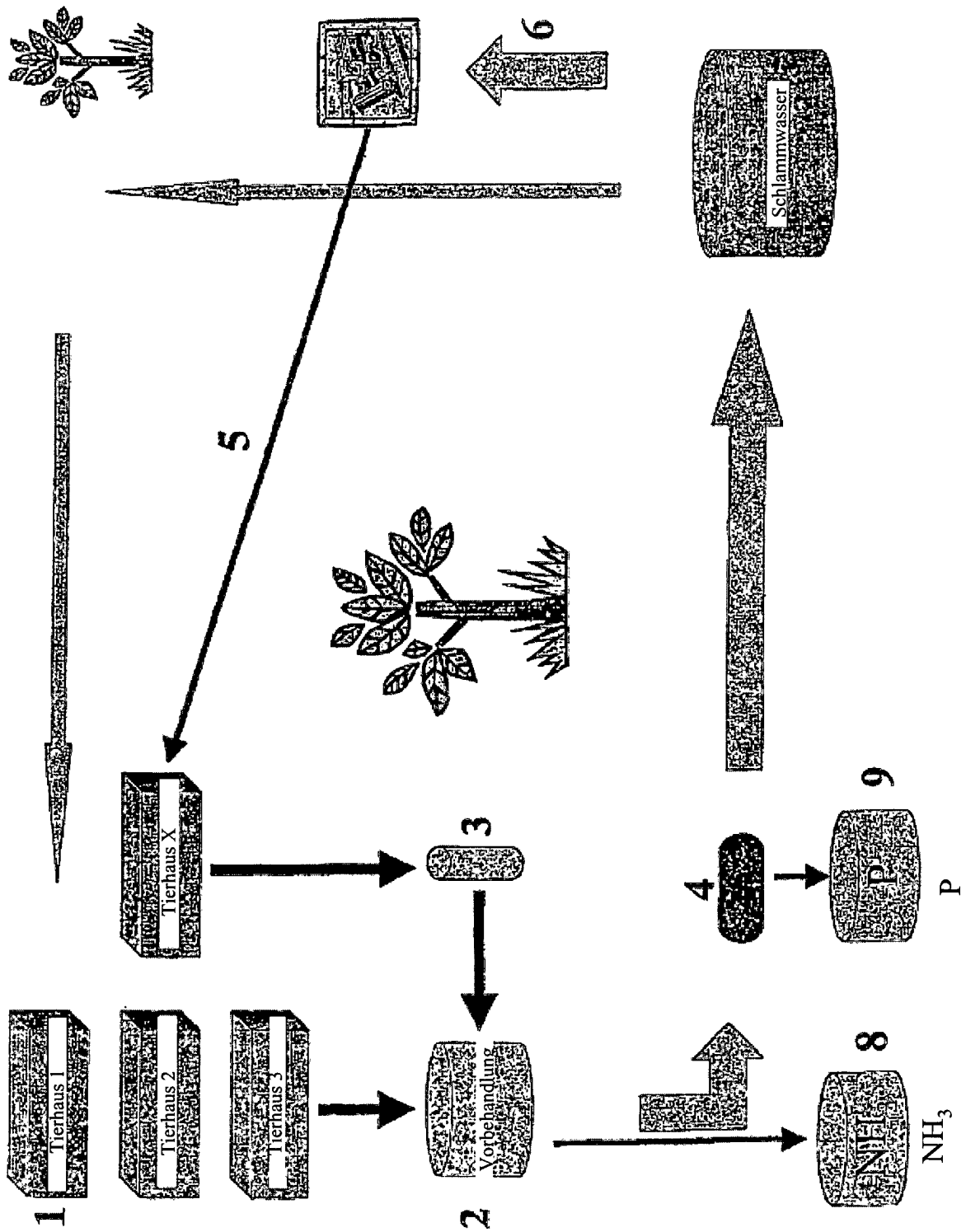


Fig. 4



50
51
52

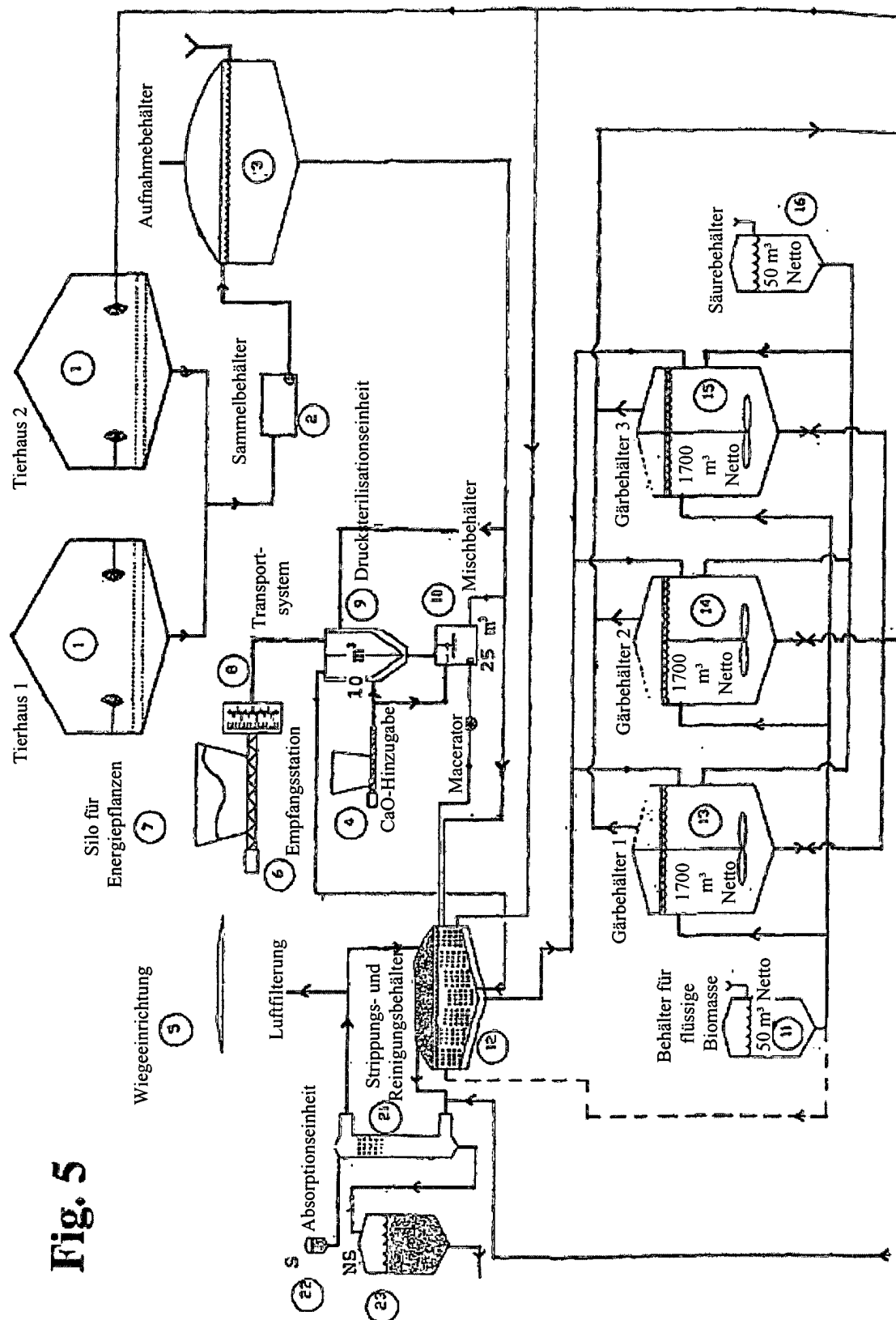


Fig. 6

