



(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ :
 C05D 9/00, C05F 7/00, C05G 1/00, 3/04,
 5/00

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 96/06060**

(43) Internationales
 Veröffentlichungsdatum: 29. Februar 1996 (29.02.96)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP95/03336

(22) Internationales Anmeldedatum: 21. August 1995 (21.08.95)

(30) Prioritätsdaten:
 P 44 29 410.7 19. August 1994 (19.08.94) DE

(71)(72) Anmelder und Erfinder: MÄHL, Dieter [DE/DE]; Im
 Glin 43, D-23827 Gerbek/Wensin (DE).

(74) Anwälte: DE BRUIJN, Leendert, C. usw.; Nederlandsch
 Octrooibureau, Scheveningseweg 82, P.O. Box 29720, NL-
 2502 LS Den Haag (NL).

(81) Bestimmungsstaaten: AM, AT, AU, BB, BG, BR, BY, CA,
 CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IS, JP, KE,
 KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LT, LU, LV, MD, MG, MK,
 MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG,
 SI, SK, TJ, TM, TT, UA, UG, US, UZ, VN, europäisches
 Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU,
 MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
 GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), ARIPO Patent (KE,
 MW, SD, SZ, UG).

Veröffentlicht

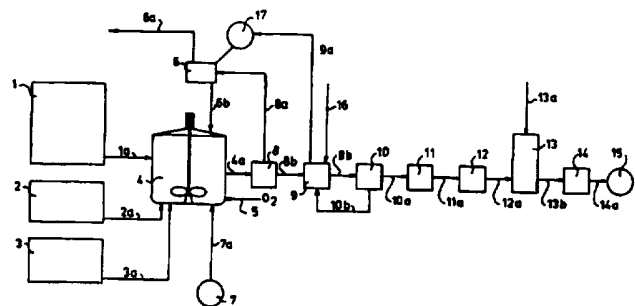
*Mit internationalem Recherchenbericht.
 Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen
 Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen
 eintreffen.*

(54) Title: PROCESS FOR PREPARING, UTILISING AND PELLETIZING ORGANIC AND INORGANIC COMPOUNDS IN SOLID AND LIQUID FORM, IN PARTICULAR COMPOUNDS IN BIOMASS AND BIOGENIC SLUDGES SUCH AS SEWAGE SLUDGE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR AUFBEREITUNG, VERWERTUNG UND PELLETIERUNG VON ORGANISCHEN UND ANORGANISCHEN VERBINDUNGEN IN FESTER UND FLÜSSIGER FORM INSBESONDERE VON BIOMASSE UND BIOGENEN SCHLÄMMEN, MEHR INSBESONDERE VON KLÄRSCHLAMM

(57) Abstract

A process is proposed for treating and utilising biomasses and biogenic sludges such as sewage sludge. The invention addresses the problem of designing a simple and low-energy process for treating sewage and other biological sludges which requires no heating and results in a product with low water content and high mechanical strength and fertiliser value. The product must also be odourless, storable, pourable and easy to dispense in measured amounts in order to be of direct use in agriculture, and possess long-term fertilising properties. The problem is solved by a process for the production of fertilisers and soil improvers from sewage sludge: sewage sludge which has already undergone dewatering is mixed with a laminar silicate binder which can swell and fine to coarse grained rock-, aerated concrete- or wood dust. The mixture is then mixed thoroughly in a high-pressure-agglomeration device with rollers and forced through pressing channels with a release of frictional energy to produce temperatures of over 100 °C; the product is then hygienized and an organic-inorganic structural matrix is formed. Subsequent drying is unnecessary.



(57) Zusammenfassung

Verfahren zur Aufbereitung und Verwertung von Biomassen und biogenen Schlämmen, insbesondere von Klärschlamm. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, das sich zur einfachen und energiearmen Aufbereitung von Klärschlämmen oder anderen biologischen Schlämmen eignet und ohne Einsatz von Wärmeenergie zu einem Produkt mit geringem Wassergehalt und hoher mechanischer Festigkeit und hohem Düngewert führt. Das Produkt soll zudem geruchsfrei, lagerfähig, rieselfähig und leicht dosierbar sein, um direkt landwirtschaftlich nutzbar zu sein, und eine langfristige Düngewirkung besitzen. Die Lösung der Aufgabe erfolgt mit einem Verfahren zur Herstellung von Düngemitteln oder Bodenverbessern aus Klärschlamm, bei dem der vorentwässerte Klärschlamm mit schichtsilikatischem, quellfähigem Bindemittel und fein- bis grobkörnigem Gesteins-, Gasbeton- oder Holzmehl vermischt wird. Das Gemisch wird in einer Hochdruck-Agglomerations-Vorrichtung mit Walzen durchmischt und unter Freisetzung von Reibungsenergie durch Preßkanäle gepreßt, wobei Temperaturen von mehr als 100 °C entstehen, das Produkt hygienisiert wird und eine organisch-anorganische Strukturmatrix herausgebildet wird. Eine Nachtrocknung ist nicht erforderlich.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LJ	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

Verfahren zur Aufbereitung, Verwertung und Pelletierung von organischen und anorganischen Verbindungen in fester und flüssiger Form insbesondere von Biomasse und biogenen Schlämmen, mehr insbesondere von Klärschlamm.

5

Verfahrensbeschreibung

Die Erfindung stellt im Gesamtverfahren eine zu einem großen Teil biologische Vorbehandlung der Schlämme unterschiedlichster Herkunft und Zusammensetzung dar.

10 Von der Gülle bis zur Pülpe sind alle organischen und anorganischen Verbindungen als nicht stark voneinander abweichendes Cohssglomerat zu sehen.

Diese gigantische Rohstoffrecurre aus dem Abfallmarkt zu nehmen ist mit diesem Verfahren denkbar.

15 Die Erfindung bezieht sich deshalb auf ein Verfahren zur Aufbereitung von Biomassen und biogenen Schlämmen, insbesondere von Klärschlamm zu festen Düngemitteln und Bodenverbesserungsmitteln.

Das Verfahren läßt sich auf alle Arten von Klärschlämmen anwenden, die in Kläranlagen anfallen und deren Entsorgung auf Deponien oder deren land- bzw. forstwirtschaftliche Nutzung erhebliche Probleme
20 bereitet.

Schlämme aus den Abwasserbehandlungsanlagen fallen meist mit einem Wassergehalt von 90 bis 95 Gew.-% an, so daß in der Regel eine Weiterbehandlung zur Erhöhung des Trockensubstanz-Gehaltes erfolgt.
25 Grundsätzlich kommen dafür energetisch aufwendige chemische, mechanische und thermische Entwässerungsverfahren zur Anwendung, wobei es von den Entsorgungsmöglichkeiten des Feststoffes abhängt, wie weit die Entwässerung getrieben werden muß.

Gegenwärtig stellt die Deponierung von vorbehandelten Klärschlämmen die bevorzugte Art ihrer Beseitigung dar. Die Deponien werden jedoch durch den hohen Schlammanfall überlastet und durch Bildung von Faulgasen, Sickerwässern, Gerüchen sowie Akkumulation pathogener Keime stellt die Deponie eine Quelle potentieller Umweltgefährdung dar.
30

35 Eine Deponierung oder Verbrennung von organischen Rohstoff kann und sollte deshalb aus staatspolitischen Gründen nicht fortgesetzt werden.

Den europäischen Ackerböden mangelt es an Kohlenstoff- und

Mikronährstoffverbindungen; 200 Jahre Ackerbau fordert eine Fortsetzung und Ergänzung der Lehren Liebig's. Die anionischen sowie kationischen Mineralien einschl. N-Stickstoff sind auf Ihre Wirkung im Pflanzenbau weitestgehend bekannt.

5 Kohlenstoff und Mikronährstoffe müssen auf Ihre Wirkung umfassender untersucht werden, während biogene Stoffe ohne toxische Restverbindungen so gut wie überhaupt nicht auf Wachstumsoptimierung untersucht sind.

Es gibt lediglich Versuche mit Fischmehlpellets die im Ertrag
10 sowie der Pflanzengesundheit durchschlagende Erfolge brachten.

Durch den hohen Anteil an organischen Substanzen und an Nährstoffen für Pflanzen, wie Stickstoff-, Kohlenstoff- und Phosphatverbindungen, sowie durch den Gehalt an Magnesium und Calciumverbindungen und an Spurenelementen wie Zink, Mangan, Kupfer, Bor und
15 Molybdän stellt der Klärschlamm grundsätzlich einen wertvollen Naturdünger oder Bodenverbesserer dar.

Klärschlamm und kalkbehandelter Klärschlamm werden daher in vielen Fällen in Einklang mit den strengen gesetzlichen Regelungen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen ausgebracht. Dieses Ausbringen ist
20 jedoch wegen der immer strenger werdenden Abfallbeseitigungs-, Wasserhaushalts- und Emissionsschutzgesetze sowie wegen des möglichen Auftretens unangenehmer Gerüche, von pathogenen Keimen, Wurmeiern usw. stark eingeschränkt.

Weiterhin ist es von Nachteil, daß bei der landwirtschaftlichen
25 Ausbringung des Klärschlammes letztlich große Mengen an Wasseranteilen im Schlamm mittransportiert werden müssen, die keinerlei düngewirksame oder bodenverbessernde Eigenschaften besitzen.

Ferner besteht eine weitere Schwierigkeit darin, daß der stark wasserhaltige Klärschlamm nur zu bestimmten Zeiten landwirtschaftlich
30 genutzt werden kann, so daß er mit hohen Kosten und dem Risiko der Akkumulation von pathogenen Keimen zwischengelagert werden muß.

Schlämme die wie auch immer konditioniert werden und im Einklang mit den gesetzlichen Regelungen auf Nutzflächen verbracht wurden, müssen deshalb mit viel zu hohen Wassergehalten und pathogenitäten transportiert werden. Lagerungen bzw. Zwischenlagerungen
35 sind nicht zeitgemäß.

Es sind daher viele Versuche bekannt geworden, die oben genannten Probleme zu überwinden. So wird versucht, das Schlammvolumen

und die Schlammeneigenschaften durch Kompostierung zu verbessern. Die Schlammkompostierung ist jedoch prozeßtechnisch und energetisch aufwendig, es werden Strukturmaterialien benötigt und das Kompostprodukt ist oft nicht geruchsfrei sowie seuchenhygienisch nicht unbedenklich.

5 Der Klärschlamm wird häufig auch durch mechanisches oder thermisches Entwässern auf einen Wassergehalt von unter 70 Gew.-% aufkonzentriert.. Dieser Prozeß ist sehr energieaufwendig und die Geruchs- und seuchenhygienischen Probleme sind nicht überwunden. Zudem sind die Lagerung, der Transport und die Ausbringung des pastösen oder
10 stichfesten Gutes aufwendig.

Es ist klar, daß ein wasserresistenter, geruchloser Pellet mit 5% Wasseranteil wie ein Düngemittelgranulat gehandelt werden konnte; vom Rohschlamm zum fertigen Pellet liegt der Zeitbedarf bei 60 Min.

Zur Reduzierung des Schlammvolumens kann außerdem der Schlamm
15 nach den bekannten Methoden getrocknet und verbrannt werden. Diese Technologien erfordern jedoch einen hohen Energieeintrag und belasten durch Abgase und Reststoffe die Umwelt.

In der "Ullmanns Enzyklopädie der Technischen Chemie Bd. 6 S 615 ff 1978 Weinheim" haben wir die Aufgabenstellung für dieses Ver-
20 fahren.

Da diese Erfindung keinen vergleichbaren Ansatz hat, sollten Patente mit vergleichbarem Ziel jedoch abweichender Technik erwähnt werden.

DE-81-3128673

25 EP-88-119626

DE- 4138670

DE-79-29331949

DE-78-2812274

DE-78-2820729

30 DE-63-1467395

DE-63-1467396

DE-62-1467389

EP-88-301689

DE- 2641627

35 DE-43-04342 9

DE- 2634839C2

Die Verwendung von weitergehend entwässertem Klärschlamm, der mit mineralischen und organischen düngewirksamen Stoffen angereichert

und durch Zusatz von Branntkalk zu einem lagerfähigen, humusbildenden Produkt verarbeitet wird, ist beschrieben worden in DE 81-3128673 und EP 88-119626.

Es hat sich herausgestellt, daß diese Produkte mechanisch instabil sind und der Aufwand an zusätzlicher Energie zur Trocknung der Granulate und Pellets ganz erheblich ist, da teilweise Temperaturen von 300 bis 600°C aufgebracht werden müssen.

Dünger auf Klärschlammbasis mit direktem Zusatz anorganischer Kationenaustauscher zum Schlamm (DE 4138670) zeigen zwar eine gute Bindung flüchtiger Komponenten, doch wurde nur ein schlammartiges bis pastöses Material erhalten, welches die oben aufgezählten Nachteile, insbesondere den hohen Wassergehalt und die seuchenhygienische Bedenklichkeit, beibehält.

Nach DE 79-2931949 wurde ein Klärschlamm-Mischdünger hergestellt, indem vorgeformte einzelne Düngesalz-Teilchen unter Veränderung ihrer Größe und Gestalt mit wasserhaltigem Klärschlamm vermischt und beschichtet und das Wasser z.T. durch Trocknung vertrieben wird. Sowohl der hohe technische und energetische Aufwand als auch der geringe verwertbare Klärschlammanteil je Mengeneinheit an Produkt haben sich bei diesem Verfahren als nachteilig herausgestellt.

Die Erzeugung einer festen, krümeligen Struktur des entwässerten, vorgetrockneten Klärschlammes durch anschließende Zugabe von verschiedenen stickstoff- und phosphorhaltigen Nährstoffen und Sprühtrocknung (DE 78-2812274) oder durch Wirbelbettrocknung (DE 78-2820729) stellt Verfahren dar, die sich wiederum als sehr energie- und investitionsaufwendig herausgestellt haben.

Diese Probleme konnten auch nicht durch Verfahren mit Zugabe von Phosphaten und anschließender Filtration sowie Trocknung des Filterkuchens (DE 63-1467395 und DE 63-1467396) oder Zentrifugation und Trocknung des Produktgemisches (DE 62-1467389) beseitigt werden.

In EP 88-301689 wird ein Verfahren zum Behandeln von Klärschlämmen für die Herstellung eines Düngers beschrieben, in dem die Verfahrensschritte darin bestehen, daß dem Klärschlamm alkalische Materialien zugemischt werden bis ein pH-Wert von 12 erreicht oder überschritten wird und anschließend eine Trocknung der Mischung durch Einblasen von Luft und Zugabe von Quellmitteln erfolgt. Auch dieses Verfahren ist sehr energie- und investitionsaufwendig und stellt wegen des Einsatzes ätzender Chemikalien hohe Anforderungen an den Arbeits-

und Umweltschutz sowie an die Materialqualität der Apparate.

Wird der Klärschlamm zum Zwecke der Herstellung eines formstabilen Düngemittels mit Gips (DE 2641627) und anderen Stoffen zur Erhöhung der Düngewirkung und zur Bindung der Nährstoffe (DE 5 4304342.9) versetzt und nach dem Abbinden des Gipses granuliert, so können die Schritte der Formgebung und Wasserbindung in bestimmten Grenzen der Restwassermenge zwar technologisch vereinigt werden, doch bleibt das Problem der seuchenhygienischen Bedenklichkeit und der energieaufwendigen Nachtrocknung erhalten.

10 In der DE 2634839C2 wird ein Verfahren zur Verfestigung von Klärschlamm durch Zugabe von metallurgischen Schlacken, Gips, Flugasche und Portlandzement beschrieben. Der Nachteil dieses Verfahrens besteht in den ökologisch bedenklichen Zusatzstoffen (metallurgische Schlacken) und der zu starken Bindung der Nährstoffe durch den 15 Portlandzement sowie in der Notwendigkeit der thermischen Nachtrocknung.

Die in dieser Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe besteht in der Aufarbeitung von organischen Substraten auch Schlämme genannt, wobei Schlämme soweit diese kontaminiert sind (Industrie) in diesem 20 Verfahren Deponiefähig werden und somit nicht biogen sind. Aufgrund der Verfahrensschritte werden in drei Stufen bis zu 90 Gew.-% Wasser entzogen, wobei pro to ein energieaufwand von DM 5,00 je to angesetzt sind.

Dieses Verfahren zur Aufbereitung von Schlämmen führt zu einem 25 Bodenhilfsstoff oder Deponiefähigem Sondermüll.

Der vorliegenden Erfindung liegt die weitere Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Aufbereitung und Verwertung von Biomassen und biogenen Schlämmen, insbesondere Klärschlamm, anzugeben, wodurch mit geringem Aufwand und ohne zusätzliche thermische Energie eine schnelle 30 Wasserbindung bzw. Entwässerung erreicht wird, im gleichen Apparat die Hygienisierung und Verformung des Produktes erfolgt und so ein land- oder forstwirtschaftlich wertvolles Produkt erhalten werden kann. Daneben sollten die Produkte dosierbar, körnig, staubarm, mechanisch stabil und gut lagerfähig sein sowie bodenverbessernde Eigenschaften 35 und eine langfristig düngende Wirkung besitzen, pflanzenverträglich und biologisch abbaubar sein.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt mit einem Verfahren zur Aufbereitung von Klärschlamm für die Herstellung eines Düngemittels oder

Bodenstrukturverbesserers, bei dem der vorentwässerte Klärschlamm oder kalkbehandelte Klärschlamm mit einem Feststoffgehalt von 25 bis 90 Gew.-%, vorzugsweise 50 Gew.-%, mit einem wasserbindenden und quellfähigen sowie ionenaustauschenden Bindemittel, mit anorganischen und organischen Nährsubstanzen, vorzugsweise mit Kompost, zur Verbesserung der Düngereigenschaften sowie vor allem mit festem, körnigem Mehl aus porösem Gestein, Gasbetonmehl oder Holzmehl vermischt wird und diese Mischung in einem Apparat zur mechanischen Hochdruckagglomeration durch gezielte Einwirkung von Verdichtungskräften auf kleine Volumenelemente zur primären Voragglomeration infolge der von den Strukturkomponenten erzeugten Reibungsenergie erhitzt wird und das erhitzte Gemisch unter weiterer Erwärmung infolge Reibungsenergiefreisetzung durch zylindrische Kanäle gepreßt wird. Die Freisetzung der tribo-mechanischen Energie führt zur kurzzeitigen Erhitzung des Materials auf Temperaturen von weit über 100°C, so daß eine Hygienisierung erfolgt, wobei die schädlichen, pathogenen Keime und Wurmeier zerstört werden und das Produkt eine stabile, staubfreie Form erhält.

Im Verfahren des vorliegenden Erfindung führt ein Extruder Verdichtungs- und Reibungsenergie zu unter Vakuum zur Verdampfung von Wasser. In einem Pelletiergerät werden ebenfalls unter Vakuum Schlämme durch eine Matritze gepresst, hier entstehen Temperaturen >138°C wobei die Pasteurisierung einsetzt.

Die Nachtrocknung mit Beschichtung der Pellets konserviert diese nachhaltig.

Die Trägheitsmomente werden nicht nach bekannten Verfahren durch viel zu hohe Mineralgaben erreicht, diese stehen auch gegen die Düngemittelgesetze; sondern durch Rückführung von bereits behandelten Schlamm vor dem Dekanter bzw. Preßschnecke sowie vor dem Extruderinput. Da dies rückgeführte Endprodukt mit Torf-Kokos-Zellstoff und Stärke versetzt wird, liegt das rückgeführte Endprodukt max. bei 20 Gew.-% auch für Stärke als Kunststoff.

Mehr insbesondere, bevorzuglich und mit Vorteil betrifft die Erfindung:

1.I. Verfahren zur Aufbereitung, Verwertung und Pelletierung von allen cellulose- oder kohlenstoffhaltigen Stickstoffverbindungen wie:

Kartoffelpülpe

Schlempen

tierische Abfälle
pflanzliche Abfälle
Komposte
Feststoffe der Gülle

5

Klärschlamm
Industrieabfälle (Nahrungsmittelproduktion)
Maispülpe

10

Getreidepülpe mit hohen und niedrigen Feststoffgehalten,
im folgendem Substrat genannt, bei welcher Torf, Kokosmehl,
Lavamehl, Cellulose, Kalk und Kalium lediglich zur Struktur-
verbesserung der Pellets als Druckagglomerationshilfe einge-
setzt werden.

15

II. Die gewonnenen Biomassen enthalten mind. 91 Gew.-% Feststoffe
und können als Bodenhilfsstoffe nach Düngemittelgesetz ein-
gesetzt werden.

Es ist nicht das primäre Ziel Düngemittel herzustellen.

Das produkt entspricht der Bodenhilfsstoffe Regelung der EG.

20

III. Die durch Druckagglomeration und Reibung sich ergebende Tem-
peraturanstieg von $> 140^{\circ}\text{C}$ bringt die nach internationalen
Maßstäben erforderliche Hygienisierung bzw. Pasteurisierung.
Es ist vorgesehen eine Absaugung für den Transport der
zwangsläufig entstehenden Wasserdämpfe zu integrieren.

25

Der tribomechanische Vorgang setzt Energie frei, wobei mit
Hilfe einer Vakuumpumpe durch Unterdruck Feuchte bis auf $< 75\%$
TS entzogen wird.

30

IV. Das in 1.III beschriebene Verfahren ist üblich eine Grund-
voraussetzung für den Pelletiervorgang da TS-Gehalte von < 75
Gew.-% meist zwingend sind. Die Pressung erhöht wiederum
zwangsläufig den Wasserverlust um 10 Gew.-%. Dies entspricht
einen TS-Gehalt von 85 Gew.-%. Die Pellets mit einem Durch-
messer von $> 4,5$ mm werden auf 4,5 mm Länge geschnitten.

35

V. Die Schlämme nach 1.I mit TS-Gehalten zwischen 2,5 Gew.-% bis
25 Gew.-% werden homogenisiert und nitrifiziert, wobei Ammo-
nium (NH_4) nach Nitrat (NO_3) überführt wird.

Desweiteren werden H_2S -Verbindungen zu anderen Verbindungen
konfiguriert.

Diese Sulfate sind zum Beispiel:

Calciumsulfat - CaSO_4

Kalium - K_2SO_4
Kaliumhydrogen - $KHSO_4$
Magnesium - $MgSO_4$ als Salze.

- 5 Diese vorgenannten Verbindungen sind geruchlos. In dieser Phase wird der pH auf 5,5-7,0, vorzugsweise ungefähr 6,2 eingestellt.
- 2) Röhrenbandtrockner
1. Die nach 1.II hergestellten Pellets werden durch ein Rohr gefördert. In diesem Rohr befindet sich ein Förderband sowie Wärmetauscher. Es handelt sich um eine Rohrtrocknung wobei
10 die Pellets ohne mechanische Beanspruchung nachgetrocknet werden. Die Nachtrocknung erfolgt durch ca. 80°C Eigenwärme der Pellets. Durch Zirkulation in den Wärmetauschern wird die Umgebungstemperatur im Rohr konstant gehalten, wobei die
15 Röhre um 90° abgewinkelt und als Kamin endet. Im Rohrbogen befindet sich ein Schlitz durch den das Förderband um 500 mm den Rohrbogen überragt, an diesem Punkt der Anlage haben die Pellets einen TS-Gehalt von 90 Gew.-%.
- 2.II. Die Pellets nach 2.I. fallen durch einen Sprühturm und fallen dann durch einen Sprühkegel der aus Wasser und Natronwasserglas besteht. Dieses Gemisch benetzt die Pellets und versiegelt selbige. Die Pellets schweben in diesem Sprühturm durch ein Warmluftgebläse welches 60°C warme Luft der Endtrocknung entzieht und die Gravitationskräfte vermindert.
- 25 2.III. Die Endtrocknung besteht aus einem Rohr in dem ebenfalls ein Förderband sowie Platten-Wärmetauscher installiert wurden. Das Förderband der Endtrocknung dimmt die Pellets aus dem Sprühturm als versiegelte Kornfraktion 4,5 x 4,5 mm auf und transportiert diese in Lagersilos.
- 30 2.IV. Im gefülltem Lagersilo wird ein leichter Unterdruck angelegt um beim Abkühlungsprozeß Restkondensate zu vermeiden. Nach 24 h sind die Pellets gegen mechanische oder abbrasiv Beanspruchung unempfindlich und damit für ein Gebläsetransport bzw. -verladung geeignet sowie seewasserfest.
- 35 Weitere bevorzugte Vorteilsaspekte der Erfindung sind, alleine oder kombiniert:
- daß Lavamehl und Silikatverbindungen als Strukturbildner tribomechanische wie druckagglomeratorische Effekte wie homo-

genität der Stoffmatrix und Reibungsenergie gewährleisten;

- daß Lavamehl in einer Korngröße von 0,001-0,01 mm verwendet wird;
- daß der tribomechanisch wirkende Anteil an Lavamehl nicht 5 Gew.-% überschreitet;
- daß Substrate wasserabsorbierende Materialien wie Torfmehl (Torf) oder Kokosmehl (Kokosfaser) nicht höher als 25 Gew.-% von 95 Gew.-% TS gerechnet zugesetzt werden sollen;
- daß den Substraten Strukturgebilde organische wie anorganische Verbindungen wie Stärke, Stroh und Gräser (c4 Gras)-organisch die den Nachweis einer Huminstoffbildung im Boden erbringen. Sowie anorganische als Nährstoffträger beigefügt werden;
- daß die Substrate durch Bindemittel (Substitute) im Dekanter in feste und flüssige Fraktionen getrennt werden;
- daß die entwässerten Substrate durch Bindemittel strukturverbessert werden mit Hilfe eines Extruders erwärmt/pasteurisiert und um 25 Gew.-% vakuumentwässert (Dampf) werden;
- daß der Schritt in der bekannten Formgebung in Pelletieranlagen (Preßkanäle) vollzogen wird. Tribomechanische Effekte haben hier nur untergeordnete Bedeutung. Die Matrize (Preßkanäle) sollen Durchschnitt 4,5 mm haben. Die Stärke der Matrize soll 70 mm betragen;
- daß das Beaufschlagen der Substitute, daß agglomerieren und tribometrieren wahlweise Materialbezogen an den jeweiligen dafür vorgesehenen Anlagemodule erfolgt;
- daß mit im Markt üblichen Hilfsmitteln konditionierten Klärschlamm <25 Gew.-% TS behandelt und pelletiert werden können;
- daß die Bindigkeit der Pellets durch ein stickstoffhaltiges Polysaccharid erhöht wird - hier Chitin/Chitosan Chyustaceen und Pilzen von 0,1-1 Gew.-%;
- daß die Bindigkeit der Matrize und der Nährstoffverbesserung sowie zur Einstellung der Scherkräfte durch Algenschrot aus der Algengruppe Laminarq-Digitates von 0,1-10 Gew.-% erreicht wird;
- daß Calcium-Natriumalginat in der Pressung bei der Pelletierung durch Internes gelieren im ersten Schritt und einer Gelierung durch Abkühlung erfolgt. Verzugsweise 0,01 Gew.-%

bis 10 Gew.-%. Bei der Gelierung durch Abkühlung und Wasserverlust wird eine Härte erreicht die höher 5.000 kN/cm² Druckfestigkeit beträgt.

- 5 - daß durch Versiegelung mit Natriumsilikat (SiO₂/Na₂ Orthosilikat) Auswaschungen der Nährstoffkomplexe nicht möglich sind, sowie Eutrophierungen in Gewässer unterbleiben. Eine den Schlämmen (Substrate) rückgeführte Trockensubstanz vor der Pelletierung ist mit max. 25% vor Input Extruder vorgesehen;
- 10 - die Aspekte definiert von die Ansprüche 2-24.

10

Überraschend wurde festgestellt, daß durch Zugabe von vulkanischen Tuffen oder Schichtsilikaten in Verbindung mit den grobstrukturierten Gesteins-, Gasbeton- oder Holzmehlen ein sehr festes Produktgefüge erzeugt wird, in dem bis zu 40% Wasser fest gebunden sein können und 15 eine Nachrocknung des Pellets mit Einsatz zusätzlicher thermischer Energie nicht erforderlich ist.

Die Menge der wasserbindenden Schichtsilikate und der grobkörnigen Gesteins-, Gasbeton- oder Holzmehle oder eines Gemisches aus diesen hängt im wesentlichen vom Wassergehalt des Klärschlammes ab und kann 20 bis zu 60 Gew.-% bezogen auf das erfindungsgemäß hergestellte Produkt betragen.

Die mehrfache mechanische Verdichtung des Gemisches, verbunden mit der Reibungswirkung der porösen, festen und grobkörnigen Gesteins-, Gasbeton- oder der Holzmehle führt zu einer starken Erwärmung der 25 Mischung, wodurch das Wasser rasch verdunstet.

Überraschenderweise wird durch diese Reibungswärme und durch die tribomechanischen Wirkungen in den Preßkanälen der Pelletiertrommel, sofern diese einen Durchmesser unterhalb 10 mm aufweisen, die Temperatur unter Druck so stark erhöht, daß eine Hygienisierung des Klärschlammes erfolgt, die mit der weiteren Verdampfung des Wassers verbunden ist und zur Herausbildung sehr fester, irreversibler Matrixstrukturen des Produktes führt, wodurch die Nährstoffe des Produktes in einer retardierenden Weise im Boden nur langsam freigegeben werden. 30

Erfindungsgemäß wird die Agglomerisierung der Mischung aus Klärschlamm, Bindemittel und tribomechanisch wirksamen Komponenten in an sich bekannten Walzenpelletiervorrichtungen durchgeführt. 35

Wesentlich ist der Restgehalt an Wasser in dem erfindungsgemäß hergestellten Produkt, wenn dieses gelagert werden soll. Düngemittel-

pellets mit Wassergehalten von 0 bis 25 Gew.-% sind bevorzugt.

Für land- oder forstwirtschaftliche Einsatzzwecke sowie Rekultivierungsmaßnahmen sind dosierbare, mechanisch stabile, staubarme Pellets mit einem Durchmesser von 2 bis 10 mm und einer Länge von 5 bis 30 mm vorteilhaft.

Weist der eingesetzte Klärschlamm ein Defizit an Nährstoffen auf, ist es erfindungsgemäß möglich, der Mischung aus Klärschlamm, Bindemittel und Gesteinsmehl oder Holzmehl vor der Agglomerisierung weitere Nährstoffe in Form anorganischer Verbindungen und anorganischer Substanzen, insbesondere Kompost, Torf, Harnstoff oder Papiermehl zuzusetzen, ohne daß das Verfahren in seinem Ablauf dadurch beeinflusst wird, sofern die Zusätze 30 Gew.-% bezogen auf das Produkt nicht übersteigen.

Durch Zugabe von K_2O -haltigen Mineraldüngern kann das Produkt harmonisiert werden oder durch Zugabe von mikronährstoffhaltigen Mehrnährstoffdüngern bzw. entsprechend konzentrierten Einzeldüngern und Spurenelementen auf die jeweils erforderlichen Werte für erfindungsgemäß hergestellte Spezialdünger angehoben werden.

Um die mechanische Festigkeit der anorganischen/organischen Produktmatrix zu erhöhen, ist es erfindungsgemäß möglich, den Anteil an Strukturbildnern durch Zusatz von Zuschlagstoffen aus festen Oxiden, Hydroxiden, Metasilikaten oder Carbonaten von Calcium oder Magnesium bis zu 30 Gew.-%, bezogen auf das Produkt, zu erhöhen. Dadurch werden sehr stabile Bodenstrukturverbesserer erhalten, die ihre Form im Boden sehr lange behalten und die Nährstoffe sehr langsam abgeben.

Für den Fall, daß das Ausgangsgemisch einen zu hohen Wassergehalt besitzt, kann das erfindungsgemäß hergestellte Produkt oder sein abgesiebter Feinkornanteil in einer Menge von 0,1 bis 50% zurückgeführt und der Ausgangs-Mischung vor Agglomerierung direkt beigelegt werden. Dadurch kann auch ein zu feinkörniges Produkt einfach recycelt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, daß die vor-entwässerte Biomasse in einem einfachen, einstufigen Prozeß bei kurzer Verweilzeit gleichzeitig hygienisiert, agglomeriert und getrocknet wird und ohne weitere Nachbehandlung oder thermische Trocknung als wertvolles Düngemittel oder Bodenverbesserungsmittel verwendet werden kann, während bei den herkömmlichen Aufbereitungs- und Trocknungsverfahren für eingedickte Biomassen oder Schlämme zusätzlich aufwen-

dige Verfahrensschritte vor und nach der Formgebung erforderlich sind, um ein stabiles granuliertes Trockenprodukt zu erhalten.

Die mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens gebildete Strukturmatrix auf Basis porösen Gesteinsmehls und schichtsilikatischen Bindemittels ist pflanzenphysiologisch unbedenklich. Durch ihre poröse Struktur, in die die Nährstoffe und organischen Substanzen eingelagert sind, erfolgt die Nährstofffreigabe und Zersetzung retardiert mit Depotwirkung.

Die anorganische Matrixstruktur ist im Boden lange haltbar und wirkt somit als Bodenstrukturverbesserer mit Ionenaustausch- und Wasserhaltevermögen, sowie langzeitiger Bindung mineralisierter Nährstoffe.

Die Rieselfähigkeit und Abriebsfestigkeit des nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Produkts ermöglichen den Einsatz von Düngerstreuern und -dosierern für Mineraldünger, wie sie in der Landwirtschaft üblich sind. Damit wird auch der ökologisch und pflanzenphysiologisch optimale Düngereinsatz möglich.

Allgemein wurde festgestellt, daß sämtliche Kulturpflanzen besser wachsen, wenn deren Anbauflächen mit dem erfindungsgemäß erhältlichen Produkt bestreut werden. Dabei kann es sich um Getreidepflanzen, wie Weizen, Hafer, Gerste, Roggen und Mais, sowie auch um Hackfrüchte und um sonstige Feldfrüchte handeln. Auch der Ertrag im Weinbau, wie allgemein im Gartenbau, läßt sich erheblich steigern. Entsprechendes gilt auch für die Forstwirtschaft.

Im Ergebnis überführt das erfindungsgemäße Verfahren ein umweltstörendes Produkt in Form eines Klärschlammes in ein wertvolles umweltfreundliches streufähiges Wirtschaftsgut. Der dadurch freiwerdende Deponieraum läßt sich anderweitig nutzen. Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich einfach und wirtschaftlich führen, zumal mit Lavamehl und Smectiten, Gasbeton oder Holzmehl leicht verfügbare und billige Zusatzmaterialien zur Verfügung stehen.

Die Erfindung wird an Hand der nachfolgenden Beispiele und der beigefügten Figur näher erläutert.

Die Figur zeigt ein Fließschema eines bevorzugten durchgeführten anmeldungsgemässen Verfahrens und der angewandten Apparatur.

Holz, Kompost und/oder Hausmüll, ohne Metall, Glass, Kunststoffe und ähnliche Materialien, zermöhlt oder geschreddert bis zu einer Grösse von weniger als 20 mm, werden mittels Zufuhr 1a, vorzugsweise

ein Förderband, zugeführt an Ruhrwerk 4 mit einer aeroben Belüftung 5. Weiterhin werden Klärschlamm (2,5-6 % TS) vom Behälter 2 mittels Zufuhr 2a und Pülpfen, Melasse und/oder Schlemphen aus Behälter 3 durch Zufuhr 3a am Ruhrwerk 4 zugeführt. Auch wird Wasser aus Wasserbehälter 5 6 mittels Zufuhr 6a zugeführt, bis auf 9 % TS in Ruhrwerk 4.

In Ruhrwerk 4 wird eine aerob-Stufe durchgeführt, vorteilhaft unter Belüftung und/oder Zusetzung von "Bio Water Clean" (BWC), ein kommerzielles biologisches Reinigungspräparat. Vom Ruhrwerk 4 wird das Material zum Dekanter 5 zugeführt, mit Vorteil einen dreistufigen 10 Dekanter, wobei eine flüssige Phase abgetrennt wird, die mittels Zufuhr 8a nach dem Wassersubstratbehälter 6 zurückgeführt wird.

Aus Dekanter 8 wird das Material mit ungefähr 50 % TS an Extruder 9 zugeführt, z.B. mittels einer Förderschnecke. Gleichzeitig werden durch Zufuhr 16 ein oder mehrere Materialien dem Extruder zugeführt, 15 gewählt aus Lavemehl, Algenschrot, Torf, Kokos, Stärke, Stroh, Gräser C4, Chitin, Calcium-Nitrat, vorzugsweise ungefähr 5 %, Kalium-Carbonat-Salpeter, vorzugsweise ungefähr 25 %, Phosphat, vorzugsweise ungefähr 15 %, Magnesium-Nitrat, vorzugsweise ungefähr 10 %, Monokaliumphosphat vorzugsweise ungefähr 15,2 %, Kalium, vorzugsweise ungefähr 20 8,8 %, Mangansulphat vorzugsweise ungefähr 1 %, und/oder jede Kombination davon.

Demnach wird das Material aus Dekanter 8 und die zugefügten Materialien aus Zufuhr 16 bei einer Temperatur von 100-200°C, vorzugsweise 130-150°C, mehr bevorzugt ungefähr 140°C, vom Extruder 8 extrudiert 25 auf eine an sich bekannter Weise wie obenerwähnt.

Daraus wird das Material durch Zufuhr 9a zugeführt an Schüttelsieb 10, wovon die abgetrennten Feststoffe durch Zufuhr 10 nach Extruder 9 zurückgeführt werden. Das Material wird durch Zufuhr 10a zur Pelletierung zugeführt an Pelletiervorrichtung 11, wo das Material pelletiert 30 wird bei einer Temperatur von 100-200°C, vorzugsweise 130-150°C, mehr bevorzugt ungefähr 140°C.

Danach wird, durch Zufuhr 11a, eine Trockenstufe in Bandtrockener 12 durchgeführt, gefolgt von - durch Zufuhr 12a - eine Behandlung in Sprühturm 13, wobei gleichzeitig durch Zufuhr 13a Natriumsilikat und 35 aufsneue BWC zugeführt werden.

Dies wird gefolgt von einer neuen Trockenstufe durch Zufuhr 13a in Bandtrockener 14, wonach das Material in Lagersilo 15 gelagert wird.

Weitere Aspekte dieses Systems sind dass Warmluft (Luft-Dampf-

Aerosol) des Extruders 9, der Schüttelsieb 10, die Bandrockener 12 und 14 und Sprühturm 13 an einem Kondenser mit einem Festbett von Lava-gestein zugeführt werden kann, durch nicht in der Figur angegebene Leitungen.

5 Das im Kondenser kondensierte Wasser kann dann erneut am Wassersubstratbehälter 6 zugeführt werden. Auch kann die Warmluft vom Kondenser 17 erneut beim Prozess eingesetzt werden, z.B. beim Schüttelsieb 10 oder Bandrockener 12 und 14, damit der Nutzeffekt der Energie des Systems weiter befördert wird.

10 Die Flüssigphase vom Wassersubstratbehälter 6 kann weiter auch eingesetzt werden in der Herstellung von Flüssigdünner, und/oder der Überschuss kann an einer an sich bekannten Klaranlage zugeführt werden.

15 Die beim obenstehenden Verfahren angewandte Apparatur, sowie wirksame Variationen auf dem Fliesschema und dem obenstehenden Verfahren umfasst bei der Lehre der vorliegenden Erfindung werden dem Sachverständigen klar sein und werden von der vorliegenden Anmeldung umfasst.

20 Beispiel 1:

Organischer Überschussschlamm, der keine nachweisbaren toxischen Schwermetallgehalte gemäß gültiger Klärschlammverordnung besitzt und als eingedickter, kalkbehandelter Schlamm einen Wassergehalt von 65 Gew.-% aufweist, wird mit 15 Gew.-% Kali, 15 Gew.-% Lavagesteinsmehl 25 mit einer Körnung von 1,01 bis 1,2 mm und 5% Smectit hohen Quellvermögens versetzt und vermischt sowie anschließend in die Trommel einer Hochdruck-Agglomerations-Apparatur überführt, die mit einer Lochmatrize mit Bohrkanälen von 4,5 mm Durchmesser ausgerüstet ist.

Die Lauffläche der Matrize beträgt 200 mm und die effektive Preßoberfläche 3700 cm², woraus eine leistungsbezogene spezifische Preßfläche von 20 cm²/kW resultiert.

Das Produkt wird mit einer Matrizen-Drehzahl von ca. 150 bis 200 U/min voragglomeriert und durch die Preßkanäle gepreßt, wobei, hervorgerufen durch das Grobkorn-Material, erhebliche Reibungswärmen freigesetzt werden, die eine intensive Kurzzeit-Druck-Hygenisierung, die 35 Verdampfung von Wasser und die Ausbildung einer mechanisch stabilen anorganisch-organischen Strukturmatrix bewirken.

Die durch eine Rakel auf gewünschte Länge abgescherten Pellets

haben eine Restfeuchte an gebundenem Wasser von 40% und eine Druckfestigkeit von mehr als 1000 kN/cm².

Die Pellets sind fast geruchlos, graubraun gefärbt, rieselfähig und staubarm.

5 Der Prozeß kann diskontinuierlich oder kontinuierlich betrieben werden.

Beispiel 2:

Die Herstellung des Klärschlammprodukts erfolgt nach dem Herstell-
10ungsverfahren wie im Beispiel 1 beschrieben.

Zu 30 Gew.-% Klärschlamm mit ca. 30 Gew.-% Trockensubstanz werden
10 Gew.-% Kali, 10 Gew.-% Lavagesteinsmehl, 30 Gew.-% ausgereifter
Kompost und 5 Gew.-% Montmorillonit, 1 Gew.-% DAY-Zeolith und 14
15 Gew.-% feines Sägemehl zugemischt und anschließend der Hochdruck-Pel-
letierung unterworfen.

Das gebundene Wasser der resultierenden Pellets beträgt ca. 30
Gew.-%. Die Pellets sind geruchlos und mechanisch sehr stabil (ca.
1500 kN/cm² Druckfestigkeit) und erfüllen die Anforderungen der aktuel-
len Düngemittelverordnung.

20 Auf diese Weise kann das Ausgangsgemisch aus 30 Gew.-% Klärschlamm,
5 Gew.-% Montmorillonit und 10-15 Gew.-% Lavagesteinsmehl, zusätzlich
mit vielfältigen Zusätzen, insbesondere düngenden Zusätzen, versehen
werden. Dabei kommen sowohl natürliche als auch synthetische Dünge-
mittel in Frage, insbesondere Stickstoff-, Phosphor- und Kalidünge-
25 mittel zur Herstellung eines Volldüngers. Dadurch werden die bereits
in dem Klärschlamm enthaltenden Kernnährstoffe ergänzt. Als zugegebene
Düngemittel kommen dabei insbesondere in Frage: Ammoniumsulfat, Harn-
stoff, Kalksalpeter, Kalkstickstoff, Kalkammoniak, Kalkammonsalpeter,
Natronsalpeter, Mehrnährstoffdünger oder Mischdünger, wie Thomaskali
30 usw., und Volldünger, wie Nitrophoska. Durch die Verwendung leicht
löslicher und daher rasch wirkender Düngemittel, wie z.B. Kalksalpeter
und Natronsalpeter, wird eine Art Kopfdünger erhalten. Schwer lös-
liche, langsamwirkende Handelsdünger, wie z.B. Kalkstickstoff, Super-
phosphat und Thomasmehl führen zu einer Art Grunddünger.

35

Beispiel 3:

Klärschlammkonzentrat mit 30 Gew.-% Trockensubstanzgehalt wird mit
30 Gew.-% Kompost, 20 Gew.-% Gasbetonmehl, 10 Gew.-% Lavagesteinsmehl,

3 Gew.-% Montmorillonit und 7 Gew.-% Holzmehl vermischt und nach Beispiel 1 verarbeitet. Zusätzlich können geringe Mengen eines Fichtennadel-Aromas (ca. 0,001 bis 0,01 Gew.-%) nach Erhalten des Pellets zugesetzt werden. Die Granulate bilden einen Bodenstrukturverbesserer
5 mit hoher mechanischer Festigkeit und langer Beständigkeit im Boden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufbereitung und Verwertung von mikrobiologischen, tierischen oder pflanzlichen Biomassen, insbesondere Verfahren
5 zur Aufbereitung und Verwertung von Klärschlämmen aus biologischen Wasserreinigungsanlagen sowie kalkbehandeltem Klärschlamm, enthaltend 5 bis 90 Gew.-% Feststoff, *dadurch gekennzeichnet*, daß dur Aufbereitung, zum Wasserentzug und zur gleichzeitigen Hygienisierung sowie insbesondere zur Verfestigung der Klärschlamm oder Bioschlamm mit
10 wasserbindenden, quellfähigen und ionenaustauschenden Bindemitteln und festem, körnigem Mehl aus porösem Gestein und/oder Gasbetonmehl oder Holzmehl vermischt wird und diese Mischung einer mechanischen Hochdruckagglomeration durch gezielte Einwirkung von Verdichtungskräften auf kleine Volumenelemente mit rascher nachfolgender Druckentspannung
15 unterworfen wird, wobei das Gemisch durch die tribomechanische Energiefreisetzung in den Preßkanälen bis zur Hygienisierung des Produktes erhitzt und das Produkt dadurch ohne zusätzliche Trocknung unter Bildung organisch-anorganischer Strukturmatrizen verfestigt wird.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, daß das wasseradsorbierende, ionenaustauschende Bindemittel aus vulkanischen Tuffen mit hohem Smectit-, speziell Montmorillonit-Anteil, und starkem Quellvermögen besteht.
3. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, daß das
25 wasseradsorbierende, ionenaustauschende Bindemittel aus Tonmineralien mit hohem Vermiculit- oder Illit-Anteil mit glimmerartiger Dreischichtstruktur besteht.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, *dadurch gekennzeichnet*, daß
30 dat poröse Gesteunsmehl bzw. die sonstig tribomechanisch aktive Komponente bzw. Gemische aus beiden als Verursacher einer inneren Reibung bei der Hochdruckagglomeration und damit der erhöhten Temperaturen sowie als Strukturbildner des Produktes aus Bimsmehl, Lavamehl, Perlite und anderen Gesteinen vulkanischen Ursprungs bzw. aus Glasmehl, Ziegelmehl, Holzmehl oder Calciumhydrosilikat besteht.
- 35 5. Verfahren nach Anspruch 4, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Korngröße des zugemischten Gesteunsmehls bzw. Holzmehls im Bereich von 0,01 bis 0,8 mm als Einzelfraktionen oder im Korngrößengemisch vorliegt.

6. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, daß der Anteil an tribomechanisch aktivem Gesteinsmehl oder anderen tribomechanisch aktiven Zusätzen zwischen 3 und 40 Gew.-%, vorzugsweise aber zwischen 5 und 25 Gew.-% liegt.
- 5 7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, *dadurch gekennzeichnet*, daß der Mischung aus Klärschlamm, wasseradsorbierendem Bindemittel und festem Strukturmaterial vor der Hochdruckagglomeration weitere organische und anorganische Zuschlagstoffe zur Formbildung, insbesondere Kompost und/oder Papiermehl, zugesetzt werden.
- 10 8. Verfahren nach Anspruch 7, *dadurch gekennzeichnet*, daß die anorganischen Zuschlagstoffe aus festen Oxiden, Hydroxiden oder Carbonaten von Calcium oder Magnesium bestehen.
9. Verfahren nach Anspruch 1 bis 8, *dadurch gekennzeichnet*, daß der Mischung aus Klärschlamm, Bindemittel, Strukturmittel und
15 Zuschlagstoffen vor der Formgebung weitere organische oder anorganische Verbindungen als Bodenverbesserer oder Pflanzennährstoff zugesetzt werden.
10. Verfahren nach Anspruch 1 bis 9, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Formgebung der Mischung aus Klärschlamm, den Bindemitteln, Struktur-
20 turbildnern und Zuschlagstoffen mittels kurzzeitigen Durchpressens derselben mit hohem Druck unter Nutzung der tribomechanischen Effekte durch zylindrische Preßkanäle von an sich bekannten Pelletier-
vorrichtungen mit anschließender schneller Druckentspannung erfolgt.
11. Verfahren nach Anspruch 10, *dadurch gekennzeichnet*, daß die
25 Bohrungen der Pelletiermatrizen zwischen 1 und 10 mm Durchmesser liegen, vorzugsweise jedoch zwischen 2 und 6 mm.
12. Verfahren nach Anspruch 11, *dadurch gekennzeichnet*, daß die heißen Pelletprodukte durch Aufbewahrung in isolierten Auffang-
behältern sehr langsam abkühlen.
- 30 13. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12, *dadurch gekennzeichnet*, daß das Vermischen, Hochdruckagglomerieren und Hygienisieren des Klärschlammes, des Bindemittels sowie der tribomechanisch aktiven und strukturbildenden Komponenten in einer einzigen, dafür ausgelegten Einrichtung erfolgt.
- 35 14. Düngemittel aus Klärschlamm oder kalkbehandeltem Klärschlamm, hergestellt nach dem Verfahren nach Anspruch 1 bis 13, *dadurch gekennzeichnet*, daß es als Bindemittel sowie wasseradsorbierende und ionenaustauschende Komponente vulkanische Tuffe mit hohem Smectit-

speziell Montmorillonit-Anteil und hohem Quellvermögen enthält.

15. Düngemittel aus Klärschlamm oder kalkbehandeltem Klärschlamm, hergestellt nach dem Verfahren nach Anspruch 1 bis 13, *dadurch gekennzeichnet*, daß es als Bindmittel sowie wasseradsorbierende und ionenaustauschende Komponente Tonmineralien mit hohem Vermiculit- oder Illit-Anteil mit glimmerartiger Dreischichtstruktur enthält.

16. Düngemittel aus Klärschlamm oder kalkbehandeltem Klärschlamm nach Anspruch 14 und 15, *dadurch gekennzeichnet*, daß es ein hochporöses Gesteinsmehl oder Gasbetonmehl, Ziegelmehl oder Holzmehl als Strukturstabilisator enthält.

17. Düngemittel aus Klärschlamm oder kalkbehandeltem Klärschlamm nach Anspruch 14 bis 16, *dadurch gekennzeichnet*, daß es weitere organische und anorganische Zuschlagstoffe zur Struktur- und Formbildung enthält.

18. Düngemittel aus Klärschlamm oder kalkbehandeltem Klärschlamm nach Anspruch 17, *dadurch gekennzeichnet*, daß die anorganischen Zuschlagstoffe aus festen Oxiden, Metasilikaten, Hydroxiden oder Carbonaten von Calcium oder Magnesium bestehen.

19. Düngemittel aus Klärschlamm oder kalkbehandeltem Klärschlamm nach einem der Ansprüche 13 bis 17, *dadurch gekennzeichnet*, daß es einen Zusatz von Aromastoffen und/oder Geruchsabsorbieren enthält.

20. Düngemittel aus Klärschlamm oder kalkbehandeltem Klärschlamm nach Anspruch 19, *dadurch gekennzeichnet*, daß der geruchsabsorbierende Zusatz ein feingemahlene hydrophobes Zeolithpulver ist.

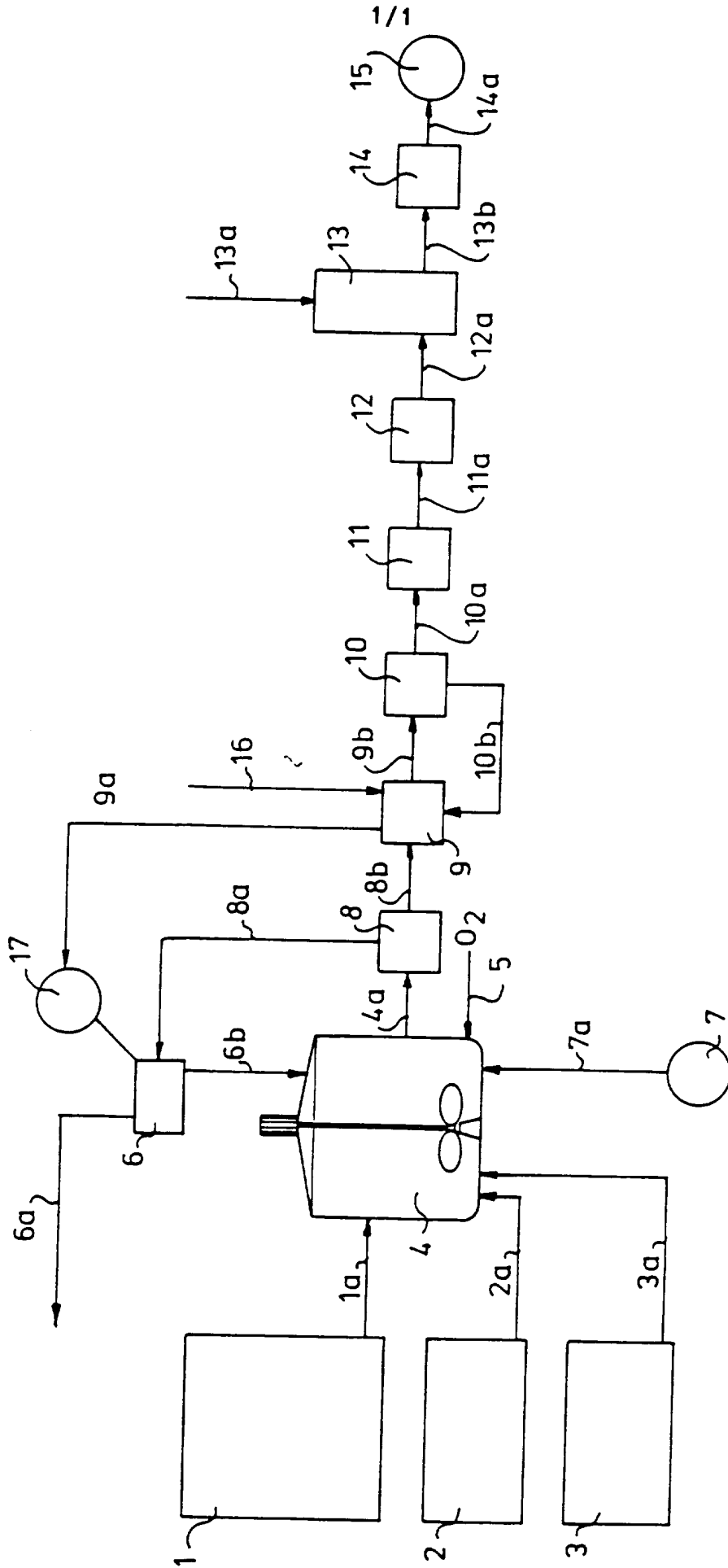
21. Düngemittel aus Klärschlamm oder kalkbehandeltem Klärschlamm nach Anspruch 14 bis 20, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Freisetzung der zum Pflanzenwachstum notwendigen Nährkomponenten sehr langsam erfolgt.

22. Düngemittel aus Klärschlamm oder kalkbehandeltem Klärschlamm nach Anspruch 14 bis 21, *dadurch gekennzeichnet*, daß sie aus Pellets von 2 bis 10 mm Durchmesser und 5 bis 30 mm Länge bestehen.

23. Bodenstrukturverbesserungsmittel, hergestellt gemäß den Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, daß es als Bindemittel, Strukturbildner und anorganische Zuschlagstoffe die in den vorangegangenen Ansprüchen aufgezählten Stoffe enthält und zusätzlich 5 bis 20 Gew.-% Gasbetonmehl oder Holz-Sägemehl enthält.

24. Bodenstrukturverbesserungsmittel, hergestellt gemäß den Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, daß dem Ausgangs-

gemisch ein rückgeführter Anteil von trockenem, körnigem Produkt in der Menge von 0,1 bis 50% zugeführt wird, um die Feuchtigkeit des Ausgangsgemisches herabzusetzen.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 95/03336

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 C05D9/00 C05F7/00 C05G1/00 C05G3/04 C05G5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 C05F C05G C05D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP,A,0 444 392 (LOIDELSBACHER TAMARA) 4 September 1991	1,2, 5-11,14, 17-22
A	see claims 1-5 see page 2, line 19 - page 3, line 16 ---	4,12,13, 23
X	CH,A,683 519 (ANTON MATWIEJKO) 31 March 1994 see claims see column 1, line 40 - line 61 ---	1,7,9, 10,14, 16,17, 21,23
P,X	DE,A,43 34 900 (EDER UMWELTDIENSTE GMBH & CO K) 20 April 1995 see claims see column 3, line 15 - column 4, line 55 -----	1-24

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 December 1995

Date of mailing of the international search report

29. 12. 95

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

RODRIGUEZ FONTAO, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 95/03336

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-0444392	04-09-91	NONE	
CH-A-683519	31-03-94	NONE	
DE-A-4334900	20-04-95	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter ~~nales~~ Aktenzeichen

PCT/EP 95/03336

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 6 C05D9/00 C05F7/00 C05G1/00 C05G3/04 C05G5/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 6 C05F C05G C05D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehorende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP,A,0 444 392 (LOIDELSBACHER TAMARA) 4.September 1991	1,2, 5-11,14, 17-22
A	siehe Ansprüche 1-5 siehe Seite 2, Zeile 19 - Seite 3, Zeile 16 ---	4,12,13, 23
X	CH,A,683 519 (ANTON MATWIEJKO) 31.März 1994 siehe Ansprüche siehe Spalte 1, Zeile 40 - Zeile 61 ---	1,7,9, 10,14, 16,17, 21,23
	-/--	

 Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

 Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Dezember 1995

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

29. 12. 95

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

RODRIGUEZ FONTAO, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 95/03336

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P,X	DE,A,43 34 900 (EDER UMWELTDIENSTE GMBH & CO K) 20.April 1995 siehe Ansprüche siehe Spalte 3, Zeile 15 - Spalte 4, Zeile 55 -----	1-24

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 95/03336

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A-0444392	04-09-91	KEINE	
CH-A-683519	31-03-94	KEINE	
DE-A-4334900	20-04-95	KEINE	