

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
3. März 2005 (03.03.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/018840 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B09B 1/00**,  
E02D 31/00

(74) Anwälte: NESTLER, Jan usw.; Hiebsch Behrmann,  
Heinrich-Weber-Platz 1, 78224 Singen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/008948

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,  
ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum:  
10. August 2004 (10.08.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

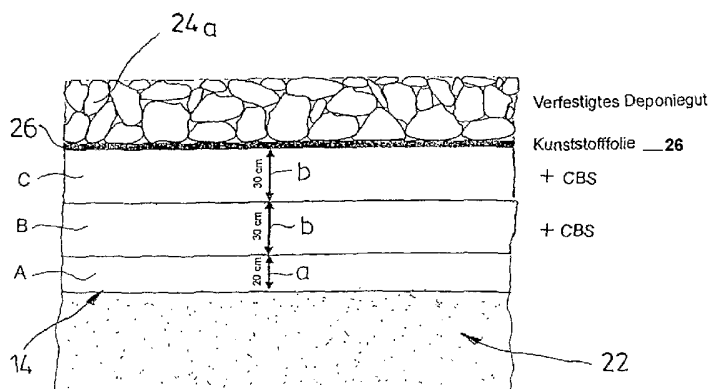
(30) Angaben zur Priorität:  
103 37 375.6 13. August 2003 (13.08.2003) DE

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,  
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DISPOSAL AREA FOR STORING SUBSTANCES, COMPOSITE SUBSTANCES OR MIXTURES THEREOF,  
METHOD FOR TREATING THE SAME, AND CORRESPONDING DEVICE

(54) Bezeichnung: DEPONIE FÜR DIE LAGERUNG VON STOFFEN ODER VERBUNDSTOFFEN BZW. GEMISCHEN DAR-  
AUS, VERFAHREN ZU DEREN BEHANDELN SOWIE VORRICHTUNG DAZU



24A. SOLIDIFIED PRODUCT TO BE STORED  
26 . . PLASTIC FILM

(57) Abstract: The invention relates to a disposal area for storing waste and residual substances of solid organic or inorganic substances, composite substances, or mixtures thereof. According to the invention, a trough comprising a bottom (14) and lateral walls is arranged in the ground (22), the bottom of the trough comprising at least two water-tight layers (B, C) containing constituents of a ceramic binder system (CBS). At least one water-tight plastic film (26) is arranged flat between the upper water-tight layer (C) and the product to be stored (24<sub>a</sub>), a solidified heap of debris being stored on said plastic film as a product to be stored (24<sub>a</sub>). The inventive disposal area is also provided with a cover comprising at least two water-tight layers (B, C) on which at least one rubble drain bed is arranged for carrying away rainwater.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/018840 A2



EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,  
RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

**Veröffentlicht:**

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

---

**(57) Zusammenfassung:** Bei einer Deponie für die Lagerung von Abfällen und Reststoffen aus festen organischen oder anorganischen Stoffen, Verbundstoffen bzw. Gemischen daraus, ist im Erdreich (22) eine Wanne mit Wannenboden (14) und Seitenwänden angeordnet, deren Wannenboden zumindest zwei wasserdichte Schichten (B, C) mit Bestandteilen eines keramischen Bindemittelsystems (CBS) enthält. Zwischen der obenliegenden wasserdichten Schicht (C) und Deponiegut (24<sub>a</sub>) ist zumindest eine wasserdichte Kunststoffolie (26) flächig angeordnet, auf der verfestigtes Haufwerk als Deponiegut (24<sub>a</sub>) gelagert ist. Zudem ist eine Abdeckung vorhanden, die wenigstens zwei wasserdichte Schichten (B, C) enthält, auf denen zumindest eine Sickerschicht zur Abführung von Regenwasser angeordnet ist.

Deponie für die Lagerung von Stoffen oder Verbundstoffen  
bzw. Gemischen daraus, Verfahren zu deren Behandeln sowie  
Vorrichtung dazu

5

Die Erfindung betrifft eine Deponie für die Lagerung von Abfällen und Reststoffen aus festen organischen bzw. anorganischen Stoffen oder Gemischen daraus sowie eine Vorrichtung dafür.

10

Zu den vorstehend genannten Abfällen gehören beispielsweise industrielle Reststoffe wie Schlacken aus der Metallverhüttung, ebenfalls jedoch Hausmüll in unterschiedlicher Zusammensetzung. Letzterer erfasst vornehmlich organische Gemische wie Lebensmittel, Kunststoffverpackungen, Verbundverpackungen, aber auch anorganische Bestandteile wie Glas, Metalle und deren Verbundstoffe.

Probleme bilden diese Gemische und Verbundelemente vor allem bei der Entsorgung, da bislang ein Trennen der Gemische und der sich im Verbund befindlichen Stoffe nicht oder nur unzureichend unter hohem energetischen Aufwand stattfindet. Mehrheitlich werden diese Abfälle verbrannt oder deponiert. Einer werkstofflichen Verwertung werden nur Abfälle mit kleinem Verunreinigungsgehalt -- beispielsweise Dosen aus Aluminiumblech -- unterzogen. Komplexerer Müll wird aufgrund der fehlenden technischen Möglichkeiten bzw. der hohen Kosten durch beispielsweise nasschemische Prozesse oder thermische Prozesse nicht einer Behandlung zur werkstofflichen Verwertung unterzogen.

Bei konventioneller mechanischer Aufbereitung erfolgt der Aufschluss des Verbundelementes über die Korn- bzw. Partikelgröße, die kleiner als die jeweilige Schichtdicke der Komponenten ist. Dieser Aufschluss wird in der Regel über eine zumindest einstufige Feinstzerkleinerung in entsprechenden Mühlen -- etwa Hammer-, Prall- oder Gegenstrom-Mühlen -- durchgeführt, gegebenenfalls mit Unterstützung von Stickstoff zur Inertisierung der Tiefkühlung.

**BESTÄTIGUNGSKOPIE**

Die WO-A-9 305 883 enthält einen Verfahrensstammbaum zum Rückgewinnen von Fasern aus glasfaserverstärkten Kunststoffen od.dgl. mit einem Schredder, nach dem das zerkleinerte Gut pulverisiert wird. Aus diesem Pulver werden freigesetzte Fasern separiert und das verbleibende pulverisierte Haufwerk beispielsweise als Füllstoff eingesetzt. In diesem Stammbaum findet sich eine als pulveriser bezeichnete Mikromühle.

10

Bei einem Verfahren nach WO 95/25595 zum Behandeln von Verbundelementen aus festen organischen und/oder anorganischen Verbundwerkstoffen wie Verbunden aus Metall/Metall, Kunststoff/Kunststoff, Metall/Kunststoff oder mineralischen Verbunden mit Metallen und/oder Kunststoffen wird ein Gemisch den Abrisskanten mit einer Beschleunigung von 20 bis 60 m/sec<sup>2</sup> zugeführt und in den Wirbeln eine das Gemisch beschleunigend aufschließende Bewegung hergestellt. Zudem wird während dieses Trenn- oder Aufschließvorganges die Adhäsion zwischen den Komponenten der Feststoffteile durch deren Kraft übersteigende Beschleunigungs- und Reibungskräfte aufgehoben, und es werden die Komponenten der Feststoffteile voneinander unter Trennung der Schichten des genannten Verbundwerkstoffes gelöst bzw. voneinander abgezogen.

25

Die bekannten Verfahren haben also die Aufgabe, Verbundstoffe und Stoffgemische aufzubereiten, zu verkleinern, zu homogenisieren und auch teilweise oder total aufzutrennen. Solche Verfahren beruhen insbesondere auf mechanischer Scherung und Quetschung, auf relativ unkontrollierter Zerkrümmung oder auf Auftrennung in hoch energetischen Wirbeln.

30

In Kenntnis dieser Gegebenheiten hat sich der Erfinder das Ziel gesetzt für -- auch bereits bestehende -- Deponien ein Sanierungskonzept zu schaffen, das auch eine Verlagerung der Deponiekörper beinhaltet, um Raum für eine andere

35

Nutzung -- z.B. für städtebauliche Maßnahmen -- zu erhalten. Zudem soll ein Verfahren entwickelt werden, mit dem Gemische und Verbundelemente, insbesondere Hausmüll, behandelt und deponiert werden können.

5

Zur Lösung dieser Aufgabe führt die Lehre des unabhängigen Anspruches; die Unteransprüche geben günstige Weiterbildungen an. Zudem fallen in den Rahmen der Erfindung alle Kombinationen aus zumindest zwei der in der Beschreibung, der Zeichnung und/oder den Ansprüchen offenbarten Merkmale. Zudem fallen in den Rahmen der Erfindung alle Kombinationen aus zumindest zwei der in der Beschreibung, der Zeichnung und/oder den Ansprüchen offenbarten Merkmale. Bei angegebenen Bemessungsbereichen sollen auch innerhalb der genannten Grenzen liegende Werte als Grenzwerte offenbart und beliebig einsetzbar sein.

Erfindungsgemäß wird zum Erstellen der Deponie in Erdreich eine Wanne mit Wannenboden und Seitenwänden angeordnet, deren Wannenboden zumindest zwei -- bevorzugt drei -- wasserdichte Schichten mit Bestandteilen eines keramischen Bindemittelsystems (CBS) enthält, deren Zusammensetzung weiter unten erörtert wird. Dabei hat es sich als günstig erwiesen, zwischen der obenliegenden wasserdichten Schicht und eingebrachtem Deponiegut zumindest eine wasserdichte Kunststofffolie flächig anzuordnen, wobei vor allem verfestigtes Haufwerk als Deponiegut gelagert werden soll.

Nach einem anderen Merkmal der Erfindung gehen vom Wannenboden geneigte Seitenwände in einem Winkel von 90° bis 150°, bevorzugt etwa 130°, aus. Zudem soll der Wannenboden in einem Winkel unter 10° zur Horizontalen geneigt sein, um den Abfluss von Wasser zu unterstützen.

Als günstig hat es sich erwiesen, auf der Deponie eine Abdeckung vorzusehen, die wenigstens zwei wasserdichte Schichten enthält, wobei auf ihnen zumindest eine Sickerschicht zur Abführung von Regenwasser angeordnet ist. Diese

Sickerschicht ist zudem mit einer Drainage ausgestattet. Diese Sickerschicht wird zudem von einer Humusschicht überlagert, die gegebenenfalls eine geringmächtige Slurry-Schicht als Erosionsschutz trägt.

5

Erfindungsgemäß soll zur Sanierung und Verlagerung der Deponiekörper das eingelagerte Material einer Zwischenbehandlung unterzogen werden. Dabei werden Wertstoffe dem Abfall entzogen und in die Wirtschaftskreisläufe als Sekundär-Rohstoffe zurückgeführt. Verdichtungsmaßnahmen tragen zusätzlich zu einer deutlichen Verringerung des zu deponierenden Volumens bei.

Die täglich anfallenden Mengen an Hausmüll sollen vor der Deponierung einer Aufbereitungsanlage zugeführt werden, die weitestgehend ein werkstoffliches Recycling ermöglicht, wobei neben Sekundär-Rohstoffen auch Wasser und Kompost gewonnen wird. Durch diese Maßnahme kann das Volumen des zu deponierenden Mülls drastisch reduziert werden.

20

Im Rahmen der Erfindung wird ein bestehender Deponiekörper in eine neue, an einem anderen Standort zu errichtende Deponie verbracht. Die neue Deponie muss sowohl das vorhandene Deponiegut als auch die bestehende Abdeckung und den Unterbau der alten Deponie aufnehmen.

Die aus der alten Deponie entnommenen Abfälle werden einer Zwischenbehandlung unterzogen, dies einerseits, um das Deponievolumen zu reduzieren, sowie andererseits auch, um eine Separation von Wertstoffen zu ermöglichen. Diese Zwischenbehandlung entspricht dem nachfolgend beschriebenen Verfahren analog der Aufbereitung des täglich neu anfallenden Mülls. Es wird davon ausgegangen, dass in der Folge die neue Deponie für nur eine Klasse ausgelegt werden muss (Deponietyp: Inertstoffdeponie).

35

In einem Stufenplan wird die neu zu bauende Deponie, welche einen segmentierten Aufbau haben wird, schrittweise eine Erweiterung erfahren. Das zu erwartende Deponievolumen wird über die Zeitachse absolut wie auch prozentual abnehmend  
5 sein, da die Zwischenbehandlung des Abfallgutes schrittweise verfahrenstechnisch als auch kapazitätsmäßig hochgefahren wird. Es ist nach dem Endausbau der Anlage von einer Reduktion um mehr als 95 % des zu deponierenden Volumens auszugehen.

10

Der konzeptionelle Ablauf zur Deponiesanierung und Rekultivierung gestaltet sich wie folgt: Zuerst wird das Deponievolumen ermittelt und eine Analyse des Deponiegutes und deren Auswertung durchgeführt. Dann wird der neue Deponiestandort festgelegt sowie die Zwischenbehandlungsanlage. Es  
15 folgt die Planung und Projektierung des neuen Deponiestandortes, die Logistikplanung usw. hinsichtlich einer Genehmigung zum Bau und Betrieb des Vorhabens sowie die Planung und Projektierung der Zwischenbehandlungsanlagen. Nach den Genehmigungsverfahren für die Deponie sowie die Zwischenbehandlungsanlage erfolgt der Bau der ersten Etappe der neuen Deponie und Aufbau der ersten Zwischenbehandlungsstufe für  
20 das alte Deponiegut, dann der Beginn der Sanierung der Alt-Deponie mit Abtransport, Zwischenbehandlung und Einlagerung des Abfalls in die neue Deponie. Anschließend wird der alte Deponiestandort gemäß den Anforderungen der künftigen Nutzung rekultiviert, die Zwischenbehandlungsanlage wird ausgebaut einschließlich des etappenweisen Ausbaus der Kapazitäten. Der Vorgang endet mit dem Abschluss der Verla-  
25 gerung und der Sanierung des alten Deponiestandortes durch Rekultivierungsmaßnahmen.

30

Von erfinderischer Bedeutung ist der Einsatz eines keramischen Bindemittelsystems CBS in Form von sog. CBS-Consolid  
35 zur Stabilisierung des Bodens bzw. der Immobilisierung des Abfalls und zur Abdichtung. Das Bindemittelsystem CBS ist ein anorganisches Bindemittel für hydraulische, erhärtende Massen, bei dem Kieselsäure, Tonerde, Eisenoxid und Kalk

enthaltende Stoffe vermengt, gemahlen und bis zur Sinterung gebrannt werden. Der Hausmüll wird vorzerkleinert, homogenisiert und mit kalziumhaltigen Additiven, wie Dolomit, Calcit, Mergel, insbesondere Kalkmergel od.dgl. Stoffen sowie mit Aluminiumoxid enthaltenden Zuschlagstoffen -- Korundschleifstaub, Tonmergel, Klinker -- vermischt und verbrannt. Dem nach der Verbrennung erhaltenen Produkt werden vor dem Aufmahlen bis zu 40 Gew.-% -- vorzugsweise etwas mehr als 10 Gew.-% -- Gerüstsilikate beigemengt, und das erhaltene Produkt wird auf eine sehr geringe Korngröße gemahlen.

Dieses Bindemittelsystem umfasst vorteilhafterweise eine Flüssigphase sowie eine feste Phase, welche letztere aus feinstkörnigem hydraulischem Bindemittel und Kalkhydrat sowie bis zu 10 % -- bevorzugt etwa 4 % -- organischem Anteil besteht; die Flüssigphase soll eine Mischung monomolekularer und polymolekularer grenzflächenaktiver Substanzen, Lösungsvermittler, Emulgatoren und Katalysatoren mit einem Gehalt an Propylendiamin, Dimethylammoniumchlorid und Isopropyl-Alkohol sein. Durch das keramische Bindemittelsystem ist eine irreversible Agglomeration der Fein- und Feinstteilchen der behandelten Schicht gegeben mit einer hohen Verdichtung des mit dem Bindemittelsystem verbundenen Bodenanteils. Die in dem Innenraum der Deponie gelagerten Abfälle od.dgl. Stoffe sollen durch die Beigabe mineralischer Komponenten gebunden sein, insbesondere durch jenes keramische Bindemittel (CBS).

Gegenüber herkömmlichen Stabilisierungssystemen zeichnet sich CBS-Consolid durch eine deutliche Verbesserung der Bodeneigenschaften aus. Die Tragfähigkeit wird um das Dreibis Fünffache erhöht. Durch die Abdichtung gegen eindringendes Wasser wird die Frostbeständigkeit deutlich erhöht. Potentielle Schadstoffe können ebenfalls nicht mehr ausgelaugt werden. Die Bodenbehandlung ist relativ einfach durchzuführen und unterliegt keinerlei zeitlicher Beschränkung beim Einbau. Die Bodenverbesserung ist permanent und

nimmt mit der Zeit zu, es tritt damit ein positiver Langfristeffekt auf. Durch die Verwendung von vor Ort vorhandenem Boden können die Kosten erheblich reduziert werden, ebenfalls wird am Zukauf von teuren mineralischen Rohstoffen gespart. Analog gilt dies auch für alle anderen zu bindenden Materialien, welche durch das CBS-Consolid System verfestigt werden können.

Die grundsätzliche Wirkungsweise des Consolid-Systems ist die eines natürlichen organischen Polymers, welches sich an der Oberfläche der Tonminerale bindet, die Eigenschaften dieser tonigen Minerale ändert und die Bildung stabiler Aggregate ermöglicht.

Das hier beschriebene Konzept zur Deponiesanierung und Abfallaufbereitung zeichnet sich durch seine Nachhaltigkeit, eine weitestgehende Schonung der Umwelt und der natürlichen Ressourcen aus sowie durch eine äußerst günstige Kostenstruktur. Die dargestellte Aufbereitungsanlage für Hausmüll ermöglicht eine sortenreine Weiterverwendung von Wasser, Kompost, Biogas, Metallen und Kunststoffen, sowie die Gewinnung von elektrischer Energie. Durch ein besonderes Verfahren können die mineralischen Bestandteile als keramisches Bindemittel CBS in der Bauindustrie Verwendung finden. Nur weniger als 5 % des Hausmülls muss schlussendlich deponiert werden. Dies alles trägt zu einer hohen Kostenreduzierung bei. Mit Hilfe des sog. Consolid-Verfahrens können Deponien langfristig abgedichtet werden, so dass die fertig gestellte Deponie anderweitig genutzt zu werden vermag und keine Sanierungen mehr erforderlich sind.

Im Rahmen der Erfindung liegt ein Verfahren der eingangs erwähnten Art, mit dem der Abfall -- insbesondere Hausmüll -- entwässert, enthaltene Biomasse abgetrennt wird und anschließend eine Separation von Metallen/Kunststoffen erfolgt, welche in Wirtschaftskreisläufe als Sekundär-Rohstoffe zurückgeführt werden. Vor dem Einleiten der Abfälle in die Deponie sollen diese durch die Beigabe mineralischer

Komponenten gebunden sowie eigene Bindekräfte aktiviert sowie Schadstoffe in den Abfällen immobilisiert werden.

Als günstig hat sich auch eine Reststoffseparation erwiesen, nach der ausgeschiedene Mineralstoffe und/oder gesondert zugeführte Schlacken bzw. Aschen zu keramischem Bindemittel verarbeitet werden. Während dieses Verfahrens werden Hauptfraktionen hergestellt in Form von:

10                   Wasser;  
                  Biomasse/Kompost/Biogas;  
                  Metalle wie Al, Fe, Cu-Metalle od.dgl.;  
                  Restmüllfraktionen;  
                  Reststoffe.

15                   Mineralstoffe aus der Restmüllfraktion und/oder den Reststoffen und/oder aus letzteren entstehende Asche können als Rohmaterial zum Herstellen jenes Bindemittels (CBS) eingesetzt werden. Es soll Schlacke gesiebt sowie während eines  
20   Zerkleinerungsvorganges mit Hüttensand und/oder Kraftwerksasche und/oder Gerüstsilikaten gemischt werden.

Die erfindungsgemäße Anlage basiert auf dem Prinzip des sog. Recyclings. Wertstoffe werden in der von der Industrie  
25   geforderten Qualität zu konkurrenzfähigen Kosten umweltfreundlich hergestellt. Die Umwelt wird einerseits durch die Reduktion der zu deponierenden bzw. verbrennenden Abfällen entlastet und andererseits werden -- durch die Rückführung der gewonnenen Rohstoffe in die Industrie -- die  
30   natürlichen Rohstoff-Quellen geschont.

Im Rahmen der Erfindung liegt es auch, dass die Gemische und Verbundstoffe mittels eines mechanischen Verfahrens getrennt und separiert werden, bei dem die Impulsgabe bei  
35   plötzlichem Anhalten eines transportierten Partikels genutzt wird. In dem Verbundstoff oder dem Gemisch wird durch eine dessen Fluss plötzlich unterbrechende Einrichtung der Aufschluss bzw. eine Trennung der Bestandteile mittels eines Impulses durchgeführt; in bzw. zwischen den Schichten

der Verbundelemente treten Schockwellen auf, welche diese Verbundelemente aufschließen. Dazu hat es sich als günstig erwiesen, dass dem in einem Rotor mit vertikaler Achse spiralartig abwärts erzeugten Förderweg Prozessluft in  
5 einem steigenden Strömungsweg gegenläufig geführt wird; die erwähnte Schockwelle wird bevorzugt an einer Prallwand des Rotors zwischen den Schichten des Verbundstoffes erzeugt.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung drehen sich zwei  
10 einander in radialem Abstand koaxial zugeordnete Wandflächen relativ zueinander um ihre Achse, und zwischen von den Prallwänden radial abragenden Prallflächen werden die von Zentrifugalkräften bewegten Verbundstoffe bzw. Gemische bewegt und aufgeschlossen. Der Aufschluss des Verbundes  
15 kann bei Aufprall auf eine Prallwand erfolgen, und seine metallischen Bestandteile werden kugelartig verformt; bevorzugt wird während des Verformungsvorganges der schichtartige metallische Bestandteil aufgerollt.

20 Als günstig hat es sich erwiesen, das Verbundelement auf eine Korngröße von 10 mm bis 50 mm vor dem Trenn- oder Aufschließvorgang zu zerkleinern, gegebenenfalls auch einer thermischen Vorbehandlung zu unterziehen. Zudem kann der Austrag aus dem Trenn- oder Aufschließvorgang vorteilhaft  
25 teilweise einem Separations- und/oder Siebvorgang bzw. einem Abtrennvorgang für Nichteisenmetalle unterzogen werden.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung wird das Separieren auf Trenntischen und/oder durch Fließbettseparatoren  
30 durchgeführt, wobei die Metall- und/oder Kunststoffteile nach dem Separieren verdichtet werden. Dazu ist es vorteilhaft, die Kunststoffe durch turbolaminare Separation und Identifikation voneinander zu trennen und/oder die Metall- und/oder Kunststoffanteile nach dem Separieren zu extrudieren.  
35

Basierend auf inhärenten Materialeigenschaften -- wie Dichte, Elastizitätsmodul (= Steifigkeit = Widerstand gegen Verformung), Festigkeit und molekularer Konstellation -- breiten sich erfindungsgemäß erzeugte Stoßwellen innerhalb  
5 der Materialien mit unterschiedlicher Ausbildung bezüglich Fortpflanzungsgeschwindigkeit, Frequenz und Amplitude aus. Falls die durch diese Schockwellen generierten Kräfte beim Aufprall der Partikel die Adhäsionskraft der Interfaces -- der Kontaktflächen zwischen den einzelnen Materialphasen --  
10 überschreiten, führt die auftretende Mikroscherung zur Ablösung, bzw. zur Separierung. Dieses Prinzip wird erfindungsgemäß gezielt und vorsätzlich genutzt.

Das typische Fließverhalten bei Überschreiten der elastischen Dehnung z.B. bei Metallen, respektive die inhärente Elastizität von z.B. Kunststoffen resultieren in bleibenden sphärischen Verformungen bzw. in -- teilweiser -- Rückfederung in die originale Partikelform (resilience). Durch dieses Phänomen werden die phasengetrennten Elemente von Verbundstoffen mittels bekannter und etablierter Technologien  
20 -- z.B. auf mechanischer, hydraulischer oder pneumatischer Basis -- relativ leicht sortierbar.

Das beschriebene Verfahren zeichnet sich durch die Einfachheit und Funktionalität der erfindungsgemäßen Vorrichtung aus, und es ist ein entsprechend einfacher oder wenig problematischer Betrieb vorgegeben. Die gewollte Einfachheit des Konzeptes und des Aufbaus der beschriebenen Rotormaschine läßt deren technische Realisierung problemlos zu.  
30 Die Ausnutzung der materialwissenschaftlichen Erkenntnisse, von Vergütungsverfahren, von computer- und simulationsgestützter Konstruktionsoptimierung, sowie die mögliche Adaption und Optimierung der Prozessparameter wird die erwartbare Wirkleistung weiter steigern.

35

Im Rahmen der Erfindung liegt eine Vorrichtung zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens, bei der in den Innenraum eines Rotors der Förderweg für die Verbundstoffe bzw.

das Gemisch gegenläufig zum Strömungsweg von Prozessluft geführt sowie die Werkstoffzuführung im Firstbereich des Rotors angeordnet ist. Der Förderweg soll zwischen zwei zueinander in Abstand relativ bewegbaren Wandflächen verlaufen, von denen in den Förderweg beidseits sowie zueinander versetzte Prallflächen abragen.

Nach weiteren erfindungsgemäßen Merkmalen sind die Wandflächen coaxial gekrümmt und/oder in Rotationsrichtung des Rotors drehbar gelagert.

Aufgrund der Einfachheit des Kernprozesses, des Separators und der erkennbar großen Durchsatzleistung sollten die resultierenden Trennkosten eigentlich relativ niedrig ausfallen. Die entsprechenden Kosten repräsentieren schlussendlich den totalen Ressourcenkonsum wie Transportleistung, Energie, Arbeitsleistung (immer mit Konsum von Ressourcen verbunden !), Wasser-Luft und Landverbrauch, Substitutionseffekt od.dgl. und demzufolge den gesamten Umwelteinfluss. Falls die Menge der erfolgreich behandelten Abfallströme und deren Konversion in Werkstoffströme durch die wirtschaftliche Attraktivität des Prozesses ansteigt, resultiert daraus durch die resultierende Substitution natürlich eine entsprechende Senkung des Verbrauchs an primären Ressourcen.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt in:

5

Fig. 1: eine skizzenhafte Schrägsicht auf ein erfindungsgemäßes Modell einer Deponie;

10

Fig. 2, 3: jeweils einen vergrößerten Teilschnitt durch den Bodenbereich der Deponie bzw. deren Abdeckung;

Fig. 4  
bis

15

Fig. 6: Verfahrensschemata zur

20

- Entwässerung;
- Separation von Biomasse;
- Separation von Metallen/Kunststoffen;

Fig. 7, 8: zwei Verfahrensstammbäume zur Reststoffseparation;

25

Fig. 9: einen Verfahrensstammbaum zur Herstellung eines keramischen Bindemittelsystems;

30

Fig. 10: einen skizzenhaften Verfahrensablauf beim Aufschluss eines Verbundelementes an einer Prallwand mit drei Schritten;

35

Fig. 11: die Veränderung des der Prallwand zugeführten Verbundelementes in drei Stufen sowie

Fig. 12: die vierte Stufe des Verbundelementes;

Fig. 13: die skizzenhafte Draufsicht auf rotierende Prallflächen während des Verfahrens;

5 Fig. 14: eine skizzenhafte Seitenansicht eines Rotors.

Eine Deponie 10 ist gemäß Fig. 1 mit einer als Wanne 12 -- mit in einem Winkel  $w$  von etwa  $130^\circ$  vom Wannenboden 14 nach  
10 außen geneigten Seitenwänden 15 -- ausgebildeten Abdichtung gegen Grundwasser führendes Erdreich 22 ausgestattet. Der Innenraum 18 dieser Wanne 14 wird mit -- an einer mit einem Wannenrand 16 fluchtenden Abdeckung 20 -- überspanntem Deponiegut 24 gefüllt.

15 Die Abdichtung gegen aus dem Deponiegut 24 gegebenenfalls austretende Flüssigkeiten nach unten erfolgt gemäß Fig. 2 durch eine wasserundurchlässige Kunststofffolie 26, die unterhalb einer Schicht aus verfestigtem Deponiegut 24<sub>a</sub>  
20 verläuft. Der Unterbau der Wanne 12 wird aus -- durch Zugabe von Additiven entstandenen -- wasserdichten Schichten A bzw. B, C hergestellt, deren Dicken  $a$  (Schicht A) bzw.  $b$  200 bzw. 300 mm messen. In die Schichten B und C wird zusätzlich auch sog. CBS eingebracht, ein keramisches Binde-  
25 mittelsystem. Die Abdichtung gegen die wasserführende Erdschicht 22 wird selbst bei einer Zerstörung der aufliegenden Kunststofffolie 26 durch die Abdichtschichten A bis C sichergestellt, da diese absolut wasserundurchlässig sind. Dies gilt auch für den aufsteigenden Pfad vom wasserführenden  
30 Erdreich 22 zum Wanneninnenraum 18. Das Deponiegut 24 wird entwässert und stabilisiert bzw. immobilisiert eingebracht. Um aus ihm eventuelles Sickerwasser abzuleiten, wird die Wanne 12 mit einer Neigung von 3 % ausgeführt. Da-  
durch kann das Wasser gesammelt und über -- nicht gezeigte  
35 -- Sickerwasserleitungen aus dem Wanneninnenraum 18 entfernt werden.

Die Abdeckung 20 der Deponie 10 weist nach Fig. 3 ebenfalls drei Abdichtschichten A, B, C auf, denen eine Sickerschicht D der Dicke b von 300 mm mit Drainage 28 zum Abführen von Regenwasser aufliegt. Diese Sickerschicht D trägt eine zur  
5 Begrünung der Flächen dienende Humusschicht E von 300 mm Dicke b. Um den Humus Halt zu geben, d.h. ihn gegen Auswaschen durch Regenfälle und Oberflächenwasser zu sichern, wird eine dünne Slurry-Schicht F geringmächtiger Dicke c von 10 mm als Erosionsschutz aufgetragen.

10

In die Deponie 10 verbrachte Abfälle werden zuvor durch die Beigabe mineralischer Komponenten gebunden. Durch die Zugabe spezieller Additive werden die enthaltenen Schadstoffe immobilisiert. Durch diese Behandlung der Abfälle findet  
15 eine Aktivierung der eigenen Bindekräfte statt, was zu einer irreversiblen Agglomeration der enthaltenen mineralischen Komponenten führt.

Der tägliche anfallende Hausmüll wird in einer mehrstufigen  
20 Aufbereitungsanlage aufgetrennt. Dabei werden verschiedene Inhaltsstoffe entzogen bzw. separiert. Der Restmüll der übrig bleibt, wird zu einem hochkalorischen Brennstoff verarbeitet, der in einem thermischen Kraftwerk in elektrische Energie umgewandelt wird.

25

Der besseren Übersicht halber seien vorab die Verfahrensschritte für die im Prozess generierten Hauptfraktionen als sog. Output vorgestellt:

30 N: Wasser, welches nach einem Reinigungsprozess (Wasseraufbereitung) als Gebrauchswasser in der Landwirtschaft oder Industrie verwendet werden kann.

P: Biomasse/Kompost, die/der in einer Kompostieranlage  
35 zu hochwertigem Dünger bzw. Bodenverbesserer verarbeitet wird.; entstehendes Biogas kann zur Energiegewinnung genutzt werden.

Q: Diverse Metalle wie Al, Fe, Cu-Metalle usw., die in einem trocken-mechanischen Prozess (Impact-Verfahren) getrennt sowie der metallverarbeitenden Industrie zur Verfügung gestellt werden; verschiedene Kunststoffe, die über Identifikationssysteme sortenrein separiert, in Regranulierungs-/Extrusionsanlagen zu Fertigprodukten verarbeitet sowie in der Industrie abgesetzt werden.

10 R: Restmüllfraktionen, die in einem thermischen Kraftwerk als Brennstoffsubstitut eingesetzt werden können, um das kalorische Potential zu nutzen; dabei wird neben elektrischer Energie auch thermische Energie erzeugt, die sowohl zum Trocknen des Schlammes aus der Abwasseraufbereitung als auch zur Unterstützung des mechanischen Entwässerungsprozesses genutzt wird. Die entstehende Asche aus dem Prozess wird als Rohmaterial zur Herstellung von CBS genutzt, einem zementartigen Bindemittelsystem, hergestellt aus den Mineralstoffen der Restmüllfraktion.

S: Verbleibende Reststoffe werden immobilisiert und in eine Inertstoff-Deponie als stabiles Deponiegut eingebracht.

25 Der Fig. 4 ist die Behandlung von Hausmüll in einem Verfahrensabschnitt N zu entnehmen. Als erstes wird dem Hausmüll auf Zentrifugal- und Friktionstrockner 30 mechanisch das Wasser entzogen. Der Wassergehalt wird von bis zu 60 % (Input) auf etwa 25 % gesenkt, wobei ein relativ großer Teil des Restwassers in der Biomasse des Hausmülls gebunden bleibt.

35 Die angefallene Wassermenge wird in einer konventionellen, mechanisch-biologischen Kläranlage 32 gereinigt. Durch die verschiedenen Klärvorgänge erreicht man die Trennung in Schlamm und Wasser. Das entstandene saubere Wasser wird dem Wasserkreislauf zurückgegeben, z.B. bei 34 in die Landwirt-

schaft. Dem Schlamm wird in einer -- beispielsweise mittels durch eine Leitung 36 von einem in Fig. 7 skizzierten von einem thermischen Kraftwerk 72 zugeführte Abwärme betrieben -- Schlammtrocknung 38 die restliche Wassermenge entzo-  
5 gen. Dieses Wasser wird dann über eine Leitung 40 wieder in die Kläranlage 32 gegeben und gereinigt, der getrocknete Schlamm/Feststoff bei 42 zu einer Brennstoffaufbereitung weitergegeben. Bei der Schlammtrocknung erzeugtes Biogas gelangt durch eine Leitung 44 zu einem in Fig. 5 angedeu-  
10 ten Gasmotor 46, dank dessen daraus elektrische Energie entsteht.

In einem zweiten Schritt wird dem getrockneten Hausmüll -- im Verfahrensabschnitt P -- die Biomasse entzogen. Hierzu  
15 wird der gesamte Müll in eine Separationsanlage 48 gegeben. Durch verschiedene trockenmechanische Separationsprinzipien wie Sichtung, Schwerteilauslese, Siebung und dgl. kann die dem Hausmüll entzogene Biomasse in eine Kompostieranlage 50 weitergegeben werden. Dort wird in einem Reaktor die vor-  
20 handene Substanz in Kompost und Biogas umgewandelt. Das beim Abbauprozess gewonnene Biogas wird durch eine Leitung 44<sub>a</sub> für elektrische Energie und Wärme genutzt. Der durch eine Leitung 52 ausgetragene Kompost wird in der Landwirtschaft und im Gartenbau eingesetzt, Reststoffe gelangen  
25 durch eine Leitung 54 zu einer sog. Impact-Anlage 60.

In einem dritten Verfahrensabschnitt Q werden dem -- von der Separationsanlage 48 für die Biomasse kommenden -- Restmüll in einer weiteren Separierungsstation 56 die Me-  
30 talle und Kunststoffe entzogen; mittels eines Abscheidungsverfahrens können die Stoffe in die gewünschten Fraktionen getrennt werden, wie weiter unten erörtert. Die Metall- und Kunststoff-Fraktionen gelangen in ein trocken-mechanisches Verfahren. Dabei werden zuerst über eine Leitung 58 die  
35 Eisen-Metalle entzogen. Die Trennung von den Restmetallen und Kunststoff erfolgt nach Leitung 58 in jener Impact-Anlage 60 im sog. Impactverfahren. Durch Impulsgabe und plötzliches Anhalten (Impulsunterbrechung) sowie hochfre-

quente Reflektionen der Partikel werden deren physikalische Unterschiede zum Aufschluss genutzt. Die nachfolgende Siebung und Separation ermöglicht eine Trennung in Metalle und Kunststoffe. Die Metalle können weiter verwendet werden; es  
5 wird vor allem Aluminium in der Aluminiumindustrie wieder verwendet.

Die Kunststoffe gelangen zu einer Identifizierungseinrichtung / Separation 64. Die dabei separierten Kunststoffe wie  
10 Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), Polystyrol (PS) und dgl. werden in einer Station 66 zur Regranulierung bzw. Extrusion in ein Fertigprodukt verarbeitet. Die Restkunststoffe werden als hochkalorischer Bestandteil der Brennstoffaufbereitung zugeführt. Mit 62 ist ein Reststoffaus-  
15 trag der Impact-Anlage 60 bezeichnet, welcher diese mit einer Reststoffseparation 68 verbindet.

Die nun noch vorhandenen Reststoffe bestehen im Wesentlichen aus Mineralien, Papier, Holz, Restorganik und Depo-  
20 niegut. Letzterer wird in Verfahrensabschnitt R durch eine Leitung 69<sub>a</sub> ausgetragen; Leitung 69<sub>b</sub> führt die Mineralstoffe ab. Zusammen mit den Restkunststoffen aus der Metall- und Kunststoff-Separation 56 gelangt Papier, Holz und Restorganik durch eine Leitung 69 in eine Brennstoffaufbe-  
25 reitung 70. Der dabei entstehende Brennstoff dient einem thermischen Kraftwerk 72 als Energielieferant. Die erzeugte elektrische Energie wird in das Stromnetz eingespeist. Die Abwärme wird -- wie erwähnt -- über die Wärmeleitung 36 der Schlamm Trocknung als Heizquelle zur Verfügung gestellt. Die  
30 entstehenden Aschen bzw. Schlacken werden zur Produktion des erwähnten keramischen Bindemittelsystems in einer CBS-Herstellungsanlage 74 verwendet.

Aus den Mineralstoffen der Reststoff-Separation 68 und aus  
35 den Aschen aus der thermischen Verwertung wird jenes CBS hergestellt, also -- wie gesagt -- ein zementartiges Bindemittel, welches vor allem mineralischen Abfallprodukten

entnommen wird. Verwendung findet es vorwiegend in der Bauindustrie.

Das angefallene Deponiegut 24 muss ebenfalls entsorgt  
5 werden, und dies geschieht durch ein spezielles Verfahren der Immobilisierung in Station 78 des Verfahrensabschnittes S. Dazu findet Consolid und CBS Verwendung. Das stabilisierte Deponiegut 24<sub>a</sub> ist nun gegen äußere Umwelteinflüsse -- wie etwa Wasser -- geschützt und kann  
10 auf einer Deponie gefahrenlos endgelagert werden.

Fig. 9 befasst sich mit dem Herstellen des erwähnten keramischen Bindemittelsystems CBS. Das hier vorgestellte Verfahren benötigt Rohstoffe, die bei der Verbrennung von  
15 Hausmüll, Kohle oder bei der Verhüttung von Metallerzen entstehen. Diese Schlacke ist die Basis für das zementartige Bindemittel CBS, das als hochwertiger Ersatz für Zement eingesetzt werden kann bei erheblich niedrigerem Aufwand. Der sog. MVA-Schlacke werden Fremdstoffe wie Metall,  
20 Papier und Kunststoff entzogen, welche dann dem Wertkreislauf wieder zugeführt werden können. Die Reststoffe werden mit Zuschlagstoffen -- Hüttensand, Kraftwerksasche, Gerüstsilikate, Tonminerale -- vermischt und konditioniert. Die MVA-Schlacke wird zuerst in einer Station 75 gesiebt, die  
25 Feinteile werden gereinigt und einer Mühle bzw. einem Mahlwerk 76 zugeführt, in der sie mit Hüttensand, Kraftwerksasche und Gerüstsilikaten gemischt wird.

Das CBS ermöglicht eine sinnvolle Verwertung der MVA-Schlacke, für die somit keine Deponiegebühren anfallen.  
30 Insgesamt ist der ökonomische Effekt auf die Herstellungskosten einer Tonne dieses Bindemittels sehr hoch, da der Rohstoff (die Schlacke) gegen Zuzahlung erhältlich ist und in einem mechanischen Verfahren von anderen Materialien --  
35 wie z.B. Schwermetallen -- getrennt sowie schließlich mit einem relativ geringen Energieaufwand in das Bindemittel CBS umgewandelt werden kann.

Der mit CBS hergestellte Beton besitzt eine bis zu 25 % höhere Druckfestigkeit und eine bis zu 50 % geringere Expansion. Damit tritt kaum eine Rissbildung auf. Der Produktionsprozess an sich ist relativ einfach und damit kostengünstig. Dies alles führt zu einer Kostenersparnis von bis zu 30 % gegenüber herkömmlichem Portlandzement.

Da die Schlacke nicht mehr deponiert wird, sondern sinnvoll als Rohstoff genutzt werden kann, ist der ökologische Nutzen groß. Da das Material in den vorherigen Prozessen bereits gebrannt wurde, ist der Energiebedarf für die Herstellung dieses Materials sehr gering. Die natürlichen Ressourcen, die herkömmlicherweise für die Zementherstellung Verwendung finden, werden geschont.

Die Stabilisierung bzw. Immobilisierung von Böden oder anderen Gemengen war schon immer ein großes Problem. Dieses konnte nur unter hohem Kostenaufwand und in unbefriedigender Weise gelöst werden. In den meisten Fällen ist eine Stabilisierung nach den konventionellen Methoden nur kurzzeitig wirksam. Zudem treten oft ökologische Probleme auf, die den Boden, aber auch das Grundwasser beeinträchtigen können.

Die als Bindemittel eingesetzten chemischen Produkte können im heterogenen Boden nur bedingt die Erwartungen an eine Stabilisierung erfüllen. Erdmaterialien ändern sich stetig in ihrer chemisch-mineralogischen und auch physikalischen Zusammensetzung. Dies hat bisher eine erfolgreiche, nachhaltige Stabilisierung stark erschwert bzw. verhindert. Heterogene Gefüge, wie sie Erden und Böden aufweisen, erfordern alternative Produkte zur Stabilisierung und Immobilisierung. Das CBS-Consolid-Verfahren ist diese Alternative. Damit ist es nun möglich, unter Anwendung von CBS-Consolid Erden, Böden, Stäube und andere heterogene Produkte zu binden und nachhaltig zu verfestigen.

Vergleiche von unbehandelten und mit CBS-Consolid behandelten Proben ergeben deutliche Unterschiede in der Mikrostruktur und in den Eigenschaften des Bodens oder der anderen Materialien. Durch die Behandlung mit CBS-Consolid wird die kapillare Steighöhe und damit die Wasserempfindlichkeit des Bodens deutlich erniedrigt.

Consolid besteht aus vorwiegend organischen Substanzen sowie aus zwei Phasen, nämlich der Flüssigphase Consolid<sup>444</sup> (oder C444) sowie einer festen Phase Solidry. Die Flüssigphase ist eine Mischung monomolekularer und polymolekularer grenzflächenaktiver Substanzen, Lösungsvermittler, Emulgatoren und Katalysatoren mit einem Gehalt an Propylendiamin, Dimethylammoniumchlorid und Isopropyl-Alkohol (IPA) sowie den nachstehenden erfindungswesentlichen physikalischen, chemischen und sicherheitstechnischen Eigenschaften:

|                                  |                                                              |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Aussehen:                        |                                                              |
| Form:                            | Flüssig                                                      |
| Farbe:                           | Gelbbraun                                                    |
| Geruch:                          | IPA                                                          |
| Zustandsänderung:                | Erstarrungs-/Schmelzpunkt: 40-45°C                           |
| Dichte (bei 20°C):               | 0.850 g/cm <sup>3</sup>                                      |
| Viskosität (bei 50°C):           | ca. 10 cP                                                    |
| Löslichkeit in Wasser (40°C):    | dispergierbar/mischbar 450 g/l                               |
| pH-Wert (1 g/lH <sub>2</sub> O): | 5.5 bis 6.5                                                  |
| Flammpunkt:                      | > 40°C                                                       |
| Zündtemperatur:                  | > 300°C                                                      |
| Explosionsgrenzen:               | untere: 2 % vol.<br>obere: 13 % vol. für IPA (rein) in Luft. |

Die feste -- pulverförmige -- Phase besteht als Solidry aus über 96 % feinstkörnigem handelsüblichem Zement und Kalkhydrat sowie 4 % organischem Anteil und folgenden erfindungswesentlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften:

|                                                                 |                         |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Aussehen:                                                       |                         |
| Form:                                                           | Fest                    |
| Farbe:                                                          | Gelblich                |
| Geruch:                                                         | Aminisch                |
| Physikalische Zustandsänderung:<br>Schmelzpunkt/Schmelzbereich: | 50 bis 52°C             |
| Dichte (75°C):                                                  | 0.858 g/cm <sup>3</sup> |
| Viskosität (75°C):                                              | < 100 mPa               |
| Löslichkeit in Wasser (20°C):                                   | Unlöslich               |
| in Isopropanol (55°C):                                          | 50 g/l                  |
| pH-Wert (50 g/lH <sub>2</sub> O, 50°C):                         | 9 bis 10 IPA/Wasser     |
| Flammpunkt:                                                     | > 170°C                 |

Diese organische Komponente ist eine parafinartige Mischung monomolekularer und polymolekularer grenzflächenaktiver Substanzen mit einem bestimmten Gehalt an Alkylaminen und Dimethylammoniumchlorid, Polyacrylaten und Reaktionsmitteln.

Das grundsätzliche Wissen über die Wirkungsweise des Consolid-Systems führt zu der Erkenntnis, dass das Consolid im Poren- und Mikroporenbereich der Böden grenzflächenaktiv wirkt, den Haftwasserfilm löst, wobei es dadurch vorrangig zu einer irreversiblen Agglomeration der Fein- und Feinstteilchen des behandelten Bodens kommt und über die Aktivierung der bodeneigenen Bindekräfte -- Erhöhung der Kohäsion und des inneren Reibungswinkels -- eine hohe Verdichtbarkeit des Bodens bewirkt (Giurgea et al., 1998).

Der Wirkstoff Solidry entsteht durch eine mechanische Beaufschlagung in einer Kugelmühle oder einem Prallmischer eines hydraulischen Bindemittels wie CBS oder Zement, wobei es zu einer vollständigen Umhüllung der Zement- bzw. Kalkhydratkörnchen durch eine parafinartige Komponente kommt. Das Trockenprodukt Solidry wirkt wasserabweisend und führt zu einer Wasserunempfindlichkeit des Bodens, verstärkt die bodeneigene Bindewirkung (Kohäsion, Festigkeit). Gleichzeitig verhindert es durch das Quellverhalten der Wirkstoffe das Eindringen des Oberflächenwassers in die Kapillaren des

Bodens und reduziert zusammen mit Consolid<sup>444</sup> ® das kapillare Ansteigen des Wassers im Boden. Diese Feststoffe sind somit hauptsächlich als "Füllung" mit ausgeprägtem synergetischem Effekt in Bezug auf den Kapillarraum des Bodens zu  
5 sehen (Merkler et. al. 1996; Giurgea et al., 1998).

In den Fig. 10 bis 14 wird das Trennen von Verbundstoffen im Bereich der Impact-Anlage 60 verdeutlicht. Ein Verbundstreifen 80 der Dicke e mit einer beidseits von PE-Schichten 82 abgedeckten mittleren Schicht 84 aus einer Aluminiumlegierung wird in Förderrichtung x einer diese kreuzenden Prallwand 86 zugeführt (Fig. 10). Dank des Impulses der Beschleunigung und eines abrupten Abbruchs dieses Impulses an der Prallwand 86 sowie den auftretenden Schockwellen zwischen den Schichten 82, 84 des Verbundstreifens  
10 80 werden die physikalischen Unterschiede der verschiedenen Materialien -- wie Dichte, Elastizität, Duktilität od.dgl. -- so genutzt, dass sich aufgrund des unterschiedlichen Verhaltens der Bestandteile 82, 84 des Verbundstreifens 80  
15 diese voneinander trennen.  
20

Durch den Aufprall auf die Prallwand 86 werden zur Deformation neigende Werkstoffe -- beispielsweise die Aluminiumschicht 84 -- verformt, wohingegen elastische Materialien --  
25 - also die beiden Kunststoff-Schichten 82 -- die Aufprallenergie absorbieren mit der Folge, dass diese PE-Schichten 82 keine -- oder nur eine geringe -- Veränderung ihrer Struktur erfahren. Wird nämlich ein Verbundstoff 80 einer solchen Behandlung unterzogen, wird die Metallschicht 84  
30 deformiert, während sich die Kunststoffschichten 82 nach einer kurzzeitigen Deformation aufgrund der Rückstellkraft in ihren ursprünglichen Zustand zurück verformen. Dieses unterschiedliche Verhalten der Verbundmaterialien 82, 84 hat zur Folge, dass zwischen ihnen eine Scherkraft entsteht, welche die Schichten 82, 84 entlang ihrer Phasengrenzen aufschließt. In Gemischen erfolgt kein Aufschluss, jedoch erfahren die in der Mischung vorhandenen Materialien  
35 aufgrund der physikalischen Unterschiede auch unterschied-

liche Strukturen. So ergeben sich -- in Abhängigkeit von den oben genannten physikalischen Eigenschaften -- unterschiedliche charakteristische Strukturen der Materialien.

5 Der Schritt b) in Fig. 10 zeigt die erhebliche und bleibende Deformation der Aluminiumschicht 84 sowie die sehr kurzzeitige Deformation der beiden Kunststoffschichten 82; zwischen den Werkstoffen der Schichten 82, 84 entsteht eine Scherkraft an den Phasengrenzen.

10

Im Schritt c) der Fig. 10 prallen sowohl die Aluminiumschicht 84 -- nun in Kugelform -- gegen die Impulsrichtung x ab als auch die Kunststoffschichten 82, welche letztere sich in Folge der Rückstellkraft aus der Deformationssituation des Schrittes b) wieder gestreckt haben. Metalle werden verformt und erhalten dadurch eine Kugelstruktur, die sich aus einer aufgerollten Metallschicht 84 ergibt; diese Kugeln 84<sub>a</sub> haben nun ein Mehrfaches an Durchmesser als zuvor in der flächigen Struktur vor der Behandlung.

20

Die beschriebenen Veränderungen sind in Fig. 11, 12 verdeutlicht. Schritt a) der Fig. 11 zeigt hier das Ausgangsprodukt 80 mit seinen streifenförmigen Schichten 82, 84. Bei b) ist ein fortschreitender Aufschluss zu erkennen; die Schichten 82 klaffen maulartig auseinander, und die mittlere Al-Schicht 84 beginnt sich gegen die Impulsrichtung x zungenartig einzurollen. Im Schritt c) verkugelt sich die Mittelschicht 84 zunehmend und erreicht gemäß Fig. 12 die Kugelform 84<sub>a</sub>; die Schichten 82 sind -- wie oben beschrieben -- in ihre Ursprungsform zurückgeführt.

30

In Fig. 13 ragen von zwei in lichtem radialem Abstand f parallel gekrümmten Wandflächen 88, 88<sub>a</sub> zueinander gerichtete Prallflächen 90, 90<sub>a</sub> im horizontalen Abstand g voneinander ab, wobei sich eine der Wandflächen 88 relativ zur anderen Wandfläche 88<sub>a</sub> in Richtung y dreht und zwar in Förderichtung x der Verbundwerkstoffe 80. Mit z ist eine

35

Linie bezeichnet, die eine Prallbewegung von Partikeln andeutet.

In Fig. 14 ist ein Rotor 92 mit Rotations- oder Drehrichtung  $y_1$  um die Rotorachse M angedeutet, dessen Rotorraum 94 durch einen Werkstoffeintrag 96 von oben her ein Werkstoffgemisch zugeführt wird. Die Verbundstoffe 80 des Werkstoffgemisches werden durch die Schwerkraft abwärts geführt - der spiralenartige Förderweg ist bei q angedeutet. Von unten her wird Prozessluft eingebracht, deren Strömungsweg t entgegen jenem Förderweg q erfolgt. Durch die aufsteigende Luft wird die Verweilzeit der Verbundwerkstoffe 80 im Rotorraum 94 beeinflusst, und es werden leicht flugfähige Partikel und Stäube in einem Zyklon mitgerissen, die mit der Prozessluft den Rotor 92 bei einem Auslass 98 verlassen.

PATENTANSPRÜCHE

1. Deponie für die Lagerung von Abfällen und Reststoffen  
5 aus festen organischen oder anorganischen Stoffen,  
Verbundstoffen bzw. Gemischen daraus,  
  
dadurch gekennzeichnet,  
  
10 dass in Erdreich (22) eine Wanne (12) mit Wannenboden  
(14) und Seitenwänden (15) angeordnet ist, deren Wan-  
nenboden zumindest zwei wasserdichte Schichten (B, C)  
mit Bestandteilen eines keramischen Bindemittelsystems  
(CBS) enthält.  
15
2. Deponie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass  
zwischen der obenliegenden wasserdichten Schicht (C)  
und Deponiegut (24, 24<sub>a</sub>) zumindest eine wasserdichte  
Kunststofffolie (26) flächig angeordnet ist.  
20
3. Deponie nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass  
auf der Kunststofffolie (26) verfestigtes Haufwerk als  
Deponiegut (24<sub>a</sub>) gelagert ist.
- 25 4. Deponie nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeich-  
net durch einen Winkel ( $w$ ) von  $90^\circ$  bis  $150^\circ$ , bevorzugt  
etwa  $130^\circ$ , zwischen Wannenboden (14) und Seitenwand  
(15).
- 30 5. Deponie nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass der Wannenboden (14) in einem Win-  
kel bis zu etwa  $10^\circ$  zur Horizontalen geneigt ist.
- 35 6. Deponie nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeich-  
net durch eine Abdeckung (20), die wenigstens zwei  
wasserdichte Schichten (B, C) enthält, auf denen zu-  
mindest eine Sickerschicht (D) zur Abführung von Re-  
genwasser angeordnet ist.

7. Deponie nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Sickerschicht (D) mit einer Drainage (28) ausgestattet ist.
- 5
8. Deponie nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Sickerschicht (D) von einer Humusschicht (E) überlagert ist, die gegebenenfalls eine geringmächtige Slurry-Schicht (F) als Erosionsschutz trägt.
- 10
9. Deponie nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch ein in den wasserdichten Schichten (B, C) vorgesehenes anorganisches Bindemittel für hydraulische, erhärtende Massen, bei dem Kieselsäure, Tonerde, Eisenoxide und/oder Kalk enthaltende Stoffe vermengt, gemahlen und bis zur Sinterung gebrannt sind.
- 15
10. Deponie nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Bindemittelsystem eine Flüssigphase sowie eine feste Phase umfasst, welche letztere aus feinstkörnigem hydraulischem Bindemittel und Kalhydrat sowie bis zu 10 %, bevorzugt etwa 4 %, organischem Anteil besteht.
- 20
11. Deponie nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigphase eine Mischung monomolekularer und polymolekularer grenzflächenaktiver Substanzen, Lösungsvermittler, Emulgatoren und Katalysatoren mit einem Gehalt an Propylendiamin, Dimethylammoniumchlorid und Isopropyl-Alkohol ist.
- 25
12. Deponie nach wenigstens einem der voraufgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch das keramische Bindemittelsystem eine irreversible Agglomeration der Fein- und Feinstteilchen der behandelten Schicht gegeben ist mit einer hohen Verdichtung des mit dem Bindemittelsystem verbundenen Bodenanteils.
- 30
- 35

13. Deponie nach wenigstens einem der voraufgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die in ihrem Innenraum (18) gelagerten Abfälle (24, 24<sub>a</sub>) od.dgl. Stoffe durch die Beigabe mineralischer Komponenten gebunden sind, insbesondere durch das keramische Bindemittelsystem (CBS).
14. Deponie nach wenigstens einem der voraufgehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch wenigstens ein weiteres in der Beschreibung und/oder Zeichnung offenbartes Merkmal.
15. Verfahren zum Behandeln von Abfällen und Reststoffen aus festen organischen oder anorganischen Stoffen, Verbundstoffen bzw. Gemischen daraus, insbesondere von Anteilen einer Deponie nach wenigstens einem der voraufgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Abfall, insbesondere Hausmüll, entwässert, enthaltene Biomasse abgetrennt wird und anschließend eine Separation von Metallen/Kunststoffen erfolgt, welche in Wirtschaftskreisläufe als Sekundär-Rohstoffe zurückgeführt werden.
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Einleiten der Abfälle in die Deponie diese durch die Beigabe mineralischer Komponenten gebunden sowie eigene Bindekräfte aktiviert werden.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass Schadstoffe in den Abfällen immobilisiert werden.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, gekennzeichnet durch eine Reststoffseparation, nach der aus-  
geschiedene Mineralstoffe und/oder gesondert zuge-  
führte Schlacken bzw. Aschen zu keramischem Bindemit-  
5 tel verarbeitet werden.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, gekennzeichnet durch die während dessen Durchführung herge-  
stellten Hauptfraktion in Form von:  
10 Wasser;  
Biomasse/Kompost/Biogas;  
Metalle wie Al, Fe, Cu-Metalle od.dgl.;  
Restmüllfraktionen;  
15 Reststoffe.
20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet,  
dass Mineralstoffe aus der Restmüllfraktion und/oder  
den Reststoffen und/oder aus letzteren entstehende  
20 Asche als Rohmaterial zum Herstellen des Bindemittels  
(CBS) eingesetzt werden.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch  
gekennzeichnet, dass Schlacke gesiebt sowie während  
25 eines Zerkleinerungsvorganges mit Hüttensand und/oder  
Kraftwerksasche und/oder Gerüstsilikaten gemischt  
wird.
22. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis  
30 21, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Verbundstoff  
oder dem Gemisch durch eine dessen Fluss plötzlich  
unterbrechende Einrichtung der Aufschluss bzw. eine  
Trennung der Bestandteile mittels eines Impulses  
durchgeführt wird.

23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet,  
dass dem in einem Rotor (26) mit vertikaler Achse  
spiralartig abwärts erzeugten Förderweg Prozessluft in  
einem steigenden Strömungsweg gegenläufig zugeführt  
5 wird.
24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet,  
dass an einer Prallwand des Rotors zwischen den  
Schichten des Verbundstoffes eine Schockwelle erzeugt  
10 wird.
25. Verfahren nach Anspruch 23 oder 24, dadurch  
gekennzeichnet, dass sich zwei einander in radialem  
Abstand coaxial zugeordnete Wandflächen relativ zuein-  
15 ander um ihre Achse drehen und zwischen von den Prall-  
wänden radial abragenden Prallflächen die von Zentri-  
fugalkräften bewegten Verbundstoffe bzw. Gemische be-  
wegt und aufgeschlossen werden.
- 20 26. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 25, dadurch  
gekennzeichnet, dass der Verbundstoff (10) bei Auf-  
prall auf eine Prallwand (20) aufgeschlossen wird und  
seine metallischen Bestandteile kugelartig verformt  
werden, wobei gegebenenfalls während des Verformungs-  
25 vorganges der schichtartige metallische Bestandteil  
aufgerollt wird.
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 26, dadurch  
gekennzeichnet, dass das Verbundelement vor dem Trenn-  
30 oder Aufschließvorgang einer thermischen Vorbehandlung  
unterzogen wird, wobei gegebenenfalls der Austrag aus  
dem Trenn- oder Aufschließvorgang einem Separations-  
und/oder Siebvorgang und/oder einem Abtrennvorgang für  
Nichteisenmetalle unterzogen wird.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Metall- und/oder Kunststoffteile nach dem Separieren verdichtet und gegebenenfalls nach dem Separieren extrudiert werden.
- 5
29. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoffe durch turbolaminare Separation und/oder Identifikation voneinander getrennt werden.
- 10
30. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 29, gekennzeichnet durch wenigstens ein weiteres in der Beschreibung und/oder Zeichnung offenbartes Merkmal.
- 15
31. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach wenigstens einem der Ansprüche 22 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass in den Innenraum (94) eines Rotors (92) der Förderweg (q) für die Verbundstoffe (82) bzw. das Gemisch gegenläufig zum Strömungsweg (t) von Prozessluft geführt ist.
- 20
32. Vorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstoffzuführung (96) im Firstbereich des Rotors (92) angeordnet ist.
- 25
33. Vorrichtung nach Anspruch 20 oder 32, dadurch gekennzeichnet, dass der Förderweg (t) zwischen zwei zueinander in Abstand (g) relativ bewegbaren Wandflächen (90, 90<sub>a</sub>) verläuft, von denen in den Förderweg beidseits sowie zueinander versetzte Prallflächen (90, 90<sub>a</sub>) abragen.
- 30
34. Vorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandflächen (90, 90<sub>a</sub>) koaxial gekrümmt sind.
- 35

35. Vorrichtung nach Anspruch 33 oder 34, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandflächen (90, 90<sub>a</sub>) in Rotationsrichtung ( $y_1$ ) des Rotors (92) drehbar gelagert sind.

5 36. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 31 bis 35, gekennzeichnet durch wenigstens ein weiteres in der Beschreibung und/oder Zeichnung offenbartes Merkmal.

10

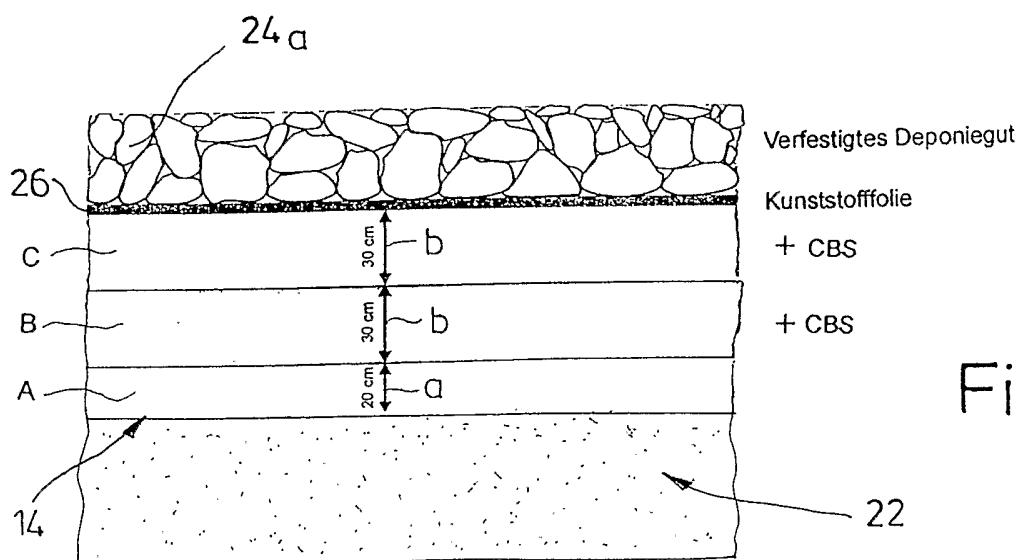
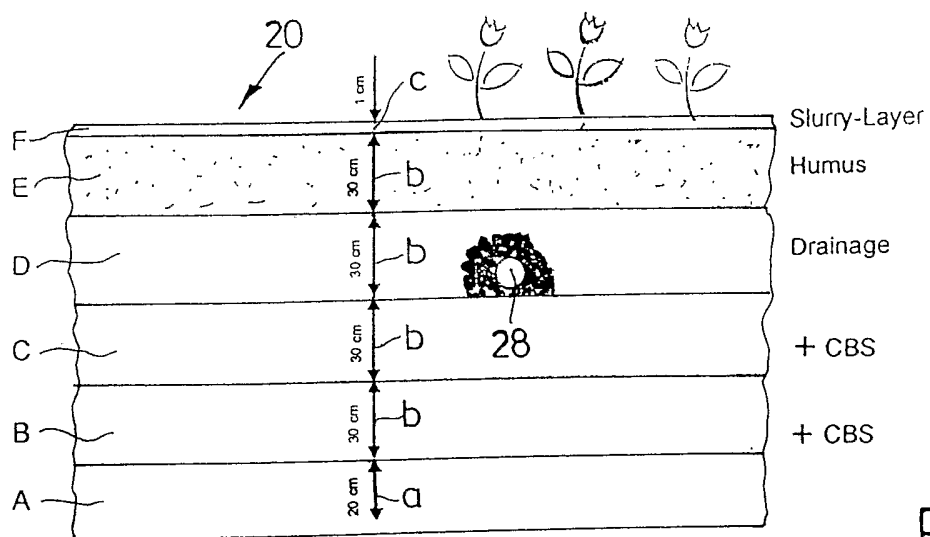
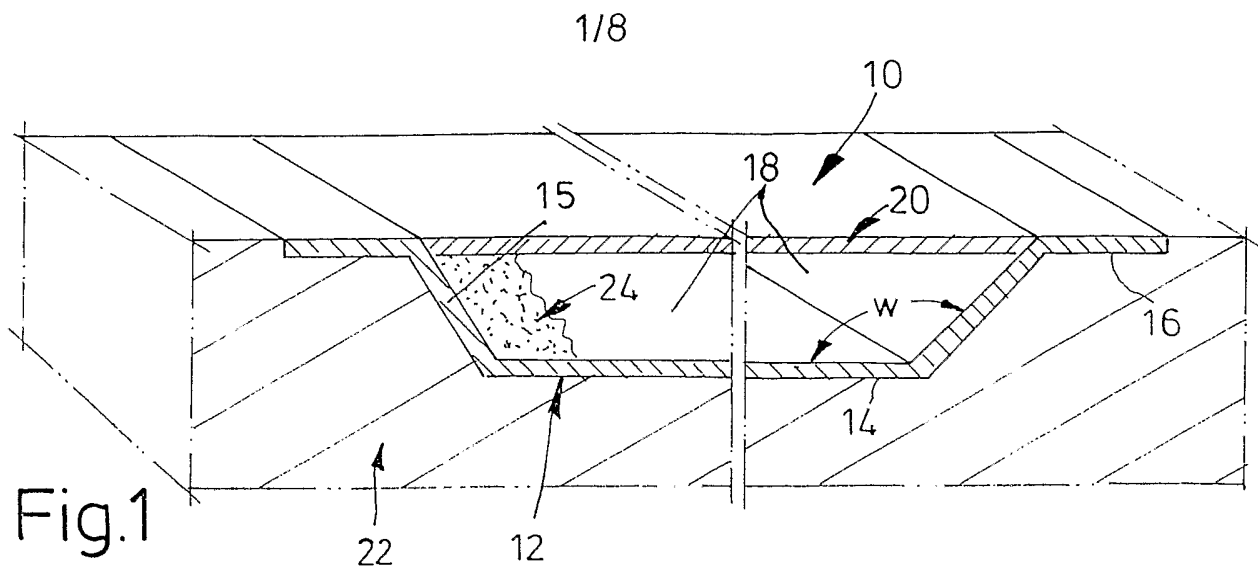
15

20

25

30

35



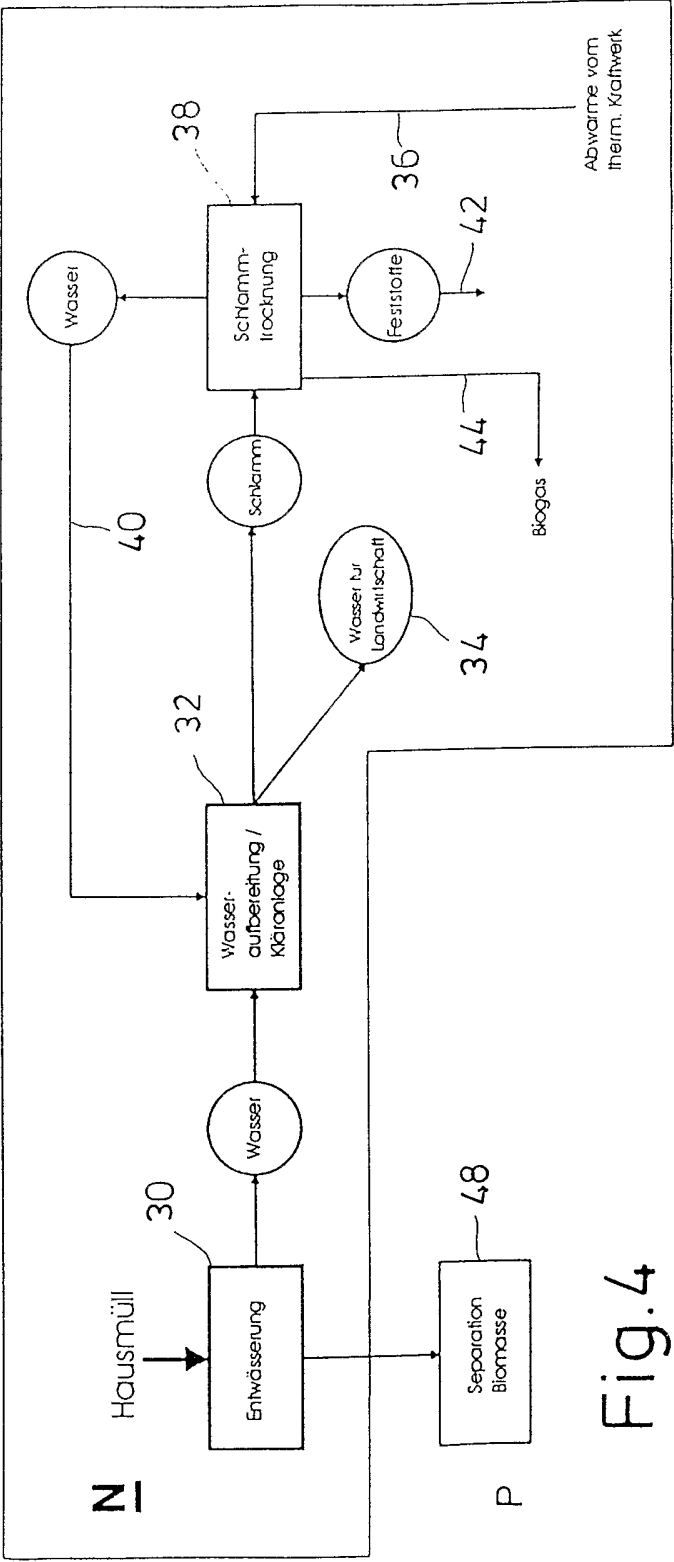
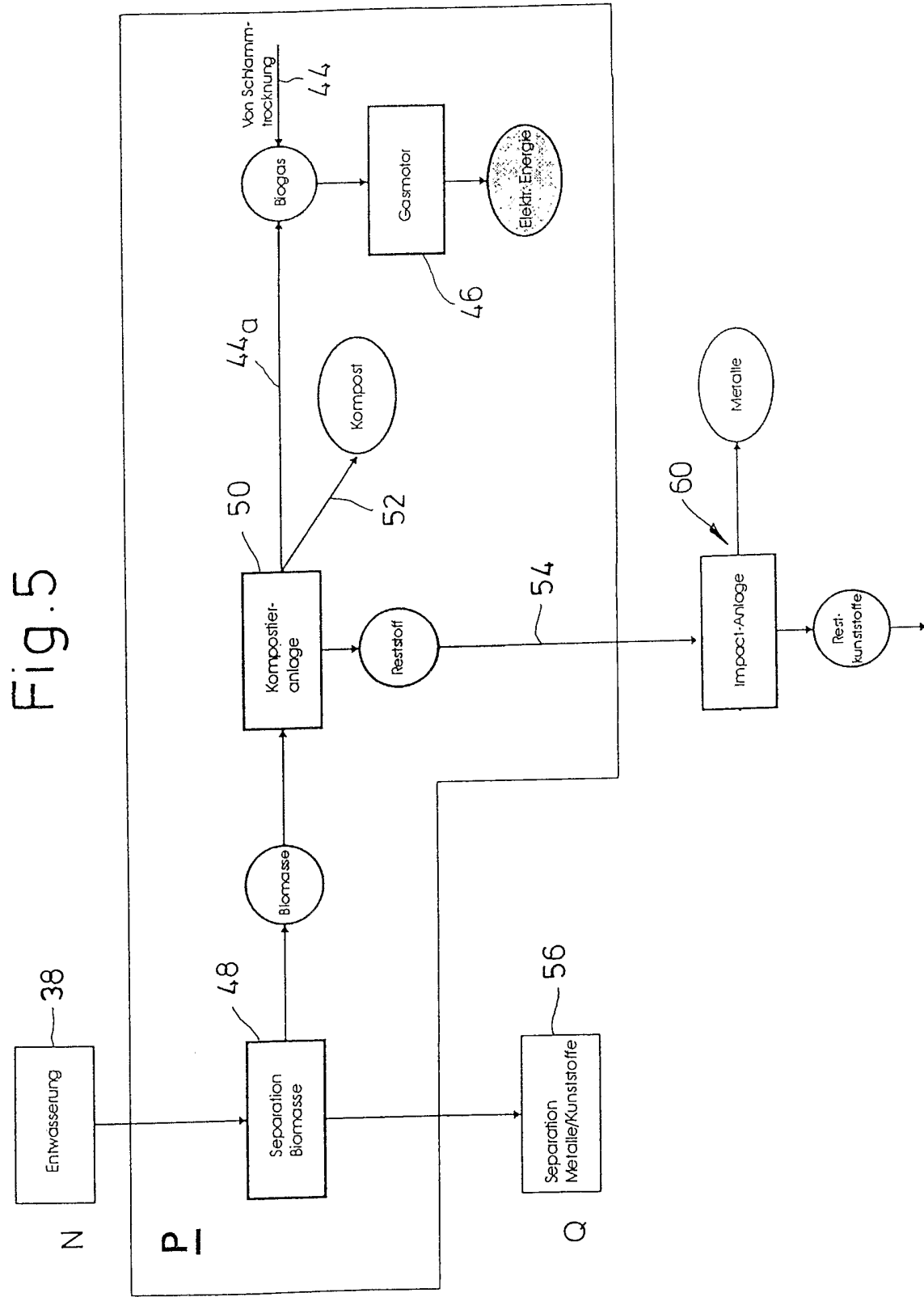


Fig.4



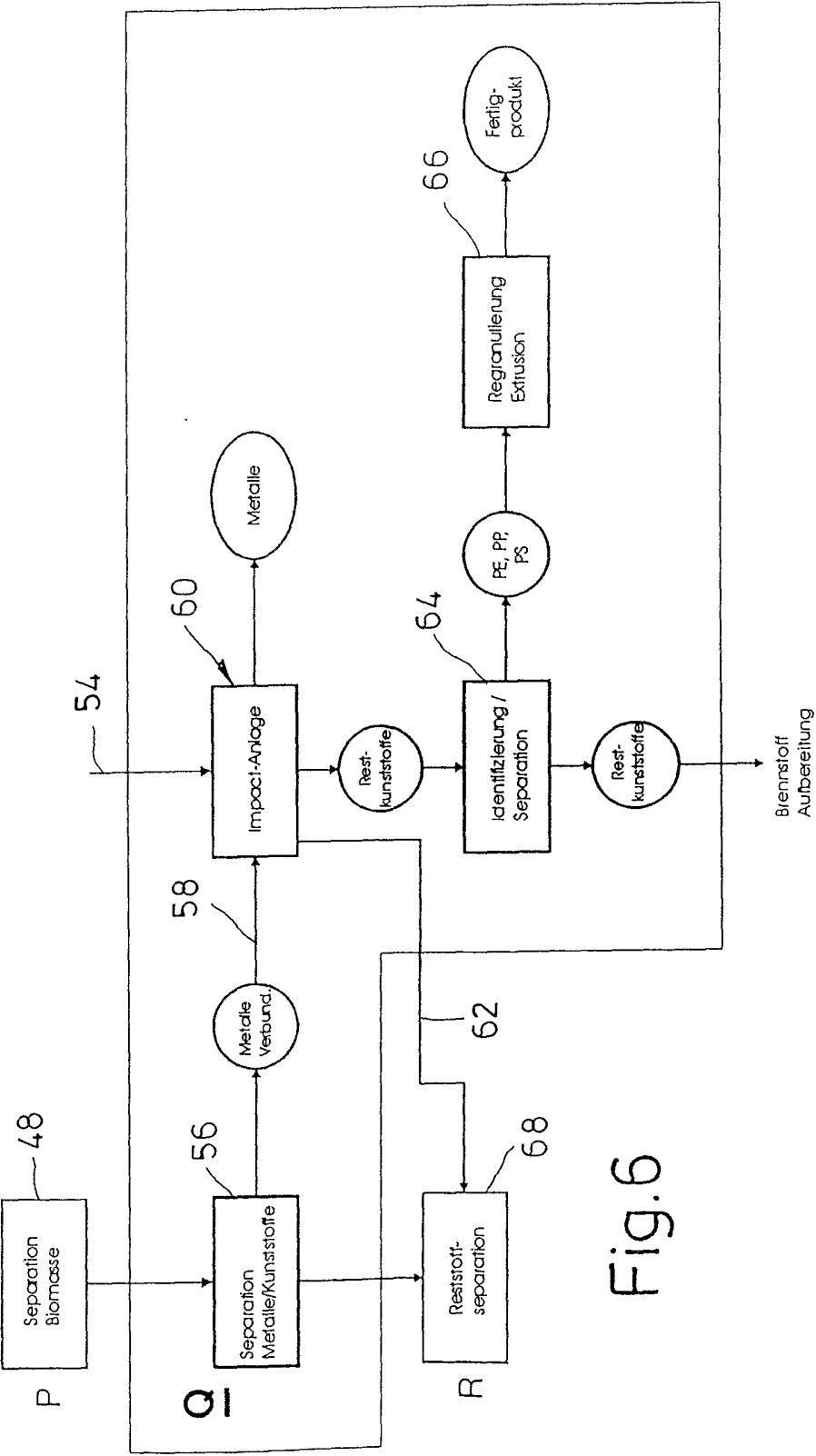


Fig.6

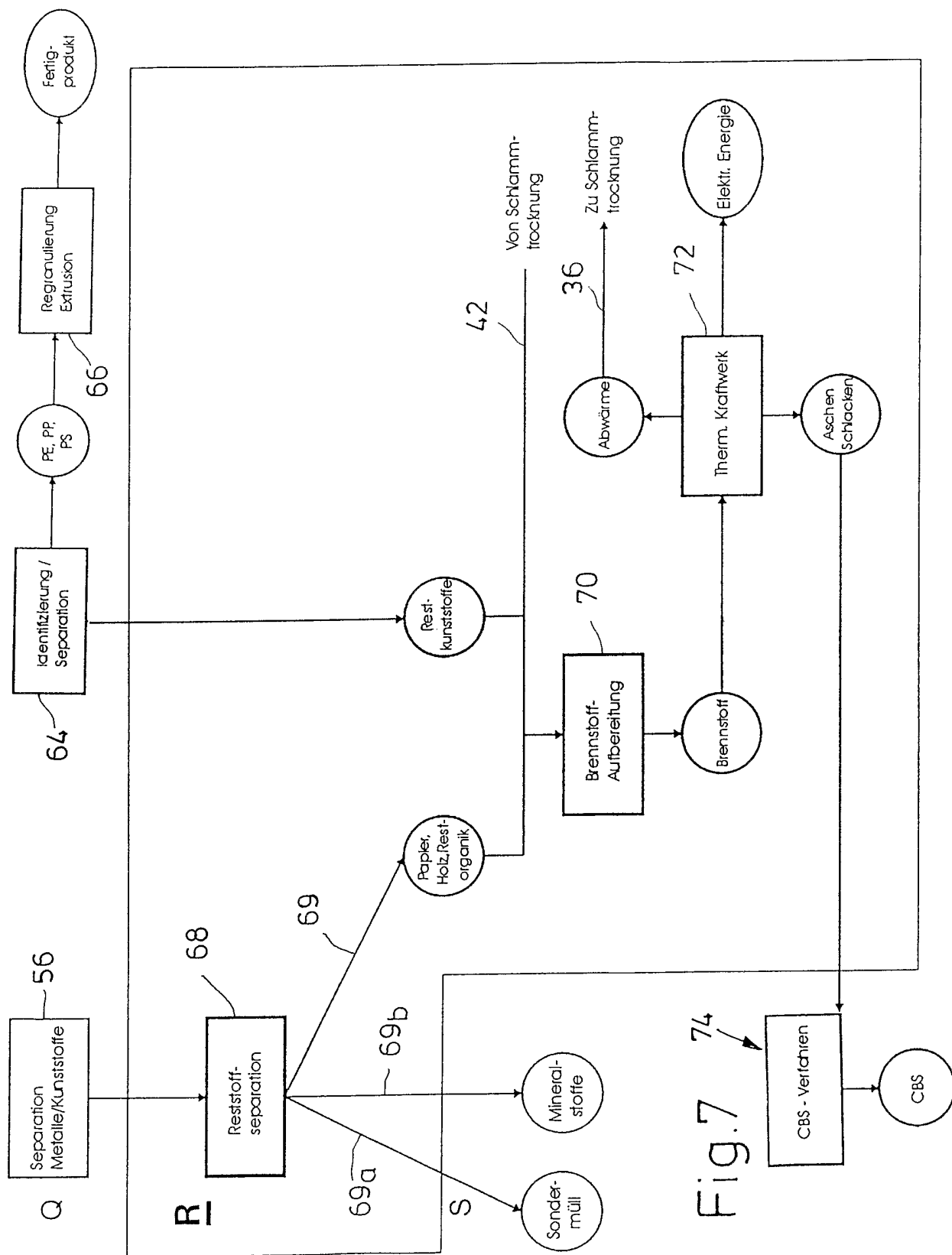


Fig.8

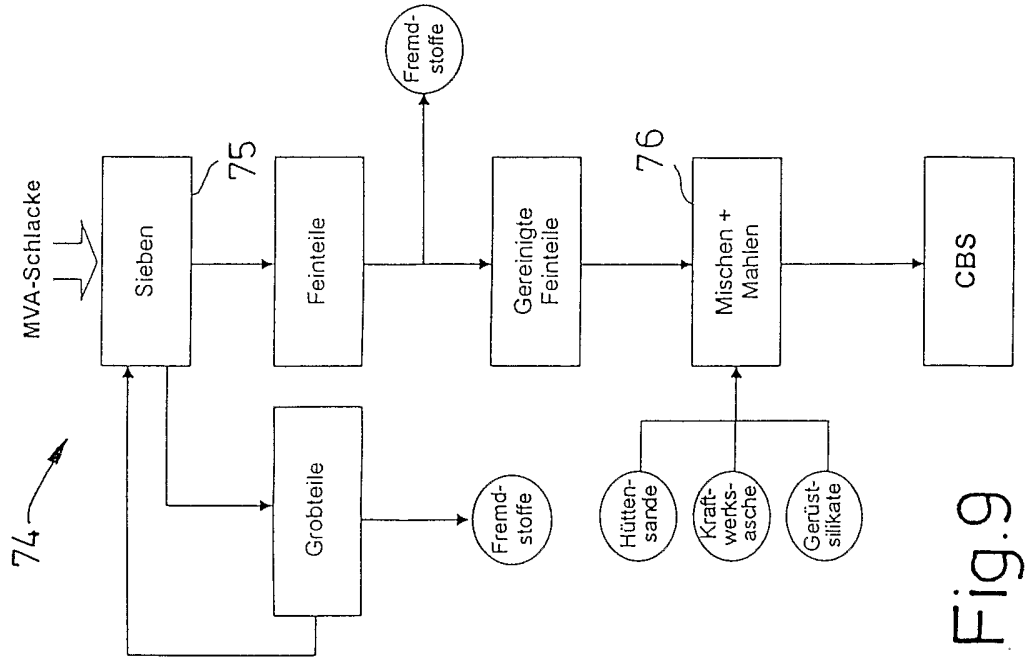
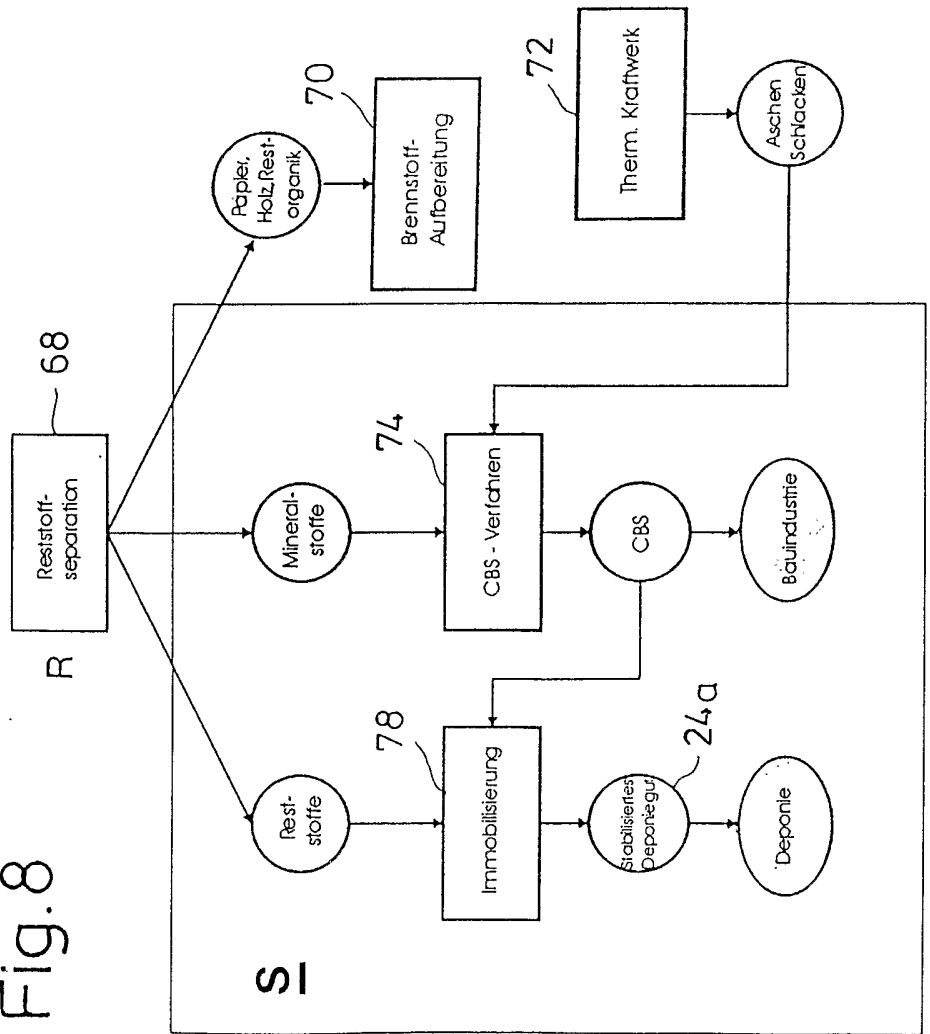


Fig.9

Fig.10

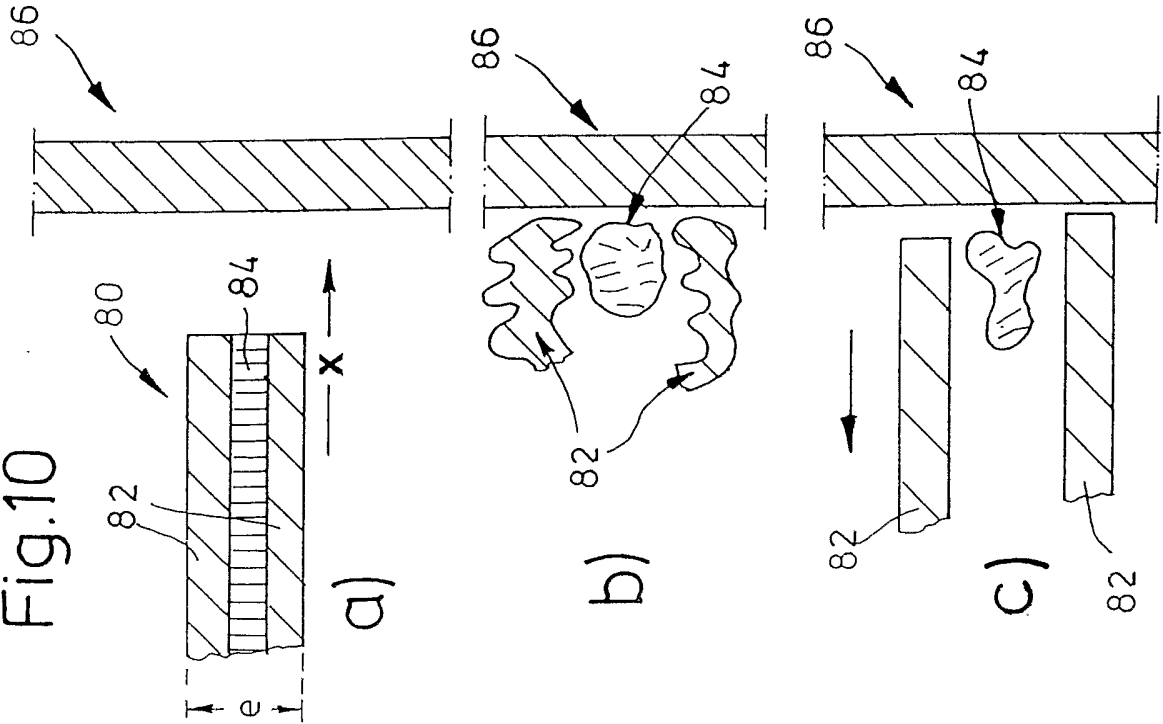


Fig.11

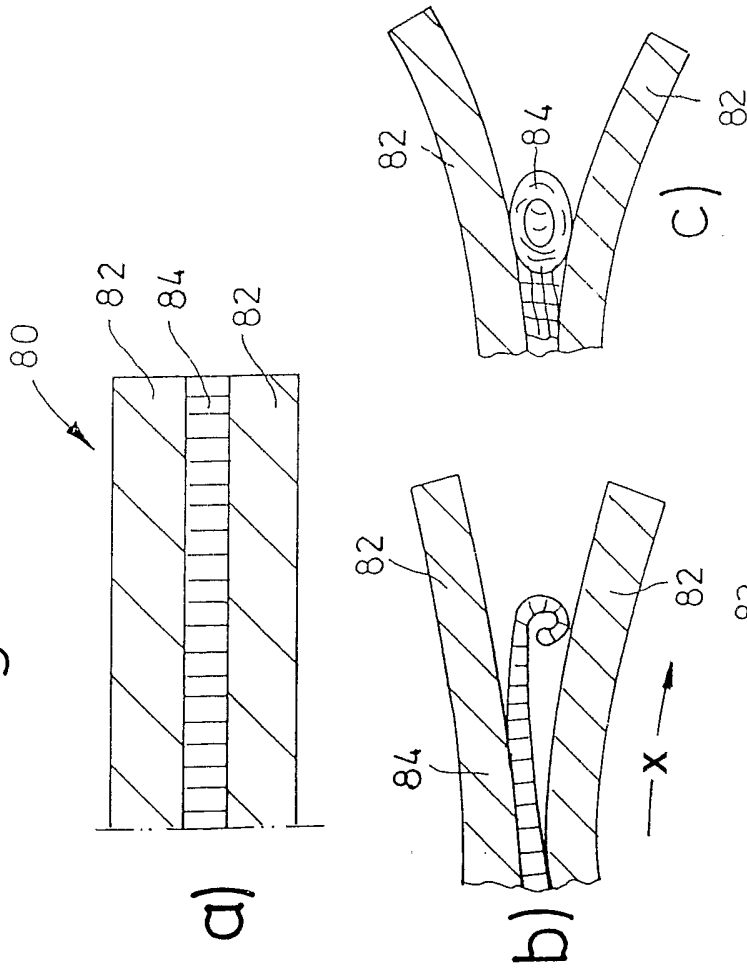
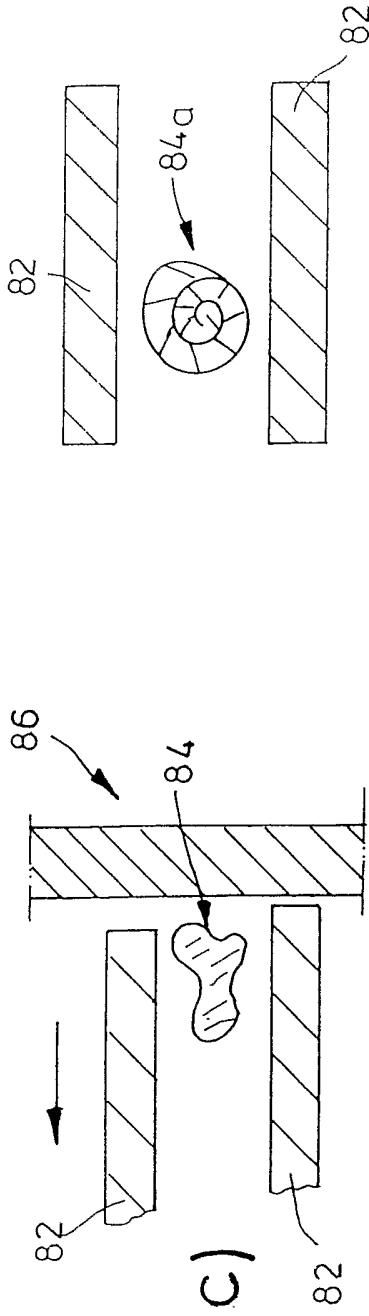


Fig.12



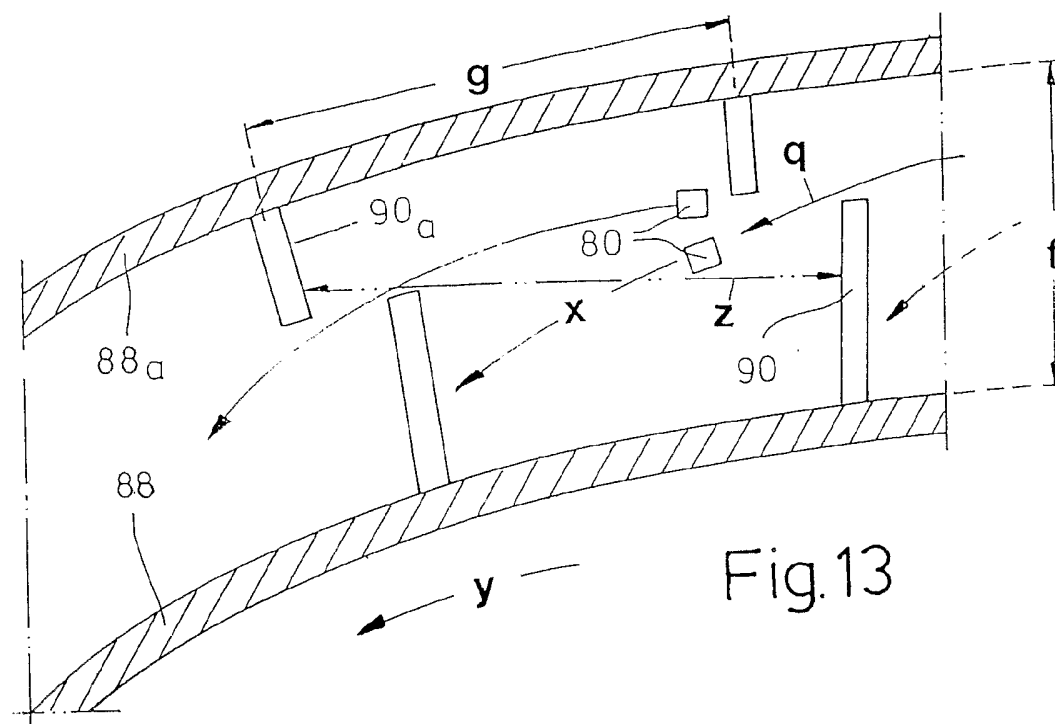


Fig.13

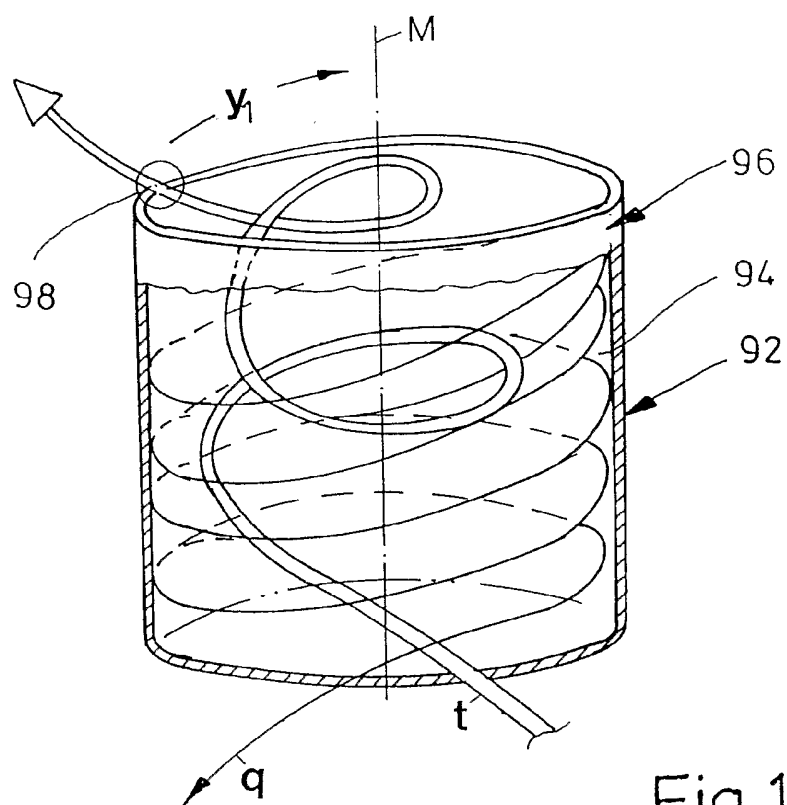


Fig.14