

## **Domanda di brevetto**

### **Procedimento e dispositivo di trattamento meccanico a umido di una miscela di sostanze ed in particolare di scarti di ogni tipo**

#### **Descrizione:**

Lo smaltimento dei rifiuti civili e dei rifiuti industriali rappresenta un problema riguardante la sostenibilità sempre più fortemente richiesta dalla politica. In seguito alla riduzione delle quantità di rifiuti, mediante l'astensione dalla produzione dei rifiuti stessi e l'introduzione della raccolta differenziata, rimangono comunque rifiuti che non possono essere direttamente indirizzati a nessun riciclo o valorizzazione. Essi, quali miscela di tre sostanze: inerti, materie organiche ed acqua, a causa di una proporzione troppo alta di sostanze organiche o di una proporzione troppo alta di acqua e/o di minerali, non possono essere condotti ad un riciclo minerale o ad un riciclo delle biomasse.

A causa di un contenuto troppo alto di agenti inquinanti, non è nemmeno possibile uno scarico come acqua di scarico.

Per lo smaltimento di tali rifiuti le nuove disposizioni di legge (Decreto per il deposito dei rifiuti) prevedono a medio termine in Germania un'inertizzazione prima della messa in discarica. A lungo termine (sino al 2020) dovrà avvenire un riciclo completo di tutti i rifiuti in relazione ad una gestione degli stessi.

Per il riciclo o valorizzazione sono disponibili diversi procedimenti, ed in particolare tecniche di riciclo. Quindi, durante la fermentazione, combustione o gassificazione si verifica una valorizzazione energetica. Un importante criterio per la qualità del prodotto in tutti i procedimenti di riciclo energetico è la presenza di una minima componente di minerali ed in particolare di inerti. L'umidità ottimale del prodotto e la granulometria sono tuttavia da valutarsi diversamente. Per la fermentazione sono disponibili il procedimento di fermentazione a secco, il procedimento di fermentazione a umido oltre che procedimenti di depurazione dell'acqua di scarico anaerobici.

Per un riciclo materico della parte di sostanza organica è di primo piano il riciclo agricolo, tuttavia limitato dal carico inquinante del materiale. Forme di riciclo di materiale dal contenuto di fibre quali sostanze isolanti, carta, o piastre di pressatura sono trattate in questa sede solo marginalmente.

Per gli inerti risultano utilizzati metodi di riciclo nell'edilizia o la diretta messa in discarica. Tuttavia, solo una separazione dei rifiuti in frazioni materiche e/o energetiche riciclabili permette un riciclo efficace. Con questo, la separazione, quale pretrattamento per un vero riciclo, dovrebbe anche soddisfare le esigenze della sostenibilità, ossia aver cura delle risorse ed evitare le emissioni mantenendo una contemporanea compatibilità economica e sociale. Attualmente, per il trattamento dei rifiuti aventi frazioni di sostanze organiche, sono disponibili i procedimenti qui di seguito descritti, i quali si distinguono per il contenuto di inquinanti della frazione di sostanze organiche:

Trattamento dei materiali di scarto con una frazione di sostanze organiche non inquinata:

**Compostaggio:**

I materiali di scarto, id in particolare I fanghi di deposito a cui è stato aggiunto materiale strutturale, vengono trattati biologicamente ed in modo anaerobico in seguito alla vagliatura delle sostanze impure a maggiore granulometria. Mediante il trattamento biologico vengono decomposte e ricomposte le sostanze organiche ed il contenuto di acqua viene ridotto, in modo da raggiungere una stabilizzazione. Grazie a tale procedimento, si assiste ad una contemporanea riduzione della disponibilità vegetale e ad un aumento della compatibilità vegetale del compost. Le sostanze impure vengono separate prioritariamente dal compost finito ed essiccato derivante dal compostaggio, oltre che nella prima separazione, anche nella separazione delle parti solide e nel procedimento di separazione pneumatico. La separazione di parti solide viene effettuata principalmente per mezzo de forni ad aria. Il compostaggio di materiali organici di scarto è legato a consistenti emissioni di aria di scarico e ad un elevato consumo di energia.

**Fermentazione:**

Nel trattamento biologico anaerobico, ed in particolare nel procedimento di fermentazione a umido, gli inerti (sabbia) vengono separati prima della fermentazione. Nella maggioranza dei procedimenti di fermentazione, prima del riciclo agricolo viene eseguito un post-compostaggio ai fini dell'essiccazione biologica del fermentato disidratato, con o senza l'aggiunta di materiale strutturale. Caratteristica di una fermentazione è la produzione di energia rigenerativa da biogas e la riduzione delle emissioni di aria di scarico rispetto al compostaggio. Le seguenti varianti tecniche del procedi-

mento di fermentazione sono già state tecnicamente realizzate su larga scala:

Fermentazione a secco ad uno o a più stadi con un contenuto di sostanza secca compreso tra il 20% ed il 50%: dai prospetti aziendali e dagli impianti realizzati sono noti, fra gli altri, il procedimento di fermentazione a secco dell'azienda Valorga, Francia; il procedimento Dranco, della ditta Organic Waste System nv, Belgio; la fermentazione a secco Linde-BRV, Svizzera; e il procedimento Kompogas, della ditta Kompogas, Svizzera. Sostanziale in tale procedimento è che, perlopiù, la separazione degli inerti non viene eseguita o viene eseguita solo dopo la fermentazione. Secondo il documento WO 98/38145 A1, Frank Rinderlaub, Svizzera, in un procedimento di fermentazione a secco è prevista una preventiva separazione degli inerti di una frazione parziale. Nell'impianto La Coruna, Spagna, che lavora secondo il cosiddetto procedimento Valorga, per la cura dell'impianto di fermentazione, nella depurazione meccanica viene effettuata una separazione delle materie inerti essiccate precedente alla fermentazione.

Fermentazione a umido ad uno o più stadi con un contenuto di sostanza secca compreso tra il 5% ed il 20%: procedimenti di fermentazione ad umido dei rifiuti con separazione delle sostanze inerti inserita a monte sono noti dai prospetti aziendali, fra l'altro, delle aziende Linde KCA - Dresden GmbH, Dresda, Germania; MAT Müll und Abfalltechnik GmbH, Monaco, Germania; Avecon, Finlandia; oltre che dal procedimento WABIO dell'azienda EcoTec, Finlandia. Oltre alla fermentazione, in questo procedimento, è la separazione delle materie inerti, ossia il pretrattamento della frazione organica prima della fermentazione, ad essere decisiva.

Trattamento di materiali di scarto con frazione di sostanze organiche più inquinata:

La maggioranza dei procedimenti noti per il trattamento delle frazioni organiche inquinate prevede uno smaltimento in una discarica o in un impianto di combustione dei rifiuti. In Europa, secondo la situazione giuridica vigente, è da prevedere una stabilizzazione della frazione organica prima della messa in discarica. Il pretrattamento prima della messa in discarica viene compiuto in impianti di depurazione meccanico-biologici, mediante procedimenti di compostaggio e di fermentazione.

Se si mira ad ottenere un riciclo energetico, è necessaria una separazione delle sostanze secche e degli inerti dalla maggior parte dei rifiuti umidi e contenenti materie inerti.

I procedimenti di separazione delle materie inerti possono essere realizzati meccanicamente, a secco o a umido. La separazione a umido, nella quale l'acqua viene impiegata quale mezzo fisico di separazione, comporta un grado di efficienza maggiore rispetto alla separazione a secco, nella quale il mezzo di separazione è l'aria.

Procedimenti meccanici di separazione a secco degli inerti per l'essiccazione biologica sono noti dal procedimento di stabilizzazione a secco dell'azienda HerHof Umwelttechnik GmbH, Solms-Niederbiel, Germania e dal documento DE 196 49 901 A1. Dispositivi e procedimenti per la separazione meccanica a umido degli inerti sono noti dai documenti DE 196 23 027 C1, DE 198 44 006 A1, DE 199 24 164 A1, DE 201 12 681 U1, DE 42 43 171 C1, DE 197 29 802 C2, DE 44 36 639 A1, DE 198 46 336 A1, DE 197 45 896 A1, DE 44 15 858 A1, DE 43 12 005 A1, DE 199 23 108 A1 e DE 41 20 808 A1. Esistono inoltre procedimenti speciali per la depurazione di depositi di crogiolo e di rifiuti derivanti dalla pulizia di strade come, ad es., l'impianto ASRA ad Amburgo Stellingen dell'azienda Kupczick Umwelttechnik GmbH Hamburg, il procedimento MoReSa della AKW Apparate und Verfahren GmbH, Hirschau, DE 196 17 501 C2. Tale documento rende note diverse caratteristiche delle rivendicazioni indipendenti 1 e 10 del presente trovato.

Scopo del procedimento, nominato precedentemente più volte, è la separazione degli inerti. A questo fine lo scarto da separare viene dapprima triturato e mescolato; infine, spesso in un'unica fase del trattamento, sono prelevati dal flusso totale gli inerti. Ciò ha ripetutamente condotto a gravi problemi negli aggregati successivi.

Mediante un'ampia comminuzione sino alla sfibratura, ad es. mediante l'aggiunta di un pulper come nei documenti DE 41 20 808 A1, DE 199 23 108 A1, DE 198 29 648 C2, DE 198 00 224 C1, DE 196 55 101 A1, DE 100 12 530 A1, DE 39 34 478, DE 198 07 116 A1, DE 4042 226 A1, DE 4042 225 A1, DE 4406 315 C2 o di un precedente mulino a sfere a cascata come nei documenti DE 102 10 467 A1 e DE 41 26 330 A1, si aumenta la viscosità della sospensione, il che ostacola un'efficace separazione.

La viscosità diminuisce per mezzo della decomposizione delle sostanze organiche solo durante la successiva fermentazione, cosicché si giunge ad indesiderate sedimentazioni di inerti moleste per l'attività, le quali non sono state catturate nella separazione inserita a monte a causa della precedente maggiore viscosità.

Altri metodi di separazione meccanica dell'umido con una limitata intensità di comminazione e precedenti alla separazione delle sostanze - si vedano i documenti EP 0521 685 A2 e DE 197 55 223 A1, EP 567 184 B1 - eseguono la separazione degli inerti in uno stadio di separazione, ed in base al documento DE 197 55 223 A1, la realizzano addirittura per agitazione o rimescolamento, risultando pertanto la separazione molto imprecisa.

Nel documento EP 0639 108 B1 viene proposta una attività produttrice di compost con le relative limitazioni dei volumi lavorati, realizzabile in diversi grandi impianti. A causa della mancanza di una mirata separazione a sabbia, ad es. in un ulteriore stadio di separazione, si sono presentati gravi problemi di sedimentazione nelle successive fasi di lavorazione.

Procedimenti di percolazione, come dai documenti DE 198 46 336 A1, DE 196 48 731 A1, DE 199 09 353 A1, DE 199 09 328 A1 e DE 198 33 624 A1, prevedono l'espulsione di soli inerti fini, quali vengono lavati con acqua di lavaggio o percolato. Inerti grezzi come pietre, vetro e residui di terraglia, rappresentanti la maggiore componente di inerti nei rifiuti civili, sono immessi nella percolazione e conducono in questo caso ad un consumo di energia e ad un'usura maggiori.

In tutti i procedimenti per la separazione delle sostanze secche sopraccitati, in particolare nel procedimento di fermentazione a umido, non è di primo piano il miglioramento della qualità del materiale per un successivo riciclo, bensì la protezione dell'impianto. La separazione di rifiuti dovrebbe tuttavia assicurare, oltre all'adempimento dei requisiti tecnici ed economici connessi alla tecnica dell'impianto, l'ottimale riciclo delle frazioni parziali.

In tutti i procedimenti sopraccitati è tassativamente previsto il trattamento della maggior parte delle sostanze organiche, cosicché tali sostanze vengano condotte direttamente ad un trattamento anaerobico o ad una precedente idrolisi con un successivo trattamento anaerobico dell'idrolizzato. Nello stesso tempo, non si è tuttavia considerato che il grado di efficienza energetica di una fermentazione rispetto ad una combustione dipende dai parametri di degradabilità anaerobica e di sostanza secca. La combustione di legname essiccato ha, come la fermentazione dello stesso legname essiccato, un alto grado di efficienza energetica. E' tuttavia comprensibile che la fermentazione di rifiuti industriali organici umidi con un alto rendimento da biogas presenti una maggiore efficienza energetica rispetto alla combustione di tale frazione umida.

Le sostanze organiche, liberate dalla maggior parte degli inerti e dalle sostanze organiche solubili per mezzo di semplici presse a coclea, possono essere disidratate ad un contenuto di sostanza secca > 45%, presentano un potere calorifico di ca. 6.000 kJ/kg e si trovano dunque al limite di una combustione automatica. Qualora la parte di sostanze organiche anaerobicamente degradabile sia inferiore al 50%, come ad es. nel caso di solidi di maggiore granulometria trattenuti dalle griglie, dal punto di vista economico è preferibile per tale flusso di sostanze il riciclo energetico mediante procedimenti termici come la combustione o la gasificazione, con o senza una preventiva essiccazione, o di un trattamento anaerobico per fermentazione.

La problematica viene menzionata all'inizio del documento EP 0037 612 B1 e del documento DE 196 00 711 A1. Per ultime vengono disciolte le sostanze organiche facilmente degradabili per mezzo del lavaggio degli scarti in una coclea di lavaggio. Le sostanze organiche facilmente degradabili vengono concentrate nell'acqua di circolo, condotta ad un trattamento anaerobico. Anche in questo caso, restano problematici i tempi di permanenza da 2 ad 8 ore (nel documento DE 198 46 336 A1 vengono menzionati tempi da 2 a 6 ore) per il lavaggio delle sostanze organiche facilmente degradabili. Durante l'utilizzo pratico si è dimostrato che non è un lungo tempo di permanenza, bensì un lavaggio intensivo con acqua di circolo ad essere primariamente responsabile di un alto grado di solubilità delle sostanze facilmente degradabili, come descritto a pagina 12 del Hersteller- und Dienstleisterkatalog (catalogo dei produttori e dei prestatori di servizi) 1997/98, 9. Kasseler Abfallforum, M.I.C. Baeza Verlag. L'aumento del periodo di permanenza espone i rifiuti esclusivamente ad una sollecitazione meccanica prolungata e, in particolare, ad una dissoluzione. L'idrolisi, una speciale scissione di molecole chimica o enzimatica, catalizzata con acidi o basi e con aggiunta di acqua, ha un ruolo di secondo piano nel presente trovato, per il quale risulta molto più efficace la dissoluzione per mezzo di acqua quale solvente.

Solo successivamente si è imposta la scoperta secondo la quale un'idrolisi sufficiente della frazione di sostanze organiche dei rifiuti avviene già nei contenitori per rifiuti durante la raccolta ed il deposito dei rifiuti stessi sino alla lavorazione. Trascorrono spesso dalle 2 alle 4 settimane dalla generazione dei rifiuti sino alla lavorazione, durante le quali avviene naturalmente un'idrolisi. Un'attuazione tecnica di tale scoperta non è nota allo stato della tecnica. Rispetto ai procedimenti per il trattamento di rifiuti sopraccitati, il presente trovato ha come scopo quello di produrre frazioni materiche e/o energetiche riciclabili evitando in maniera

sempre maggiore una messa in discarica ed ottimizzando il procedimento di separazione in riferimento alla resa in termini di volumi, al consumo di energia, all'usura, ai costi di investimento ed all'ulteriore trattamento flessibile delle frazioni prodotte.

Per la risoluzione di tale compito viene proposto il procedimento di cui alla rivendicazione 1 ed il dispositivo per l'attuazione di tale procedimento secondo la rivendicazione 35.

Nel procedimento di cui al presente trovato, una miscela composta da tre sostanze, in particolare consistente di acqua, inerti e sostanze organiche, viene separata per mezzo di un impianto di separazione a tre stadi, in tre frazioni di materie inerti e tre frazioni di sostanze organiche, oltre che in una frazione liquida contenente le sostanze disciolte, gli inerti più fini ed il particolato organico fine. Gli inerti sono depurati fino a questo punto, a seconda delle circostanze e situazioni economiche e locali, con acqua di circolo e con acqua dolce in modo da poter essere condotti ad un riciclo. Nel caso della frazione grezza degli inerti, il riciclo materico compete, nello specifico, alla legislazione nazionale. Tale frazione può essere messa a discarica direttamente o in seguito ad una breve fase di invecchiamento per la stabilizzazione, o, in alternativa, può essere rimessa in ciclo in una depurazione successiva sino al raggiungimento della qualità prevista per il riciclo.

Le frazioni di sostanze organiche separate possono essere destinate direttamente ad un'essiccazione, ad un compostaggio o ad una fermentazione. Nel procedimento di cui al presente trovato (si veda la Fig. 1) gli inerti aventi inizialmente un contenuto di sostanza secca molto alto vengono separati in più stadi. Successivamente alla separazione delle pietre grosse (Inerte 1, Fig. 1), possono essere vagliate le sostanze organiche grosse (sostanza organica 1, Fig. 1), liberate successivamente dalle pietre delle dimensioni del relativo vaglio e, poiché si tratta di sostanze organiche grosse, possono essere completamente risciacquate, per mezzo di quantità di acqua limitate, dalla sabbia e dalle sostanze organiche fini aderenti.

La frazione simile ai solidi di maggiore granulometria trattenuti dalle griglie (sostanza organica 1) può quindi essere pressata, mediante semplici tecniche di pressatura e con un'usura limitata, fino a raggiungere elevati contenuti di sostanza secca. Ciò viene ottenuto tramite lavaggio di tutte le sostanze organiche fini, molto difficili da pressare e grazie al dilavamento della struttura della pietra, ed in particolare della struttura degli inerti, che altrimenti assorbirebbe primariamente la forza di pressione senza pertanto contribuire ad una consistente rimozione dell'acqua. Per il miglioramento dello scioglimento delle sostanze or-

ganiche facilmente degradabili può essere effettuata, prima della pressatura, una frantumazione avente quale obiettivo la spremitura.

Tale prima fase è la fase più importante dell'intero procedimento. Mediante la forte pressatura delle sostanze organiche grosse (sostanza organica 1), già in questa fase del procedimento, il materiale strutturalmente ricco viene separato ai fini del riciclo energetico, per combustione o per gassificazione, dalle sostanze organiche fermentabili, contenute nell'acqua di pressatura. Ad una tale pressatura si calcola, in un primo stadio di pressatura tramite una normale pressa a coclea, il raggiungimento di un grado di disidratazione compreso tra il 45% ed il 60% ca. di contenuto di sostanza secca.

In un secondo stadio di pressatura, tale materiale (sostanza organica 2) può essere pressato fino al raggiungimento di un contenuto di sostanza secca compreso tra il 60% ed il 75%. La frazione organica (sostanza organica 1), in seguito al pretrattamento di cui al presente trovato, può essere riciclata energeticamente in modo diretto o in seguito ad un'essiccazione per combustione o gassificazione.

Inoltre, la sostanza organica 1 può essere impiegata, in osservanza dei corrispondenti valori limite, per il riciclo materico in agricoltura. E' altresì rilevante il fatto che i solidi di maggiore granulometria trattenuti dalle griglie siano sottoposti, oltre che alla separazione degli inerti e ad una pressatura corrispondentemente elevata, ad un'essiccazione a batch. L'essiccazione dovrebbe essere nello stesso tempo realizzata in modo da raggiungere un'igienizzazione mediante una corrispondente regolazione della temperatura di essiccazione. Successivamente all'essiccazione, il materiale dovrebbe essere depurato dalle sostanze moleste e pellettizzato, corrispondentemente ad una fine depurazione del compost, affinché siano fornite una buona attitudine allo stoccaggio, trasportabilità e compatibilità vegetale del materiale da impiegare successivamente quale compressa di concime secco.

Dopo che le pietre grosse (Inerte 1) e le sostanze organiche grosse (sostanza organica 1) sono state separate dalla sospensione del materiale, il contenuto di sostanza secca della sospensione rimanente si riduce fortemente. Tale riduzione è causata dal prelievo del contenuto di sostanza secca e dal conseguente raggiungimento di un elevato contenuto di sostanza secca come, ad es., le pietre con un contenuto di sostanza secca >90% e le sostanze organiche pressate fino al raggiungimento di un contenuto di sostanza secca >45%. Inoltre, per il risciacquo degli inerti e delle sostanze organiche viene impiegata acqua



aggiuntiva, la quale porta ad un'ulteriore riduzione del contenuto di sostanza secca. Dalla sospensione rimanente, nel secondo e nel terzo stadio del procedimento, vengono separate ulteriori inerti. Nel secondo stadio viene separata la sabbia fine e grossa con una granulometria compresa tra 2 e 25 mm ca. (inerte 2, Fig. 1). Nella fase successiva, mediante un vaglio sottile, in cui l'ampiezza delle maglie è superiore alla grandezza massima degli inerti da separare di >3 mm ca., può essere separata la frazione di sostanze organiche (sostanza organica 2, Fig. 1). La frazione di sostanze organiche vagliata (sostanza organica 2) viene altresì rilavata con acqua e pressata. La sabbia (inerte 2), separata in questo stadio, viene trasportata all'esterno da un separatore di sabbia, viene risciacquata con acqua di circolo e rilavata con acqua dolce cosicché, corrispondentemente all'aggiunta di acqua dolce, si formi una frazione di materia inerte scaricabile in discarica o una frazione di sabbia riciclabile. Segue per ultimo il terzo stadio del procedimento, in cui, per la prima volta durante l'intero procedimento, viene impiegata una pompa.

A causa del prelievo delle diverse frazioni di inerti e di sostanze organiche, che vengono perlopiù separate a secco, nonché a causa delle quantità di acqua di circolo e dolce immesse, aumenta il tenore di acqua della sospensione vagliata a ca. 3 mm, che assieme alla granulometria < 3 mm ed al contenuto di sostanza secca compreso tra il 3% e 8% rende la sospensione ideale per il successivo idrociclone classificatore.

Il corso superiore dell'idrociclone contiene i componenti fini rimanenti delle sostanze organiche, liberati dai minerali fini. Il corso inferiore dell'idrociclone contiene gli inerti separati che, tuttavia, a causa della loro finezza, sono in parte ancora contaminati dalle sostanze organiche aderenti. Tali sostanze minerali fini possono essere portate a qualità di riciclo (Inerte 3, Fig. 1) per mezzo di un'ulteriore depurazione, come, ad es., mediante una spirale di depurazione o una fine vagliatura con lavaggio. La frazione di sostanze organiche del corso superiore della vagliatura viene condotta ad una fine vagliatura a ca. 50-500 µm. Anche i residui di filtrazione creati nel corso della fine vagliatura (sostanza organica 3, Fig. 1) possono essere pressati. In aggiunta alle 6 frazioni totali si crea un'acqua di circolo, arricchita dalle sostanze organiche disciolte durante le diverse pressature ed i diversi lavaggi.

In questo modo, gran parte delle sostanze organiche fermentabili viene trasportata nell'acqua di circolo, mentre la componente difficilmente fermentabile e strutturalmente ricca viene trattenuta nella frazione pressata.

L'acqua di circolo dovrà solo essere condizionata per ridurre la viscosità mediante un procedimento biologico. Qualora l'acqua di circolo non fosse trattata, la viscosità potrebbe aumentare così tanto da non rendere più possibile l'utilizzo dell'acqua di circolo quale antiagglomerante o mezzo di separazione nella separazione degli inerti. Per il trattamento dell'acqua di circolo sono attualmente disponibili procedimenti di depurazione dell'acqua di scarico anaerobici, come il procedimento di fermentazione a letto fisso e, in particolare, il procedimento di fermentazione sommersa con un contenimento delle biomasse. Inoltre, per le sospensioni contenenti materiale solido, è possibile una fermentazione comune dell'acqua di circolo e delle frazioni di sostanze organiche per mezzo di procedimenti di fermentazione a secco e ad umido, o per mezzo del procedimento di percolazione.

Una migliore solubilità delle sostanze organiche nell'acqua di circolo può essere creata per mezzo di un condizionamento termico riscaldando la sospensione a 70°C ca. Al contempo, è tuttavia da considerare che l'acqua di pressatura per mezzo del condizionamento termico contiene un maggiore fabbisogno chimico di ossigeno ed un maggior carico di metalli pesanti. Tale effetto viene sfruttato nel presente trovato, al fine di decontaminare le sostanze organiche pressate che non vengono destinate alla fermentazione, mentre il carico può essere specificamente indirizzato alla fase fluida tramite il condizionamento termico.

In questo modo, le sostanze organiche contaminate vengono fortemente ridotte per mezzo di una componente altamente degradabile delle sostanze organiche disciolte e, contemporaneamente, i metalli pesanti vengono eliminati nella fermentazione tramite una formazione complessa delle sostanze organiche durante la fermentazione stessa. Il carico di sostanze inquinanti è primariamente ritrovabile nel fermentato. Le sostanze organiche, successivamente alla fermentazione, in presenza di una pura fermentazione di acqua di circolo, sono dunque costituite dallo scarico di sostanze inquinanti del procedimento.

Il riciclo materico delle frazioni di sostanze organiche viene impiegato primariamente in agricoltura quale concime e/o ammendante. Le sostanze organiche vengono inoltre compostate in impianti di compostaggio o fatte fermentare e compostare in impianti di fermentazione, o, in alternativa, fatte essiccare, pellettizzate ed impiegate quale materiale di riporto da compostaggio o concime in pellet. Durante il riciclo energetico, le sostanze organiche vengono perlopiù disidratate meccanicamente, eventualmente essiccate, pellettizzate e riciclate in impianti di gassificazione o di combustione. Per entrambi i metodi di riciclo è vantaggioso un

pretrattamento per mezzo del procedimento di cui al presente trovato.

Il procedimento di cui al presente trovato può essere impiegato in unione a tutti i procedimenti meccanico-biologici e termici esistenti, quali il procedimento di fermentazione a secco e a umido, il procedimento di percolazione, il procedimento d'idrolisi, il procedimento di compostaggio, il procedimento di depurazione dell'acqua di scarico aerobico ed anaerobico, il procedimento di separazione a membrane per la depurazione dell'acqua di circolo, il procedimento di essiccazione, il procedimento di pellettizzazione oltre che il procedimento di combustione con o senza il precedente vantaggio dell'essiccazione. A questo proposito, è altresì vantaggioso il potenziamento degli impianti esistenti. A causa del carico di sostanze inquinanti del compost, il relativo smercio o vendita di alcuni impianti di compostaggio per il riciclo materico non è più assicurato in base alle disposizioni nazionali vigenti in materia. Mediante un potenziamento grazie al procedimento di cui al presente trovato i contenuti di inquinanti delle frazioni di sostanze organiche possono essere diminuiti e, contemporaneamente, può essere reso possibile il riciclo energetico quale biomassa mediante la separazione degli inerti e l'utilizzo del compostaggio per l'essiccazione delle frazioni di sostanze organiche.

Le frazioni inerti 1, 2 e 3 devono, di preferenza, essere riciclate matericamente nell'edilizia. Nel caso delle frazioni di inerti 2 e 3, è dato un riciclo materico per la maggior parte delle miscele (di sostanze). La frazione Inerte 1, ad es. i rifiuti civili senza un ulteriore trattamento, non ha sempre le qualità necessarie ai fini del riciclo materico e deve pertanto essere stoccata in discarica. Poiché le materie pesanti presentano un'attività biologica relativamente limitata, tali materie pesanti rispondono a gran parte dei criteri nazionali per lo stoccaggio nelle discariche dei rifiuti biologicamente stabilizzati. In singoli casi può essere eseguita una stabilizzazione successiva.

A causa del carico di materiali pesanti e di sostanze organiche grosse, molti rifiuti organici industriali, aventi una componente di sostanze organiche facilmente biodegradabili, non possono essere trattati per la produzione di biogas, per mezzo di un semplice procedimento di depurazione delle acque di scarico anaerobico, senza un relativo trattamento preventivo. Con il procedimento di cui al presente trovato può essere eseguito il pretrattamento necessario universalmente per tutti i rifiuti industriali organici attualmente noti, dai residui di trebbiatura passando per il contenuto ruminale sino al liquame. La maggior parte delle volte è possibile rinunciare ad un mescolamento per evitare il formarsi di sedimentazioni negli impianti di fermentazione.

Il presente trovato rappresenta quindi un procedimento universale per il pretrattamento, il quale, indipendentemente dal carico di sostanze inquinanti dello scarto, rende possibile un'ulteriore lavorazione flessibile ed adattata agli usi locali. Il grado di depurazione si conforma alle circostanze finanziarie e locali e può essere strutturato in moduli. L'adattamento della tecnica dell'impianto alle future richieste di qualità delle frazioni per il riciclo e per lo smaltimento, ed alla futura legislazione in materia ambientale, dovrebbe essere possibile per mezzo di un semplice ampliamento o adattamento della tecnica degli impianti.

Inoltre, in vista di una gestione dei rifiuti decentralizzata, la tecnica di impianto dovrebbe essere possibilmente applicabile a diverse tipologie di rifiuti. Il presente procedimento ed il presente dispositivo si adattano al trattamento, tra gli altri, di rifiuti civili, rifiuti organici, rifiuti industriali organici, liquame, rifiuti da attività di pulizia delle strade, fondi contaminati e materiali di scarto di depuratori d'acqua di scarico comunali e industriali.

Il procedimento e la realizzazione dello stesso procedimento in base al dispositivo di cui al presente trovato sono rappresentati schematicamente nelle seguenti figure:

La fig. 1 mostra, in un diagramma, la composizione variabile di una miscela di sostanze nei singoli stadi del procedimento e, in particolare, nelle singole fasi del procedimento.

La fig. 2 mostra uno schema di andamento del procedimento in relazione al dispositivo necessario per la realizzazione dello stesso procedimento.

Riguardo agli stadi del procedimento, rappresentati nella fig. 1, si rimanda alla spiegazione di cui sopra.

Nella fig. 2 viene illustrata l'esecuzione del procedimento a titolo esemplificativo, con l'ausilio del dispositivo rappresentato schematicamente.

In primo luogo, la miscela di sostanze da trattare 1 viene leggermente triturrata e sfibrata, raggiungendo così una migliore separabilità, affinché, a causa della limitata solvibilità delle fibre, non aumenti inutilmente la viscosità dell'acqua di circolo. In singoli casi, è possibile rinunciare ad una fine comminazione della miscela di sostanze, precedente all'inserimento della stessa nel dispositivo di cui al presente trovato, di modo che nel dispositivo sia imposta una pezzatura sino a 120 mm ca. Infine, la miscela 1 viene condotta, per mezzo di un

convogliatore dosatore 2, preferibilmente ad un convogliatore a coclea o ad un miscelatore 4. La miscela viene bagnata con acqua di circolo direttamente nel convogliatore a coclea e, allo scarico nel miscelatore, viene sciacquata con acqua di circolo 5, 6 per evitare il formarsi di ostruzioni.

La miscela 3, già umidificata, giunge nel miscelatore, che viene azionato dal basso per mezzo di un agitatore 7. Il numero di giri dell'agitatore ed il contenuto di sostanza secca nel miscelatore 4 vengono impostati sull'afflusso di acqua di circolo in funzione della corrente assorbita dall'agitatore e della viscosità dell'acqua di circolo, di modo che le sostanze leggere possano essere miscelate, che tali sostanze possano essere rilasciate, insieme alla sospensione totale, da un corso inferiore del miscelatore per mezzo di un convogliatore 9 e che i seguenti stadi di separazione possano essere ottimizzati. La miscelazione delle sostanze leggere viene sostenuta mediante la precedente umidificazione per mezzo della coclea dosatrice 2 e mediante la formazione di una tromba regolabile per mezzo di un frantoio a corrente nel miscelatore.

**Primo stadio:**

Dal miscelatore 4 la sospensione 8 raggiunge il convogliatore 9. Il convogliatore è realizzato quale convogliatore a coclea con un diametro minimo di ca. 300 mm ed una pendenza della spirale di ca. 150 mm. Il trogolo della coclea è realizzato quale trogolo ad U e presenta, al di sopra della coclea, una sezione trasversale libera di ca. 150 mm. Il convogliatore a coclea 9 è flangiato alla parte inferiore del miscelatore 4 in modo che le materie pesanti possano scivolare, con un angolo di ca. 45°, nella coclea. La sospensione viene pressata per mezzo della pressione idraulica del miscelatore nel corso inferiore e giunge, tramite un classificatore di corrente ascendente 10, in una coclea di vagliatura 16. Prima del raggiungimento al classificatore di corrente ascendente 10, la sospensione si spande lungo la coclea 9, mentre le materie pesanti non vengono trascinate nel classificatore di corrente ascendente 10, bensì vengono trasportate via dalla coclea 9 a lenta percorrenza. Poiché le ridotte materie pesanti sono ancora gravate dalle sostanze organiche aderenti e rimanenti, la coclea 9 viene sciacquata con acqua di circolo 11 del secondo stadio nella zona del classificatore di corrente ascendente 10. Le materie pesanti trasportate al di sopra della zona del classificatore di corrente ascendente 10 per mezzo del convogliatore a coclea 9 vengono risciacquate con l'acqua di circolo depurata 12 del terzo stadio. Nella zona al di sopra del livello della sospensione nella coclea 9, le materie pesanti vengono totalmente depurate per mezzo di acqua di circolo depurata o di acqua dolce 13 e vengono espulse dal sistema in un container o in altro

punto di scarico quale prima frazione inerte 15.

Grazie al sistema di sciacquo a cascata precedentemente descritto, in cui, per via del procedimento di lavaggio, viene impiegata acqua di risciacquo sempre più pulita, vengono raggiunti sia un limitato utilizzo di acqua di circolo depurata, ed in particolare di acqua dolce, sia una maggiore qualità delle sostanze rimanenti.

Le sostanze leggere 14 trasportate per mezzo del classificatore di corrente ascendente 10 vengono vagliate da una coclea di vagliatura 16 con un'ampiezza delle pale di ca. 30 mm. Per evitare surnatanti, la sospensione viene condotta con le sostanze leggere alla coclea di vagliatura 16 passando per un sezione di tubatura chiusa. I surnatanti vengono quindi obbligatoriamente condotti, trasportati e vagliati nella zona dell'ala della coclea di vagliatura 16 al di sotto del livello del liquido. Per un miglioramento del risultato di vagliatura, viene immessa acqua di circolo 18 per il risciacquo della coclea di vagliatura 16. Nella parte più a valle della coclea di vagliatura viene eseguita una preventiva pressatura delle sostanze leggere 22.1, prima che le sostanze leggere stesse 22.1 siano consegnate ad una pressa di lavaggio 19. Nella pressa di lavaggio, le sostanze leggere vengono sciacquate con acqua dolce 20 o con acqua di circolo depurata, vengono disidratate ad un grado di disidratazione massimo del 60% di contenuto di sostanza secca e vengono gettate in un container quali residui di pressatura o quale prima frazione di sostanze organiche 22 o, in alternativa, trasferite ad un'adeguata tecnica di trasporto.

La sospensione vagliata 17 e l'acqua di pressatura 21 sono condotte senza pompe in una vasca di sedimentazione 23.

### **Secondo stadio:**

Nel secondo stadio del procedimento di separazione la sospensione 17, 21 raggiunge una vasca di sedimentazione 23, realizzata come un classificatore di sabbia. Le materie pesanti affondano nella coclea di scarico 24, mentre le sostanze leggere 27 giungono, passando per un corso superiore, in una coclea di vagliatura a pala 29. Nella coclea di vagliatura, le sostanze leggere vengono sciacquate con acqua di circolo 30 del terzo stadio, con acqua dolce 31 o con acqua di circolo depurata e vengono disidratate fino a raggiungere un contenuto di sostanza secca del 45%. La seconda frazione di sostanze organiche drenata 32 viene gettata in un container o viene trasmessa ad un'adeguata tecnica di trasporto.

Le materie pesanti separate nella coclea di scarico 24 sono depurate e pulite dalle sostanze leggere per mezzo di un sistema di sciacquo a cascata, dapprima con acqua di circolo 25 e, successivamente, con acqua di circolo depurata o con acqua dolce 26 e sono trasportate quale seconda frazione inerte 28 in un container di disidratazione o trasmesse ad un'adeguata tecnica di trasporto successiva.

La sospensione vagliata 33, avente una granulometria inferiore a 3 mm, viene condotta in un contenitore per filtrato 34.

**Terzo stadio:**

Dal contenitore per filtrato del secondo stadio, una sospensione 51 viene ricondotta come acqua di circolo per il risciacquo per mezzo di una pompa centrifuga 55, o viene consegnata tramite un'ulteriore pompa centrifuga 35 ad un idrociclone 36. La sospensione 37.1, scaricata dal tubo ad immersione dell'idrociclone, contiene ancora fibre organiche e particolato vagliabili, che per mezzo di un vibrovaglio 43 vengono vagliati in due fasi, prima a ca. 200 µm e successivamente a ca. 50 µm. Per un miglioramento della qualità di vagliatura, il vaglio può essere sciacquato. I residui di vagliatura 44, che sono stati precedentemente disidratati ad un contenuto statistico di sostanza secca del 20% ca., vengono ulteriormente disidratati per mezzo di una pressa a coclea 45 ad un contenuto di sostanza secca del 40% ca. e vengono espulsi come residui di pressatura o quale terza frazione di sostanze organiche 49. L'acqua di pressatura 46 giunge ad un contenitore di raccoglimento 47 e viene quindi di nuovo ricondotta, per mezzo di una pompa 48, al vaglio 43. La sospensione vagliata 50 giunge, grazie alla forza di gravità, ad un contenitore per filtrato 52.

Dal corso inferiore dell'idrociclone, la frazione pesante 37.2 viene ulteriormente depurata per mezzo di una spirale di depurazione 38. A causa dei rapporti di corrente da impostare in modo speciale, nella spirale di depurazione 38 viene immessa acqua di circolo 58. La frazione pesante depurata viene condotta in un bagno calmante con dispositivo di scarico per la sabbia 39, mentre la frazione pesante non depurata dalle sostanze organiche 42 viene ricondotta nuovamente nell'idrociclone tramite i contenitori per filtrato 34 del secondo stadio. Anche l'acqua di lavaggio 41 viene condotta nei contenitori per filtrato 34 del secondo stadio. La frazione pesante rimanente viene disidratata in seguito ad un lavaggio con acqua dolce 37.3 per mezzo di una coclea 39 e separata come terza frazione inerte 40.

L'acqua in eccedenza, ad un corso superiore, viene condotta fuori dal contenitore per filtrato 52 del terzo stadio come acqua reflua 53 in un sistema di depurazione dell'acqua di circolo, capace di depurare così a fondo l'acqua di circolo, da poterla riutilizzare come antiagglomerante e detergente.

In caso di bisogno, l'intero sistema può essere riscaldato da uno scambiatore di calore 56.



## Rivendicazioni

1. Procedimento per il trattamento meccanico dell'umido di una miscela di sostanze e, in particolare, di scarti di ogni tipo, consistenti in inerti, acqua nonché in sostanze organiche con una componente idrosolubile e bioconvertibile in cui l'acqua è utilizzata come solvente, detergente e mezzo di separazione o antiagglomerante, caratterizzato dal fatto che, innanzitutto, la miscela di sostanze viene continuamente mescolata in un miscelatore (4) con acqua quale antiagglomerante e detergente, senza separare componenti della miscela di sostanze sino all'ottenimento di un contenuto di sostanza secca compreso tra 15% - 25%, e dal fatto che in un primo stadio:
  - la miscela di sostanze viene scaricata dal miscelatore (4) tramite un convogliatore (9) in cui, per mezzo dell'apporto di acqua (11, 12) i componenti leggeri rimangono sciolti in una miscela di sostanze solida/liquida con un contenuto di sostanza secca compreso fra il 10% ed il 20%, mentre i componenti pesanti si depositano e vengono separati per mezzo del convogliatore quale prima frazione inerte pesante (15) con una granulometria > 25 mm,
  - dalla miscela di sostanze solida/liquida (14) rimanente sono vagliati, rilavati e pressati i componenti leggeri organici con una granulometria da 30 a 120 mm quale prima frazione organica leggera (22), dal fatto che in un secondo stadio:
    - dalla sospensione rimanente con un contenuto di sostanza secca impostato dal 6% al 12% sono separate dapprima le materie inerti pesanti (28) con una granulometria da 2 a 25 mm grazie alla forza di gravità e successivamente le ulteriori sostanze organiche leggere (32) con una granulometria da 3 a 30 mm per vagliatura e risciacquo; e dal fatto che in un terzo stadio:
      - dalla sospensione rimanente con un contenuto di sostanza secca regolato fra il 3% e 8% vengono separate ulteriori materie inerti pesanti (40) con una granulometria < 2 mm per mezzo di forze centrifughe e successivamente vengono separate le ulteriori sostanze organiche leggere (49) con una granulometria da 150 µm a 3 mm per vagliatura e risciacquo.
2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che nelle fasi da 1 a 3 l'acqua dolce o corrente, consistente in filtrato non trattato e/o purificato o rispettivamente l'acqua di scarico del secondo e/o del terzo stadio è impiegata come solvente, detergente ed in particolare antiagglomerante.

3. Procedimento secondo una delle rivendicazioni 1 o 2, caratterizzato dal fatto che nel primo stadio le sostanze (8) scaricate dal miscelatore (4) vengono separate tramite un convogliatore a coclea (9), il quale presenta, nella sua parte superiore, un'area della sezione trasversale abbastanza libera da poter trasportare una parte, principalmente consistente in materie leggere, al di sopra della coclea direttamente in un classificatore a corrente ascendente (10) e che un'ulteriore parte, principalmente consistente in materie pesanti, viene liberata dalle sostanze leggere per mezzo di acqua di risciacquo (13) tramite convogliatore a coclea (9) e viene scaricata tramite detto convogliatore a coclea (9) di preferenza nel primo stadio; le materie leggere (14) essendo espulse nel dispositivo di vagliatura (16) dalla pressione idraulica causata dal livello di riempimento nel miscelatore (4), dalla pressione iniziale tramite le pompe dell'acqua di risciacquo (54, 55) così come dall'afflusso di acqua dolce (13) tramite il detto classificatore a corrente ascendente (10) o al primo stadio le materie pesanti sono risciacquate a cascata nel convogliatore a coclea (9) con filtrato del secondo stadio (11), filtrato depurato del terzo stadio (12) e con acqua dolce (13), le materie pesanti depositate essendo liberate dalla materia organica disciolta, dalle materie leggere e dalle materie pesanti più fini, inoltre, di preferenza, in modo tale modo che nel primo stadio viene impiegata aria compressa per il risciacquo delle materie pesanti nel convogliatore a coclea (9).
4. Procedimento secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che le materie pesanti inerti (15) scaricate al primo stadio sono triturate da un frantoio e, in seguito alla comminuzione, sono aggiunte sia alla miscela di sostanze del secondo stadio, in caso di comminuzione inferiore a 15 mm, sia alla miscela di sostanze del terzo stadio, in caso di comminuzione minore di 3 mm, per un'ulteriore depurazione, in cui, precedentemente alla comminuzione, vengono separati i metalli tramite un separatore per metalli.
5. Procedimento secondo una delle rivendicazioni da 1 a 4, caratterizzato dal fatto che filtrato (33) del secondo stadio giunge dapprima in un contenitore per filtrato (34) e da qui viene condotto, nel terzo stadio, in un idrociclone (36), per mezzo del quale, a seconda del contenuto di sostanza secca e della viscosità del filtrato, vengono separate le materie pesanti con una granulometria fino a 50 - 150 µm, in cui il corso inferiore (37.2) dell'idrociclone viene preferibilmente classificato e sciacquato per mezzo di una spirale di depurazione (38) con l'aggiunta di acqua di circolo (58), in cui la frazione pesante purificata viene lavata e drenata tramite una vasca di sedimentazione dotata di coclea a es-

trazione (39) tramite risciacquo con acqua dolce (37.3) così come la frazione pesante caricata di materia organica e acqua di sciacquo (41) viene ricondotta nei contenitori per filtrato (34) del secondo stadio o il corso inferiore (37.2) dell'idrociclone viene lavato con acqua dolce e drenato dell'acqua per mezzo di un vibrovaglio o il corso superiore (37.1) dell'idrociclone viene condotto ad un vibrovaglio (43), in cui il particolato vagliato viene sciacquato con acqua dolce e/o filtrato, i residui di filtrazione precedentemente ispessitisi (44) vengono drenati meccanicamente tramite una pressa a coclea (45) e l'acqua della pressa viene ricondotta nel vibrovaglio (43).

6. Procedimento secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che il filtrato (50) proveniente dal vibrovaglio (43) viene completamente o parzialmente trattato in modo aerobico o anaerobico al fine di ridurre la viscosità dovuta all'arricchimento dell'organico disciolto e successivamente viene ricondotto come acqua di circolo nel procedimento, il detto filtrato (50) essendo preferibilmente condotto in un ulteriore contenitore per filtrato (52), in cui il tempo di permanenza del filtrato (50) in tale contenitore, così come il tempo di permanenza del filtrato (33) del secondo stadio nel contenitore per filtrato (34), posto a monte del detto idrociclone, viene stabilito per mezzo di un corrispettivo dimensionamento del contenitore, in modo da consentire un'idrolisi del filtrato, una successiva e preferibile depurazione di una corrente parziale del filtrato (53) dal contenitore del filtrato (52) tramite un trattamento anaerobico delle acque utilizzate e dell'acqua purificata risultante dal trattamento delle acque utilizzate e impiegata come acqua di circolo nel procedimento, raggiungendo una maggiore solubilità della frazione organica per mezzo di un valore di PH inferiore dell'acqua di circolo.
7. Procedimento secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che il filtrato del terzo stadio, trattato in modo aerobico o anaerobico prima di essere ricondotto nel procedimento come acqua di circolo mediante microsistemi, sistemi di nanofiltrazione e sistemi di osmosi inversa, viene liberato dalle materie inquinanti e/o sali, riducendo, per mezzo dell'acqua di circolo purificata, la concentrazione di materie inquinanti della miscela di sostanze nel procedimento.
8. Procedimento secondo le rivendicazioni 6 o 7, caratterizzato dal fatto che l'acqua di circolo (57) prima di essere riciclata nel procedimento viene scaldata fino a 30-85° mediante uno scambiatore di calore (56) ai fini del miglioramento dell'effetto separante dell'intero sistema, della percentuale di disidratazione delle frazioni organiche, della

solubilità dell'organico fermentabile e della igienizzazione delle singole frazioni così come della regolazione della temperatura a 35°C o 55°C necessaria per la fermentazione dell'acqua di scarico (53) e/o delle frazioni di materie leggere (22, 32, 49) e/o dal fatto che, per la fermentazione dell'acqua di scarico (53) nonché di tutte le frazioni di materie leggere (22, 32, 49) o di qualsivoglia di queste ultime viene impiegato un procedimento noto allo stato della tecnica, ed in particolare il procedimento di fermentazione secco o il procedimento di fermentazione a umido, in cui le frazioni di materia leggera (22, 32, 49) separate dal primo al terzo stadio sono preferibilmente regolate, durante la fermentazione, ad un tasso di disidratazione predeterminato e sono soggette ad una successiva comminazione.

9. Procedimento secondo una delle rivendicazioni da 1 a 8, caratterizzato dal fatto che le frazioni di materie leggere (22, 32, 49) separate dal primo al terzo stadio sono il più possibile disidratate meccanicamente e/o ritratte e fatte essiccare in modo termico o termobiologico per il riciclo energetico o materico quale concime secco, in cui le frazioni di materia leggera (22, 32, 49) essiccate termicamente sono preferibilmente impiegate come concime secco compresso successivamente ad una pellettizzazione per il miglioramento della compatibilità vegetale o le frazioni leggere disidratate (22, 32, 49) vengono impiegate come ausilio alla pellettizzazione per la pellettizzazione di combustibili di sostituzione quali i rifiuti di imballaggio o rifiuti trattati di vagliatura, rimessi in circolo dagli impianti di trattamento meccanico-biologici, tramite i quali viene contemporaneamente migliorata la termostabilità delle compresse di combustibile durante l'utilizzo del procedimento di gassificazione a pozzo.
  
10. Dispositivo per la realizzazione del procedimento secondo una delle precedenti rivendicazioni, consistente nel collegamento in serie
  - di un convogliatore dosatore (2), di un miscelatore (4), di un convogliatore a coclea (9), di un classificatore di corrente ascendente (10), di un dispositivo di vagliatura (16) e di una pressa (19)
  - in un primo stadio del procedimento di una vasca di sedimentazione (23),
  - di una coclea ad estrazione (24), di un dispositivo di vagliatura (29) e di un contenitore per filtrato (34)
  - in un secondo stadio del procedimento di una pompa centrifuga (35), di un idrociclone (36),
  - di un vibrovaglio (43) e di una pressa a coclea (45) oltre che di una spirale di depura-

zione (38) adiacente all'idrociclone e di un bagno calmante con dispositivo di scarico di sabbia(39)

- in un terzo stadio del procedimento.

FIG.1

1/2



