



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2006 042 159 A1 2008.03.27

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2006 042 159.0

(22) Anmeldetag: 06.09.2006

(43) Offenlegungstag: 27.03.2008

(51) Int Cl.⁸: **F23G 5/02** (2006.01)

B03B 9/06 (2006.01)

F26B 15/00 (2006.01)

(71) Anmelder:

EcoEnergy Gesellschaft für Energie- und Umwelttechnik mbH, 37445 Walkenried, DE

(74) Vertreter:

Vomberg, F., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 42653 Solingen

(72) Erfinder:

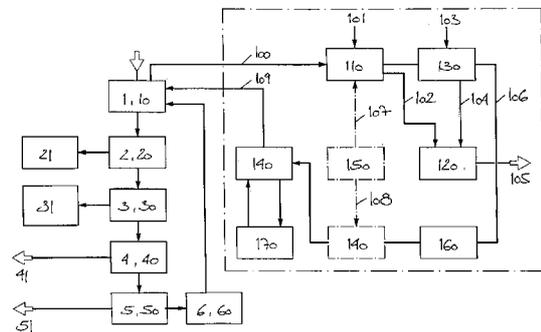
Schu, Reinhard, Dipl.-Ing., 37445 Walkenried, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Trocknung und stoffstromspezifischen Aufbereitung von durchlüftungsfähigen, grobkörnigen Abfällen**

(57) Zusammenfassung: Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Trocknung und stoffstromspezifischen Aufbereitung von durchlüftungsfähigen, grobkörnigen Abfällen.

Erfindungsgemäß werden die Abfälle in einem ersten Verfahrensschritt einer Warmlufttrocknung (1) in einem Tunneltrockner (10) unterzogen, worauf die weiteren Verfahrensschritte Siebung (2) zur Abtrennung des Feingutes, vorzugsweise mit einer Korngröße < 40 mm, Windsichtung (3), Metallabscheidung (4) und optische Sortierung (5) sowie Zerkleinerung (6) der Restfraktion, vorzugsweise auf eine Korngröße < 40 mm, und Rückführung der zerkleinerten Restfraktion in dem Tunneltrockner (10) folgen.



Beschreibung

[0001] Wertstoff- und Energiegewinnung aus Abfall und Biomasse spielen bei der Abfallwirtschaft und globalen Energieversorgung eine immer wichtigere Rolle. Die Nutzung von Abfällen, wie Siebüberlauf aus Siedlungsabfällen oder Gewerbeabfälle, Verpackungsabfälle, Biomasse, Holzhackschnitzel ist im Sinne einer nachhaltigen Volkswirtschaft gefordert.

[0002] Die Wertstoffgewinnung aus Abfällen wie Hausmüll oder Gewerbeabfälle erfolgt durch Separierung der hierin enthaltenen stofflich oder energetisch verwertbaren Bestandteile. In der Regel sind hierzu mehrere Schritte notwendig. In einem ersten Schritt kann die Separierung beispielsweise durch selektive Zerkleinerung mit anschließender Klassierung in eine Grob- und eine Feinfraktion erfolgen. Die heizwertreiche Grobfraktion kann dann direkt ohne weitere Aufbereitung in einer Ersatzbrennstoffverwertungsanlage energetisch genutzt werden. Ist jedoch eine direkte, effiziente energetische Verwertung nicht möglich, bietet sich eine weitere Aufbereitung der Grobfraktion mit dem Ziel der Gewinnung stofflich oder energetisch verwertbarer Fraktionen an.

[0003] Dieses Ziel verfolgt auch die vorliegende Erfindung, welche ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Trocknung und stoffstromspezifischen Aufbereitung von durchlüftungsfähigen, grobkörnigen Abfällen, d.h. eines Stoffgemischs mit geringer Schüttdichte betrifft. Das Verfahren kann beispielsweise auch zur Trocknung von Biomasse – wie Holzhackschnitzel – eingesetzt werden.

[0004] Aus dem Stand der Technik ist bekannt, zur weitgehenden Aufbereitung von Abfällen diese zunächst einer Trocknung zu unterziehen. Die Trocknung verbessert die Qualität der Aufbereitung und die Verwertungsmöglichkeiten für die zu separierenden Teilfraktionen. Darüber hinaus kann durch eine Trocknung auch der Heizwert des getrockneten Gutes angehoben werden.

[0005] Bei den direkten Trocknungsverfahren für Abfälle wird zwischen Kaltlufttrocknung und Warmlufttrocknung unterschieden.

[0006] Bei der Kaltlufttrocknung wird die zur Trocknung erforderliche Energie aus dem Trocknungsgut entnommen, z.B. über Abkühlung des Trocknungsgutes oder über exotherme Reaktionen im Trocknungsgut. Aus der DE 196 49 901 A1 ist beispielsweise das Trockenstabilatverfahren als Kaltlufttrocknungsverfahren bekannt. Die biologische Trocknung soll hier durch Nutzung der Eigenerwärmung des Abfallgemisches in Verbindung mit einer Zwangsbelüftung und Energierückführung mittels Wärmetauscher erreicht werden. Die Energie zur Trocknung wird hauptsächlich durch Oxidation organischer Inhalt-

stoffe im Abfall aufgrund mikrobieller Prozesse (Kompostierung) erzeugt. Nachteile dieses Verfahrens sind ein hoher Abluftvolumenstrom von 4.000–6.000 m³/Mg und eine hohe Verweilzeit von 7-10 Tagen zur Trocknung des Abfalls. Die lange Trocknungszeit und die damit großen Reaktionsvolumen erfordern zudem unter dem Gesichtspunkt einer vollständigen Kapselung und Automatisierung der Anlagen einen hohen technischen Aufwand. Ähnliche Verfahren sind aus den Offenlegungsschriften DE 199 48 948 A1, DE 198 04 949 A1 sowie DE 197 34 319 A1 bekannt.

[0007] Kaltlufttrocknungsverfahren setzen als Energiequelle für die Trocknung die Anwesenheit hinreichender Mengen leicht abbaubarer Organik voraus. Leicht abbaubare Organik ist in der Grobfraktion aus Siedlungsabfällen nur in einem sehr geringen Umfang enthalten, so dass die Kaltluftverfahren für diese Abfälle ungeeignet sind.

[0008] Bei der Warmlufttrocknung wird die zur Trocknung benötigte Wärmeenergie vorrangig durch vorgewärmte Luft von außen an das Trockengut herangeführt. Die Abfallwirtschaft kennt beispielsweise Verfahren, bei denen Trockner eingesetzt werden, die mit dem Primärenergieträger Erdgas betrieben werden. Hierbei werden oftmals hohe Heizlufttemperaturen erzielt, so dass bei der Trocknung heterogener Abfälle, wie z.B. Lösungsmittel enthaltender Stoffgemische, Brandgefahr bestehen kann. Zudem ist in der Regel eine Abgasreinigung der nicht geringen Rauchgase und einer Teilmenge der Abluft aus dem Trockner erforderlich.

[0009] Oftmals geht der Warmlufttrocknung eine Zerkleinerung des Materials auf eine Korngröße unter 40 mm voraus. Für die nachfolgende Fraktionierung mit dem Ziel einer hochwertigen stofflichen Verwertung ist dies jedoch von Nachteil.

[0010] Aus der DE 199 37 454 A1 ist ein Verfahren bekannt, bei dem eine direkte Warmlufttrocknung von Siedlungsabfällen, d.h. ohne vorherige Auftrennung, in einem Durchlauftrockner vorgenommen wird. Zur Trocknung soll die Abwärme einer Energieerzeugungsanlage genutzt werden. Aufgrund einer fehlenden vorhergehenden Auftrennung kann jedoch nicht immer eine ausreichende Durchtrochnung des Materials erzielt werden, denn der in Siedlungsabfällen in der Regel enthaltene hohe Anteil einer Feinfraktion, vor allem Inertes (Sand, Steine) sowie feuchte Organik, führt zu einer geringen Porosität und somit Durchlüftungsfähigkeit des Trocknungsgutes. Die Organik enthält zudem erhebliche Anteile an Kapillar- und Zellwasser, wodurch die Trocknung weiterhin erschwert wird.

[0011] Aus der DE 101 13 139 C1 ist ferner eine Vorrichtung bekannt, mit dem eine direkte Warm-

lufttrocknung von zuvor zerkleinerten Siedlungsabfällen in einem Doppelschacht-Lamellentrockner im Umluftbetrieb durchgeführt werden kann. Wie in dem vorgenannten Beispiel wirkt sich auch hier ein zu hoher Anteil einer Feinfraktion nachteilig aus. Hinzu kommt, dass bei der Trocknung im Umluftverfahren mit hohen Luftraten aufgrund der geringeren Porosität des Trocknungsgutes das Gebläse einen deutlich erhöhten elektrischen Verbrauch aufweist. Aus den vorstehend genannten Gründen ist eine Trocknung in einem solchen Trockner daher nur bei sehr hohen Verweilzeiten in Kombination mit geringen Korngrößen und hohen Trocknungstemperaturen möglich.

[0012] Zur Warmlufttrocknung von Hausmüll und/oder der heizwertreichen Fraktion aus Siedlungsabfällen kommen heute bereits Intensivtrockner mit kurzen Verweilzeiten und hohen Trocknungstemperaturen zum Einsatz. Die Intensivtrockner bedingen vor der Trocknung einen hohen Aufbereitungsgrad des zu trocknenden Gutes. Bekannt sind Trommeltrockner, die in der Regel mit dem Edelbrennstoff Erdgas beheizt werden. Die Abluft wird mittels Wäscher, Gewebefilter und regenerativer thermischer Oxidation (RTO) gereinigt. Das Material ist für Trommeltrockner auf eine Korngröße < 40 mm zu zerkleinern. Durch die damit verbundene Homogenisierung ist eine anschließende Wertstofftrennung jedoch kaum noch möglich. Ferner besteht aufgrund der hohen Temperaturen eine erhöhte Brandgefahr sowie eine negative Veränderung der Materialeigenschaften verwertbarer Stoffe, beispielsweise verwertbarer Kunststoffe.

[0013] Ausgehend von den bekannten, vorstehend beschriebenen Verfahren ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Verfahren zur Trocknung und stromspezifischen Aufarbeitung von durchlüftungsfähigen, grobkörnigen Abfällen sowie einer Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens zu schaffen.

[0014] Zur Lösung dieser Aufgabe wird das Verfahren nach Anspruch 1 und die Vorrichtung nach Anspruch 9 vorgeschlagen.

[0015] Erfindungsgemäß werden bei dem vorgeschlagenen Verfahren die Abfälle in einem ersten Schritt einer Warmlufttrocknung in einem Tunnelrockner unterzogen, worauf die weiteren Schritte Siebung zur Abtrennung des Feingutes, vorzugsweise mit einer Korngröße < 40 mm, Windsichtung, Metallabscheidung und optische Sortierung sowie Zerkleinerung der Restfraktion, vorzugsweise auf eine Korngröße < 40 mm, und Rückführung der zerkleinerten Restfraktion in den Tunnelrockner folgen. Die Vorteile dieses Verfahrens liegen im Wesentlichen in einer Verbesserung der Trenneigenschaften, beispielsweise bei der Siebung oder Windsichtung, und in der Erzielung einer Lagerstabilität der getrennten

Wertstoffe durch Trockenstabilisierung. Als vorteilhafte Nebeneffekte sind weiterhin eine Erhöhung des Heizwertes bei der energetischen Verwertung sowie die Einstellung eines für eine nachfolgende Pelletierung günstigen Restfeuchtigkeitsgehaltes von etwa 8 bis 12% zu nennen.

[0016] Vorzugsweise erfolgt die Warmlufttrocknung im Wesentlichen im Umluftbetrieb, wobei die Zuluft, d.h. die dem Trocknungsprozess zugeführte Umluft, auf Temperaturen von etwa 85° Celsius vorgewärmt wird. Die Nutzung von Niedertemperaturabwärme von unter 100° Celsius hat eine Reduzierung der Trocknungskosten zur Folge, welche sich schon heute zu etwa 50% aus den Energiekosten zusammensetzen. Gleichzeitig können die Sicherheitsbestimmungen im Hinblick auf die Brand- und Explosionsgefahr bei der möglichen Anwesenheit von Lösungsmitteln durch Unterschreitung der maximalen Oberflächentemperaturen eingehalten werden (vgl. Richtlinie 1999/92/EG vom 16. Dezember 1999).

[0017] Die als Trocknungsluft eingesetzte Umluft muss zur Wiederverwendung entfeuchtet und im Wege dessen abgekühlt werden. Bevorzugt wird zur Abluftkühlung ein zweistufiges Kühlsystem eingesetzt, wobei die erste Stufe der Kühlung über eine Luftkühlung und die zweite Stufe über eine Hybridkühlung erfolgt.

[0018] Vorzugsweise wird die Abluft, d.h. die aus dem Tunnelrockner abgeführte Umluft, in der ersten Stufe der Kühlung in einem Sprühkondensator bzw. Sprühwäscher nass gewaschen, wobei je nach Eintrittstemperatur eine Abkühlung auf 40 bis 45° Celsius (Kühlgrenztemperatur) erfolgt. Dabei werden die in der Umluft enthaltenen Staub sowie Schad- und Geruchsstoffe, z.B. Ammoniak und Schwefelwasserstoff ausgewaschen. Das Kondensat/Waschwasser der ersten Stufe ist schadstoffhaltig und muss vor seiner Ableitung je nach Abwassereinleitbedingungen behandelt werden.

[0019] In der zweiten Stufe der Kühlung gelangt die Umluft in den Kondensator, der als Hybridkühlturm ausgeführt ist. Hier wird die Umluft auf vorzugsweise weniger als 30 bis 35° Celsius abgekühlt. Das entstehende Kondensat ist nur gering belastet und kann nach einer Abwasserreinigung als Kühlwasser im Hybridkühlturm verwertet werden.

[0020] Die abgekühlte und entfeuchtete Umluft wird nun wieder auf eine Trocknungstemperatur von mehr als 80° Celsius aufgeheizt, wobei bevorzugt Abwärme bei einem Temperaturniveau von etwa 90 bis 100° Celsius verwendet wird. Falls nicht ausreichend Abwärme verfügbar sein sollte, ist optional der Einsatz einer Wärmepumpe möglich. Nach einer bevorzugten Ausführungsform wird wenigstens ein Teil der Energie zur Erwärmung und/oder Kühlung der Umluft

über den Einsatz einer Wärmepumpe bereitgestellt.

[0021] Durch die Reinigung der Umluft kann die Trocknung auch weitgehend abluftfrei betrieben werden, wodurch die Abluftemissionen im Vergleich zu anderen Trocknungstechniken erheblich reduziert werden. Es entsteht gerade nur soviel Abluft, wie aus Undichtigkeitsgründen aus dem System abgesaugt werden muss. Die Trocknung sowie die Befüllung und/oder Entleerung des Tunnelrockners kann zudem vollautomatisch durchgeführt werden, wodurch zusätzlich die Immission von Staub und Keimen für das Anlagenpersonal und die Umgebung minimiert wird.

[0022] Vorzugsweise erfolgt die Befüllung des Tunnelrockners über einen Schacht mit verfahr- und reversierbaren Verteilförderbändern. Bei der Zuführung über das Schachtzufuhrsystem, stellt das Trocknungsgut gleichzeitig eine Abdichtung gegenüber dem Zufuhrsystem dar. Für den Austrag weist der Tunnelrockner neben einem Abzugssystem, das mit einem Förderband oder Kratzfördersystem ausgeführt werden kann, bevorzugt eine Pendelklappe auf, die zusätzlich mit einem Haspelsystem zum dosierten Austrag aus dem Tunnel versehen ist und gleichzeitig einen Luftabschluss gegenüber dem Austrittssystem darstellt. Auf diese Weise wird der Einbruch an Falschluff minimiert und dementsprechend die Abluftmenge weitgehend reduziert. Der Einsatz von Dosiereinrichtungen zur Dosierung des Materialausstrags erlaubt ferner einen effektiven und weitgehend störungsfreien Betrieb der weiteren Aufbereitungsaggregate.

[0023] Bevorzugt wird zur Förderung des Trocknungsgutes durch den Tunnelrockner ein Pendelbodensystem eingesetzt, das einen Massenfluss des durch das System getragenen Trockengutes erlaubt. Die Schütthöhe im Tunnelrockner beträgt je nach Dichte zwischen 3 und 6 m. Zur Einstellung der Schütthöhe kann ein deckenseitig angeordneter Abstreifer eingesetzt werden.

[0024] Weiterhin bevorzugt beträgt die Verweilzeit im Tunnelrockner unter acht Stunden.

[0025] Die vorgeschlagene Niedertemperaturtrocknung ist Voraussetzung für eine hochwertige stoffliche Verwertung der Grobfraction. Eine maximierte stoffliche Verwertungsquote wird durch die Weiterentwicklung der Positivsortierung mit vollautomatisierten optischen Erkennungssystemen ermöglicht.

[0026] Die der Trocknung folgenden weiteren Schritte des Verfahrens beinhalten eine umfassende Aufbereitung, die mit einer Siebung bei 30 mm bis 60 mm, vorzugsweise bei 40 mm beginnt. Sie dient der Abtrennung des Feingutes, da dieses die Sauberkeit der Flugfraktion verschlechtern würde. Das Feingut

ist trockenstabilisiert und für eine energetische Verwertung geeignet. Optional kann aus der abgeseibten Feinfraktion das Feinkorn mit einer Größe zwischen 2 und 8 mm, vorzugsweise 5 mm beispielsweise mittels eines Sternsiebes abgetrennt werden, da dieses ein wesentlicher Schadstoffträger bezüglich Schwermetalle und Salze ist.

[0027] Mit der auf die Siebung folgenden Windsichtung werden vor allem flächige Bestandteile wie Folien, Papier, Pappe, Kartonagen und Textilien abgetrennt. Die Flugfraktion ist trockenstabilisiert und kann energetisch oder nach einer weiteren Aufbereitung stofflich verwertet werden. Ein weiterer Vorteil der vorhergehenden Trocknung besteht darin, dass die Windsichtung bei trockenen Abfällen deutlich trennschärfer arbeitet als bei nassen Abfällen. Bevorzugt erfolgt die Windsichtung in zwei Stufen.

[0028] Aus dem Schwergut der Windsichtung werden in einem weiteren Schritt über einen Metallabscheider Fe- und NE-Metalle abgeschieden. Die staubfreie und trockene Schwerfraktion, die vorzugsweise eine Korngröße zwischen 40 und 300 mm aufweist, wird dann einer optischen Sortierung (Nah-Infrarot, Röntgen) zugeführt. Hier werden alle optisch erfassbaren Wertstoffe, wie PE, PP, PS, PET, PVC, Holz, Aluminiumverbunde und dergleichen, abgetrennt und als verwertbare Produktfraktionen ausgeschleust. Die weitere Aufbereitung der Produktfraktionen erfolgt in einer separaten Anlage.

[0029] Die verbleibende, nicht erkannte Schwerfraktion wird zerkleinert, vorzugsweise auf eine Korngröße < 40 mm, und wieder dem Trocknungsprozess zugeführt, um eine bessere Trocknung der Grobstoffe zu ermöglichen, wobei eine Anreicherung von Teilfraktionen ausgeschlossen werden kann.

[0030] Bevorzugt geht dem vorstehend beschriebenen Verfahren eine Vorbehandlung der Abfälle voraus. Die in einem Tief- oder Flachbunker gelagerten Abfälle werden zunächst grob auf eine Zielkorngröße von < 150 mm bis 350 mm zerkleinert und danach mittels Siebung in eine nativ-organik- und inertstoffreiche Fraktion < 40 mm bis 120 mm, vorzugsweise < 60 mm bis 80 mm, und in eine heizwertreiche und kunststoffreiche Überkornfraktion aufgetrennt. Eine Metallabtrennung bei der Überkornfraktion ist nicht erforderlich. Die kunststoffreiche Überkorn- bzw. Grobfraction gelangt dann erst zur Durchführung der Trocknung in den Tunnelrockner.

[0031] Gegenstand der Erfindung ist ebenfalls eine Vorrichtung zur Durchführung eines vorstehend beschriebenen Verfahrens. Hierzu ist die Vorrichtung mit einem Tunnelrockner zur Warmlufttrocknung und einer Siebeinrichtung, einem Windsichter, einem Metallabscheider und einer optischen Sortierungseinrichtung zur Aufbereitung des getrockneten Gutes

sowie einem Zerkleinerer für die in den Tunnelrockner zurückzuführende Restfraktion ausgestattet.

[0032] Vorzugsweise besitzt der Tunnelrockner ein zweistufiges Kühlsystem bestehend aus einer Luftkühlung und einer Hybridkühlung zur Kühlung der Abluft, d.h. der aus dem Tunnelrockner abgeführten Umluft. Weiterhin bevorzugt weist der Tunnelrockner ein Pendelbodensystem zur Förderung des Trocknungsgutes und einen deckenseitig angeordneten Abstreifer zur Einstellung der Schütthöhe sowie Dosiereinrichtungen für einen dosierten Materialaustrag auf.

[0033] Nach einer vorteilhaften Ausbildung umfasst die Vorrichtung zusätzlich einen Temperaturredetektor, mittels dessen der Eintrag von Glimmspänen in den Tunnelrockner vermieden werden kann.

[0034] Das Verfahren und die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens werden in den nachfolgenden Zeichnungen schematisch dargestellt.

[0035] Es zeigen:

[0036] Fig. 1 Abfolge der Verfahrensschritte sowie der zugeordneten Vorrichtungskomponenten

[0037] Fig. 2 und Fig. 3 Schnittansichten eines Tunnelrockners

[0038] Fig. 4 Darstellung des Trocknungsverlaufs im Mollier-Diagramm

[0039] Der Fig. 1 ist die schematische Abfolge der Verfahrensschritte sowie der zugeordneten Vorrichtungskomponenten zu entnehmen. In einem ersten Schritt werden die Abfälle bestehend aus einer kunststoffreichen Überkorn- oder Grobfraktion einer Korngröße zwischen 40 und 300 mm einer Warmlufttrocknung 1 in einem Tunnelrockner 10 unterzogen.

[0040] Aus Fig. 2 geht hervor, dass die Zuführung des Materials in den Tunnelrockner 10 über ein Schachtzufuhrsystem 11 mit verfahr- und reversierbaren Verteilförderbändern 12 erfolgt, wobei das Trockengut 13 gleichzeitig eine Abdichtung gegenüber dem Zufuhrsystem darstellt. Der Tunnelrockner ist als automatisch befüll- und entleerbarer Durchlauf-tunnel ausgeführt. Die Verweilzeit des Trocknungsgutes im Tunnel beträgt weniger als acht Stunden.

[0041] Der Tunnelrockner nach Fig. 2 und Fig. 3 ist mit einem Pendelbodensystem 14 ausgestattet, das einen Massenfluss des durch das System getragenen Trockengutes 13 erlaubt. Die Schütthöhe im Tunnelrockner beträgt je nach Dichte zwischen 3 und 6 m. Der Tunnelrockner ist so ausgeführt, dass über einen Abstreifer 15 die Schütthöhe im Tunnel abhängig von der Dichte des Materials eingestellt werden

kann.

[0042] Der Austrag aus dem Tunnelrockner erfolgt über ein Förderband 16, wobei eine Austragsklappe 17 für einen dosierten Austrag des Materials sorgt. Die Dosierung ermöglicht einen effektiven und weitgehend störungsfreien Betrieb der weiteren Aufbereitungsaggregate 2, 3, 4, 5 und 6 (vgl. Fig. 1).

[0043] Als Trocknungsluft wird Umluft verwendet. Der Umluftbetrieb ist in Fig. 1 dargestellt. Die Abluft 100 aus dem Tunnelrockner 10 wird zunächst in einem Sprühkondensator 110 gewaschen, dabei wird die etwa 40 bis 45° Celsius warme Umluft über Luftkühlung 101 auf etwa 35 bis 38° Celsius abgekühlt. Das hierbei anfallende Kondensat 102 ist schadstoffhaltig und wird vor seiner Ableitung als Abwasser 105 in der Kondensataufbereitung 120 behandelt. Nach dem Sprühkondensator 110 gelangt die Umluft in den Kondensator 130. Über eine Hybridkühlung 103 wird hier die Umluft weiterhin abgekühlt. Das dabei entstehende Kondensat 104 wird ebenfalls zur Kondensataufbereitung 120 geführt. Die auf weniger als 30° Celsius abgekühlte Umluft 106 wird nun wieder über einen Wärmetauscher 140 auf eine Trocknungstemperatur von > 80° Celsius aufgeheizt.

[0044] Der Umluftbetrieb kann neben einem Ventilator 160 eine Wärmepumpe 150 umfassen, die sowohl einen Teil der Kühlleistung 107 als auch einen Teil der Heizleistung 108 erbringen kann. In Fig. 1 ist die Wärmepumpe 150 gestrichelt dargestellt, da auf den Einsatz einer Wärmepumpe verzichtet werden kann, sofern ausreichend Abwärme 170 vorhanden ist.

[0045] Eine platz sparende Anordnung der vorstehend beschriebenen Lüftungstechnik 18 zeigen Fig. 2 und Fig. 3, nämlich außen auf dem Tunnelrockner 10.

[0046] In Fig. 4 ist der Trocknungsverlauf der Umlufttrocknung im Mollier-Diagramm dargestellt. Zu erkennen ist die Aufheizung der Umluft auf 85° Celsius, wodurch sich die relative Luftfeuchtigkeit reduziert. Die Senkung der Umluft auf die Kühlgrenztemperatur durch die Trocknung und die Kondensation und damit Entfeuchtung der Umluft durch Kühlung von der Kühlgrenztemperatur auf 37° Celsius und Wiederaufheizung auf 85° Celsius sind ebenfalls erkennbar.

[0047] Nach der Trocknung folgt die stoffstromspezifische Aufbereitung, welche die Schritte, Siebung 2, Windsichtung 3, Metallabscheidung 4, optische Sortierung 5 und Zerkleinerung 6 der Restfraktion zur Rückführung in den Tunnelrockner 10 umfasst.

[0048] Die Siebung 2 wird von einer Siebeinrichtung 20 durchgeführt, wobei das Sieb derart ausgelegt ist, dass Feinanteile einer Korngröße < 30 mm bis 60 mm, vorzugsweise < 40 mm abgetrennt werden. Das

trockene Feingut **21** ist für eine energetische Verwertung geeignet.

[0049] Der Windsichter **30** dient vor allem der Abtrennung flächiger Bestandteile wie Folien, Papier, Pappe, Kartonagen und Textilien. Die separierte Flugfraktion **31** kann entweder energetisch oder nach einer weiteren Aufbereitung stofflich verwertet werden.

[0050] Auf die Windsichtung folgt die Metallabscheidung **4**. Aus dem Schwergut der Windsichtung werden über den Einsatz eines Metallabscheiders **40** Fe- und NE-Metalle **41** abgeschieden. Die staubfreie und trockene Schwerfraktion mit einer Korngröße zwischen 40 und 300 mm wird danach einer optischen Sortierung **5** zugeführt. Mittels eines optischen Sortierers **50** werden alle optisch erfassbaren Wertstoffe, beispielsweise PE, PP, PS, PET, PVC, Holz, Aluminiumverbunde etc., abgetrennt. Verwertbare Produktfraktionen **51** werden in einem Schritt ausgeschleust.

[0051] Die verbleibende, nicht erkannte Schwerfraktion wird auf eine Korngröße < 40 mm zerkleinert **6**, **60** und wieder dem Tunnelrockner **10** zugeführt.

[0052] Das Gesamtverfahren besteht demnach aus folgenden Komponenten:

- Niedertemperaturtrocknung der Abfälle **40** bis 300 mm mit Umluft;
- Siebung bei 30 bis 60 mm, vorzugsweise 40 mm, wobei optional eine anschließende Nachsiebung der Feinfraktion mittels Sternsieb bei 2 bis 8 mm vorgesehen sein kann;
- Windsichtung der Grobfraktion, die auch in zwei Stufen erfolgen kann;
- Metallabtrennung aus der windgesichteten Schwerfraktion;
- optische Sortierung zur Wertstoffgewinnung und
- Nachzerkleinerung der Schwerfraktion auf die Zielkorngröße und Rückführung in den Trockner.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Trocknung und stoffstromspezifischen Aufbereitung von durchlüftungsfähigen, grobkörnigen Abfällen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abfälle in einem ersten Schritt einer Warmlufttrocknung (**1**) in einem Tunnelrockner (**10**) unterzogen werden, worauf die weiteren Schritte Siebung (**2**) zur Abtrennung des Feingutes, vorzugsweise mit einer Korngröße < 40 mm, Windsichtung (**3**), Metallabscheidung (**4**) und optische Sortierung (**5**) sowie Zerkleinerung (**6**) der Restfraktion, vorzugsweise auf eine Korngröße < 40 mm, und Rückführung der zerkleinerten Restfraktion in den Tunnelrockner (**10**) folgen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Warmlufttrocknung (**1**) im Wesent-

lichen im Umluftbetrieb erfolgt, wobei die Zuluft (**109**) auf Temperaturen von etwa 85° Celsius vorgewärmt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Abluftkühlung ein zweistufiges Kühlsystem eingesetzt wird, wobei die erste Stufe der Kühlung über eine Luftkühlung (**101**) und die zweite Stufe über eine Hybridkühlung (**103**) erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Teil der Energie zur Erwärmung und/oder Kühlung der Umluft über den Einsatz einer Wärmepumpe (**150**) bereitgestellt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Befüllung des Tunnelrockners (**10**) über einen Schacht (**11**) mit verfahr- und reversierbaren Verteilförderbändern (**12**) erfolgt und zum dosierten Materialaustrag Dosiereinrichtungen (**16**, **17**) eingesetzt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zur Förderung des Trocknungsgutes (**13**) durch den Tunnelrockner (**10**) ein Pendelbodensystem (**14**) und zur Einstellung der Schütthöhe im Tunnel ein deckenseitig angeordneter Abstreifer (**15**) eingesetzt werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Verweilzeit im Tunnelrockner (**10**) unter acht Stunden beträgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Windsichtung (**3**) in zwei Stufen erfolgt.

9. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem Tunnelrockner (**10**) zur Warmlufttrocknung und einer Siebeinrichtung (**20**), einem Windsichter (**30**), einem Metallabscheider (**40**) und einer optischen Sortierungseinrichtung (**50**) zur Aufbereitung des getrockneten Gutes sowie einem Zerkleinerer (**60**) für die Zerkleinerung der in den Tunnelrockner zurückzuführenden Restfraktion.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Tunnelrockner (**10**) ein zweistufiges Kühlsystem bestehend aus einer Luftkühlung (**101**) und einer Hybridkühlung (**103**) zur Kühlung der Abluft (**100**) besitzt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Tunnelrockner (**10**) zudem ein Pendelbodensystem (**14**) zur Förderung des Trocknungsgutes (**13**), einen deckenseitig angeordneten Abstreifer (**14**) zur Einstellung der Schütthöhe und Dosiereinrichtungen (**16**, **17**) für einen dosierten

Materialaustrag aufweist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Temperaturdetektor besitzt, mittels dessen der Eintrag von Glimmspänen in den Tunnelrockner (**10**) vermieden wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

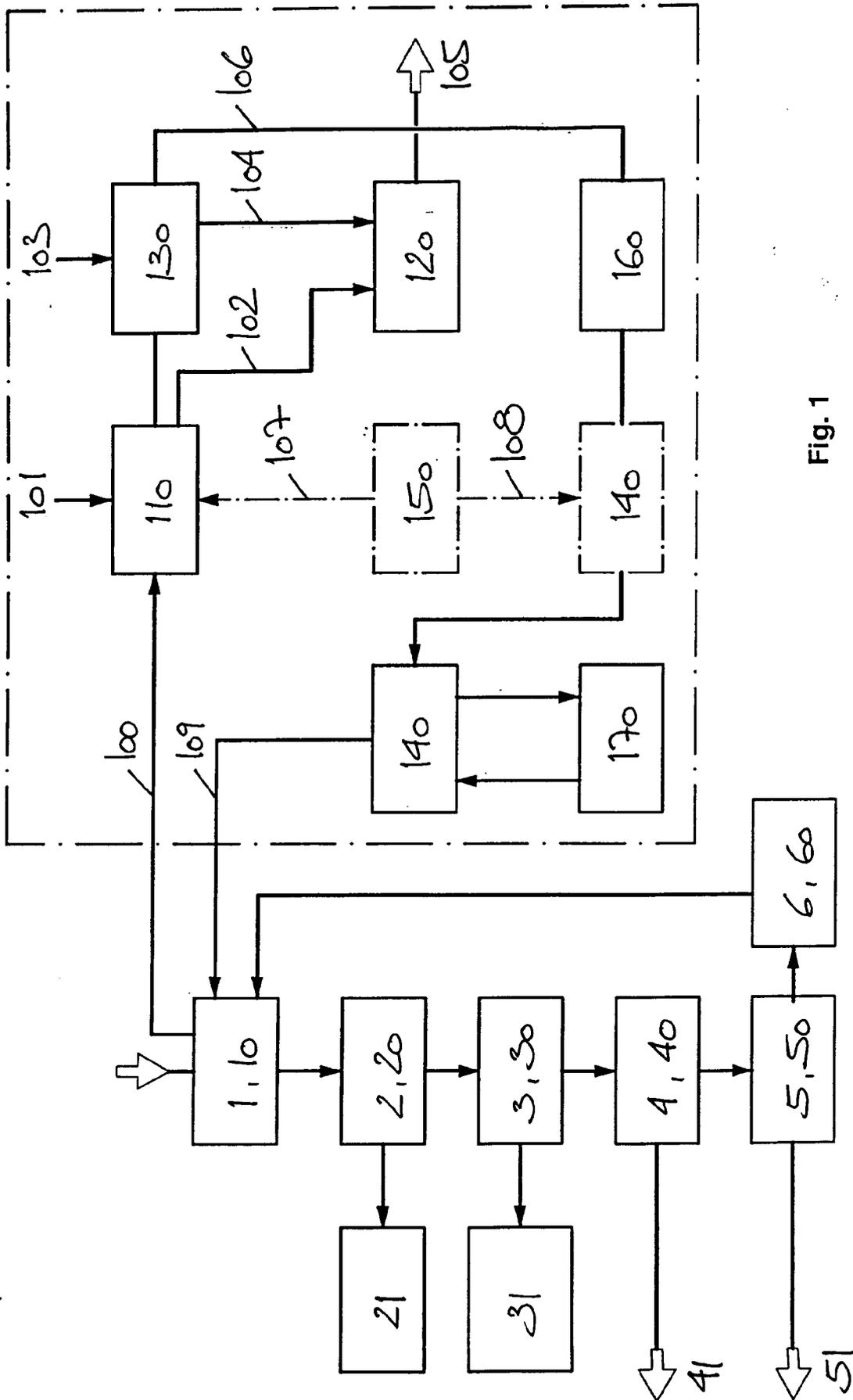


Fig. 1

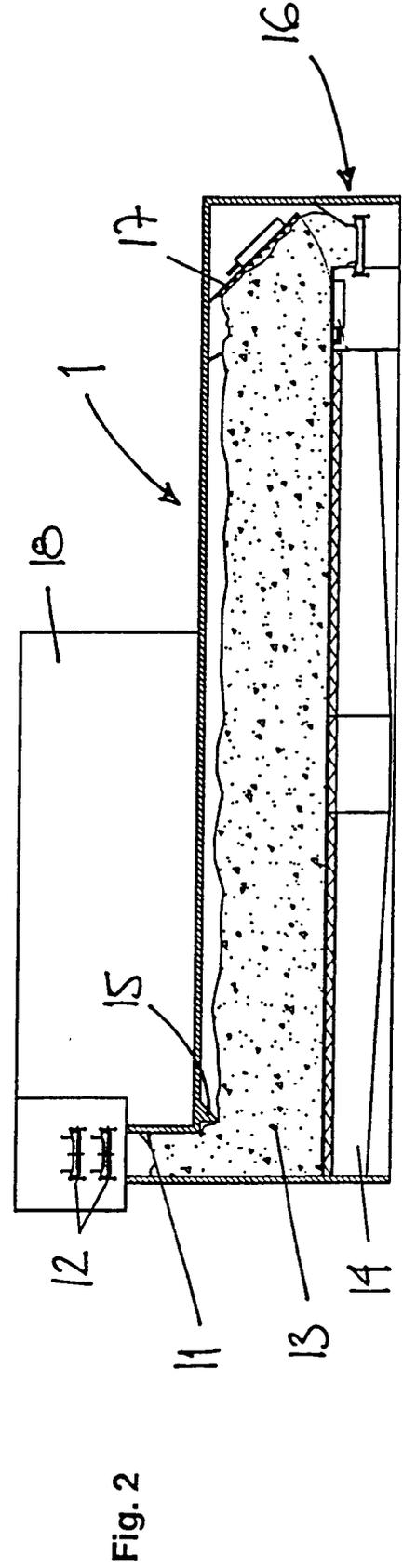
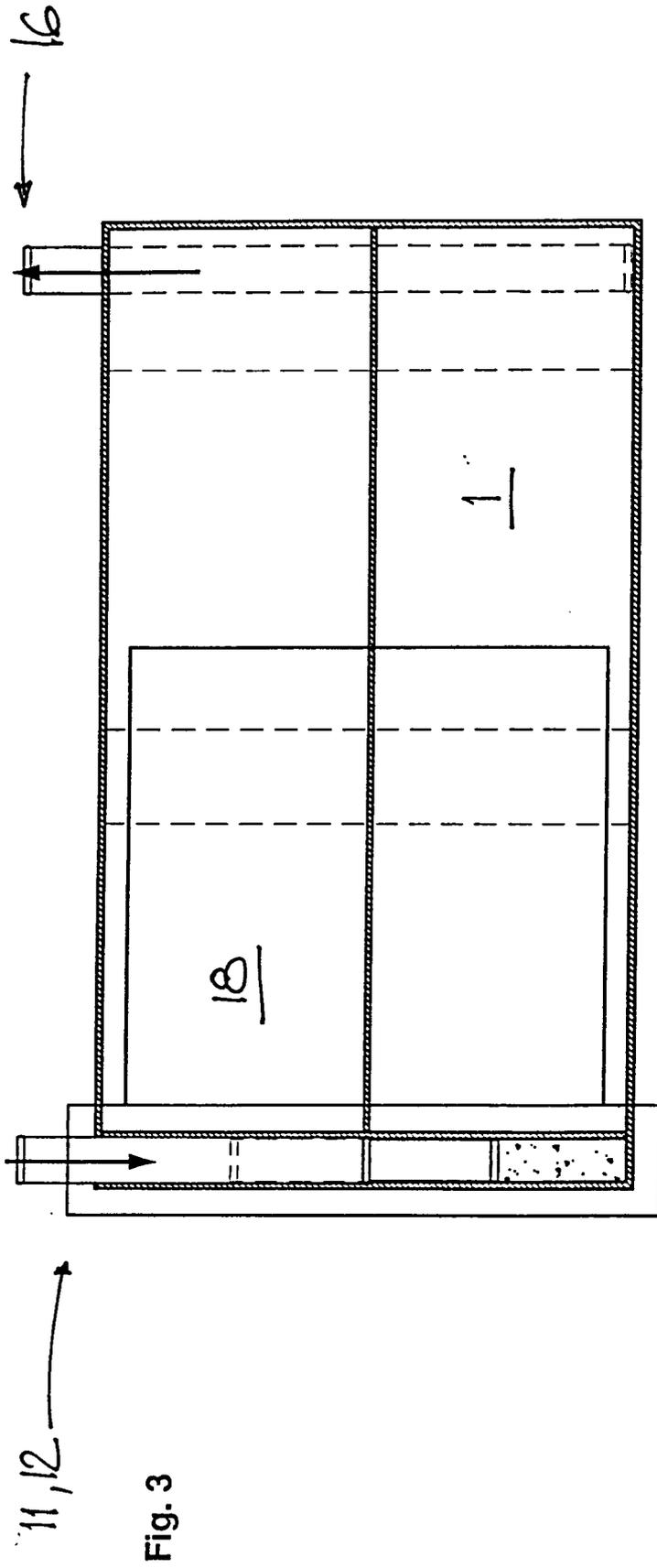


Fig. 4

