

CH 683674 A5



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 683674 A5

⑤ Int. Cl.⁵: B 07 C 5/342
B 07 B 13/18

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑲ Gesuchsnummer: 912/92

⑦ Inhaber:
Bühler AG, Uzwil

⑳ Anmeldungsdatum: 23.03.1992

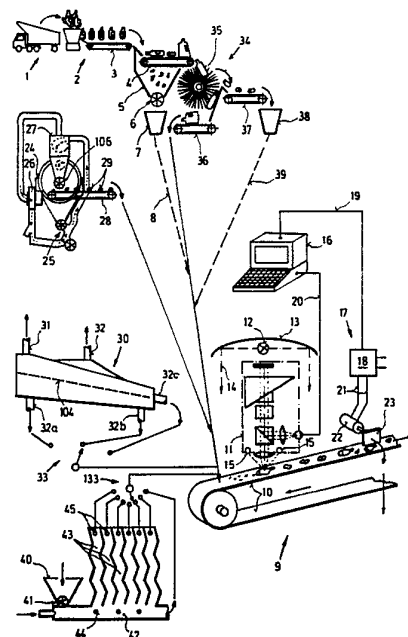
㉔ Patent erteilt: 29.04.1994

④ Patentschrift veröffentlicht: 29.04.1994

⑦ Erfinder:
Strotz, Leo, Wil SG
Ritzmann, Heinz, Weinfelden

⑤ Verfahren zum automatischen Sortieren von Abfallmaterial und Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

⑥ Ein Verfahren und eine Einrichtung zur automatischen Sortierung von Abfallmaterial, insbesondere von Kunststoffabfällen, vorzugsweise in grossen Quantitäten. Die Sortierung wird in mindestens zwei Schritten durchgeführt, wobei in einem ersten Schritt eine Vorsortierung nach vorzugsweise einem von der stofflichen Zusammensetzung des Abfallmaterials abweichenden Kriterium und anschliessend in einem zweiten Schritt eine Sortierung nach stofflichen Kriterien vorgenommen wird. Auch die Vorsortierung wird in mindestens zwei Schritten durchgeführt, wobei vorzugsweise diese Vorsortierung nach Grösse und/oder Dichte und/oder Volumen des Abfallmaterials vorgenommen wird. Vorzugsweise während der Vorsortierung, jedoch stets vor der Sortierung nach stofflichen Kriterien wird eine Vereinzelung des Abfallmaterials durchgeführt. Zur Überprüfung bzw. Feststellung der stofflichen Kriterien des bereits vorsortierten Abfallmaterials wird im zweiten Schritt ein Spektrogramm des Abfallmaterials ermittelt, wobei vorzugsweise das Spektrogramm interferometrisch, insbesondere durch eine Fourier-Analyse oder eine Fast-Fourier-Analyse ermittelt wird.



CH 683674 A5

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum automatischen Sortieren von Abfallmaterial, insbesondere Kunststoffabfällen vorzugsweise in grossen Quantitäten und eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens mit vorzugsweise mechanischen und motorisch angetriebenen Einrichtungen zur Sortierung von Materialien, Körpern od.dgl. nach Grösse und/oder Dichte und/oder Volumen, wie Schüttsiebe, Siebbänder, Siebtrommeln, Vibrationsgeräte, Zellenradschleusen, Windsichter, ballistische Sortierer, Absaugeinrichtungen u.dgl. einzeln oder zumindest teilweise in Kombination, wobei das vorselektierte und gegebenenfalls vereinzelte Abfallmaterial einem Förderband zugeführt wird.

Abfall, insbesondere städtischer und Industrie-Müll, ist naturgemäss sowohl hinsichtlich seiner Grösse als auch bezüglich der Zusammensetzung sehr heterogen, was die Sortierung verhältnismässig schwierig macht. Diese Schwierigkeit vergrössert sich besonders dann, wenn es darum geht, einen Teil des Abfalles so aufzubereiten, dass er einer erneuten Verwendung zugeführt werden kann. Nun beschreibt die EP-B 82 815 ein Verfahren, bei dem es in überraschender Weise gelingt, praktisch eine Sortierung nach chemischen Inhaltsstoffen des Abfalles einfach durch Sortieren nach Grösse herbeizuführen, wenn einmal aufgrund einer Müllanalyse festgestellt wurde, welche Fraktionen bestimmte chemische Eigenschaften besitzen. Allerdings geht es in dieser Schrift nicht um eine Wiederverwendung des Materials im engeren Sinne, d.h. um eine Wiederverwendung in jenem Einsatzgebiete, aus dem die Abfälle stammen, sondern um eine Verbrennung oder Kompostierung.

Naturgemäss sind aber die Anforderungen hinsichtlich der Stoffqualität grösser, wenn das Abfallmaterial derart sortiert werden soll, dass es einer Wiederverwendung zugeführt werden kann. Dies gilt im besonderen Masse für die Wiederverwendung von Kunststoffen, die ja je nach ihrer chemischen Zusammensetzung einer unterschiedlichen Behandlung bedürfen. Ergeben sich beim Sortieren dann zu grosse Ungenauigkeiten, so ist die ganze Wiederaufbereitung in Frage gestellt.

Bisher hat man sich in der Praxis hauptsächlich auf eine Handsortierung gestützt, wenn es darum ging, Kunststoffabfälle neu zu verarbeiten. Selbstverständlich sind auch die verschiedensten Methoden bekannt, um die chemische Zusammensetzung – auch von Kunststoffen diverser Materialien – festzustellen. Diese Untersuchungsmethoden scheitern aber in der Praxis an der grossen Quantität der anfallenden Müllmengen und konnten daher bisher für diese Zwecke kaum verwendet werden.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Sortierverfahren für Abfallmaterial, insbesondere von Kunststoffabfällen, zu schaffen, mit denen auch grosse Mengen an Abfall automatisch mit grossem Genauigkeitsgrad sortiert werden können. Erfindungsgemäss wird daher bei einem Verfahren der eingangs erwähnten Art vorgeschlagen, dass die Sortierung in mindestens zwei Schritten durchgeführt wird, wobei in einem ersten Schritt eine Vor-

sortierung nach vorzugsweise einem von der stofflichen Zusammensetzung des Abfallmaterials abweichenden Kriterium und anschliessend in einem zweiten Schritt eine Sortierung nach stofflichen Kriterien vorgenommen wird.

Hier macht sich also die Erfindung, die aus der EP-B 82 815 bekannte Erfahrung zunutze, dass eine Sortierung nach von der stofflichen Zusammensetzung abweichenden Kriterien bereits eine gewisse Konzentration einzelner chemischer Stoffe in den einzelnen Fraktionen mit sich bringen kann. Es ist dann wesentlich leichter, aus diesen angereicherten Fraktionen eine Auslese nach Kriterien der stofflichen Zusammensetzung durchzuführen. Versuche haben dies auch bestätigt.

In weiterer Ausgestaltung des erfindungsgemässen Verfahrens wird vorgeschlagen, dass auch die Vorsortierung in mindestens zwei Schritten durchgeführt wird, wobei vorzugsweise diese Vorsortierung nach Grösse und/oder Dichte und/oder Volumen des Abfallmaterials vorgenommen wird. Diese Massnahmen haben sich als günstig erwiesen und es ist vorteilhaft, wenn die Vorsortierung wenigstens einen Siebvorgang umfasst. Es ist aber auch von Vorteil wenigstens einen Siebvorgang umfasst. Es ist aber auch von Vorteil, wenn dieser Verfahrensschritt einen Siebvorgang unter Anwendung von Gas, insb. Luft, aufweist.

Um die Genauigkeit zu erhöhen, wird gemäss einem weiteren Kennzeichen der Erfindung vorgesehen, dass vorzugsweise während der Vorsortierung, jedoch stets vor der Sortierung nach stofflichen Kriterien eine Vereinzelung des Abfallmaterials durchgeführt wird. Hierdurch können in vorteilhafter Weise gut trennbare Volumina zuverlässig geprüft werden.

Da die stoffliche Sortierung nach der Vorsortierung relativ rasch vor sich gehen muss, wird in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgeschlagen, dass zur Überprüfung bzw. Feststellung der stofflichen Kriterien des bereits vorsortierten Abfallmaterials im zweiten Schritt ein Spektrogramm des Abfallmaterials ermittelt wird, wobei vorzugsweise das Spektrogramm interferometrisch, insbesondere durch eine Fourier-Analyse oder eine Fast-Fourier Analyse ermittelt wird. Besonders genaue Ergebnisse erhält man beispielsweise mit einem Polarisationsinterferometer, wie dies in der WO 90/10191 beschrieben ist.

Nach einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens wird vorgeschlagen, dass insbesondere bei interferometrischer Ermittlung des Spektrogrammes unter Aufrichtbeleuchtung des vorzugsweise unterschiedliche Grössen und/oder Volumina aufweisenden Abfallmaterials während des Analysevorganges eine Abstandsmessung von einem Messkopf der Analyseinrichtung zum der Prüfung unterzogenen, vorzugsweise vereinzelten Abfallmaterial durchgeführt wird und ein aus dieser Abstandsmessung abgeleitetes Signal als Korrektursignal od.dgl. in funktionellem Zusammenhang mit dem vorzugsweise interferometrisch ermittelten Spektrogramm gesetzt wird oder dieses Signal als Steuersignal zur selbsttätigen Einstellung eines vorbestimmten Abstandes des Messkopfes

zum zu prüfenden Abfallmaterial herangezogen wird.

Durch die oben genannten erfindungsgemässen Massnahmen wird in vorteilhafter Weise eine vereinfachte Anpassung an grosse Mengenströme erreicht. Auch wird die Gefahr der Verschmutzung des Analysengerätes besser vermieden. Haben die zu prüfenden Materialien unterschiedliche Materialien, so ergeben sich gerade bei der Benützung von reflektierten Strahlen Veränderungen des Signales in Abhängigkeit vom Abstand des Abfalls zum Interferometer. Die Abstandsmessung in das Verfahren miteinzubeziehen eliminiert in vorteilhafter Weise diese nachteiligen Effekte.

Rasch kann das Sortierverfahren durchgeführt werden, wenn nach weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen wird, dass vorzugsweise für eine Vielzahl von unterschiedlichen stofflich beschaffenen Abfallmaterialien Spektrogramme unter Berücksichtigung verschiedener Messabstände als charakteristische, vorzugsweise mehrdimensionale Soll-Spektrogramme gespeichert werden, diese mit Ist-Spektrogrammen jedes im Sortierverfahren geprüften Abfallmaterials verglichen werden und das aus dem Vergleich abgeleitete Resultatsignal zumindest als Steuersignal für den selektiven Sortiervorgang herangezogen wird. Bei den oben genannten Spektrogrammen ergeben sich mehrdimensionale Diagramme mit verschiedenen Variablen, darunter auch «Wellenlänge», «Entfernung» und «Material» und entsprechende sog. Cluster von charakterisierenden Punkten. So kann also auch die Messentfernung gewünschtenfalls aus dem Spektrogramm gelesen werden, in welchem Falle auf eine gesonderte Entfernungsmesseinrichtung verzichtet werden kann.

Bei einer Einrichtung der eingangs erwähnten Art zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens wird in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgeschlagen, dass das Förderband an eine Stoffanalyseeinrichtung geführt ist, die ein Interferometer, insb. ein Polarisationsinterferometer aufweist, das mit einer Aufsicht-Beleuchtungseinrichtung für das Abfallmaterial ausgerüstet ist, die vorzugsweise zumindest annähernd parallel ausgerichtete Lichtstrahlen emittiert, wobei das Ausgangssignal des Interferometers einer Auswerteeinrichtung zur Durchführung einer Fourier-Analyse, insb. Fast-Fourier-Analyse, zugeführt ist, welche Auswerteeinrichtung eine Vergleichseinrichtung für vom analysierten Abfallmaterial abgeleitete Spektrogramme und vorbestimmte gespeicherte Spektrogramme aufweist, wobei das Ausgangssignal der Vergleichseinrichtung zur Steuerung von Aktuatoren, elektrostatischen und/oder pneumatischen und/oder elektromechanischen Auswerfern, Schiebern od.dgl. für das geprüfte und qualifizierte Abfallmaterial vorgesehen ist. Diese Einrichtung ermöglicht eine effiziente und kostengünstige Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens, wobei die Messung kontaktlos erfolgt.

Besonders universell kann die erfindungsgemässe Einrichtung eingesetzt und das Verfahren rasch durchgeführt werden, wenn in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen wird, dass eine Ab-

standsmesseinrichtung zur Ermittlung des Abstandes des zu prüfenden Abfallmaterials zum Messkopf der Analyseeinrichtung vorgesehen ist, deren Ausgangssignal der Auswerteeinrichtung zur vorzugsweise rechnerischen Kompensation der Messentfernung und/oder zur selbsttätigen Einstellung einer vorbestimmten Messentfernung der Analyseeinrichtung zum Abfallmaterial am Förderband zugeführt ist.

Hierbei ist von Vorteil, wenn erfindungsgemäss die Einrichtung zur Abstandsmessung eine berührungslos arbeitende aktive oder passive Entfernungsmesseinrichtung für nicht kooperative Messobjekte ist, wobei als Mess-Strahlung Licht, Infrarotstrahlung, Mikrowellenstrahlung oder Ultraschall vorgesehen ist und die Messentfernung durch Signallaufzeit oder Mess-Strahlableitung nach trigonometrischen Rechenregeln ermittelbar ist.

Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich anhand der nachfolgenden Beschreibung von in der einzigen Figur der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen.

Anhand der Zeichnung sind mehrere verschiedene Möglichkeiten gezeigt, die alternativ oder kumulativ eingesetzt werden können. So ist es denkbar, dass, z.B. an Sammelstellen gesammeltes Kunststoffmaterial mittels Lastwagen 1 herantransportiert wird, um – gegebenenfalls nach Zwischenlagerung in einem Zwischenbunker – einer Vereinzelungsvorrichtung 2 zugeführt zu werden. Wie ersichtlich werden die einzelnen Kunststoffbehälter jeweils gesondert einem Transportband 3 übergeben, von wo sie einer Vorsortierung zugeleitet werden. Diese Vorsortierung erfolgt, wie ersichtlich, in zwei Schritten.

Im ersten Schritt erfolgt eine Absiebung, zu welchem Zweck ein Siebband 4 vorgesehen ist, das das hindurchgelassene Kunststoffmaterial an einen Trichter abgibt, an dessen Ausgang eine Zellenrad-schleuse 6 zur Abgabe des Materials in einen Vorratsbehälter 7 angeordnet ist.

Wie strichliert anhand der Linie 8 angedeutet, kann aber dieses Material unmittelbar der nachgeschalteten Stoffsortierstufe 9 zugeführt werden, die das Material nach stofflichen Kriterien, d.h. unter Durchführung einer chemischen Analyse, prüft. In diesem Falle ist es vorteilhaft, wenn die Zellenrad-schleuse 6 schrittweise betrieben wird, so dass auf dem Transportwege 8 die Vereinzelung des Materials beibehalten wird. Das Material gelangt dann vereinzelt auf ein Förderband 10, das die einzelnen Teile an einem Polarisationsinterferometer (später Gerät genannt) 11 vorüberführt, das vorzugsweise entsprechend der WO 90/10191 ausgebildet ist. Im Gegensatz zu dieser bekannten Ausführung arbeitet jedoch das Gerät 11 mit einer Aufsicht-Lampe 12, so dass das Gerät 11 das vom Stoff reflektierte Licht erhält. Dabei ist der Lichtquelle 12 vorzugsweise eine Optik, insbesondere eine Spiegeloptik 13 zugeordnet, die die Beleuchtungsstrahlen 14 wenigstens annähernd parallel ausrichtet, da dadurch die Empfindlichkeit des Gerätes 11 auf Entfernungsunterschiede vermindert wird.

Zusätzlich oder alternativ kann mit dem Gerät 11 ein Abstandsmesser verbunden sein. Dieser Abstandsmesser ist im dargestellten Ausführungsbei-

spiel von zwei an einer Basis gelegenen lichtelektrischen Wandler 15 gebildet, die das aus der Lichtquelle 12 stammende und vom jeweiligen Material reflektierte Licht erhalten. An sich könnte einer der lichtelektrischen Wandler 15 auch durch eine Lichtquelle ersetzt sein, doch ist dies im vorliegenden Falle nicht erforderlich, da ja durch die Lichtquelle 12 eine ausreichende Beleuchtung gesichert ist. Im übrigen kann die Abstandsmesseinrichtung 15 auf beliebige Weise ausgebildet sein, beispielsweise eine Diodenzeile beinhalten oder als Laufzeitentfernungsmesser, z.B. mit Ultraschall, ausgebildet sein. Es ist aber auch möglich, die Abstandsmessung durch entsprechende Auswertung des Spektrogrammes durchzuführen.

In jedem Falle ergibt sich an einer Ausgangsleitung 20 ein durch die Interferenzen bestimmtes Ausgangssignal des Gerätes 11, das einer Auswerteeinrichtung 16 zur Durchführung einer Fourier-Analyse, insbesondere einer Fast-Fourier-Analyse zugeführt wird. Das Auswertegerät 16 vergleicht sodann vorzugsweise das aus dieser Analyse entwickelte Spektrogramm mit mindestens einem gespeicherten Soll-Spektrogramm, um die chemische Zusammensetzung des jeweiligen Materiales festzustellen, und betätigt dementsprechend einen Aktuator 17. Im Prinzip läuft dies also in ähnlicher Weise ab, wie dies in der EP-A 0 475 121 dargestellt und beschrieben ist. Dort werden vor allem elektrostatische und pneumatische Aktuatoren zum Aufwerfen der aussortierten Teile genannt, doch kann es sich beim Aktuator 17 auch um einen mechanischen handeln, der beispielsweise einen elektrofluidischen Wandler 18 zur Umwandlung des über eine Ausgangsleitung 19 erhaltenen Signales in ein entsprechendes fluidisches, z.B. pneumatisches, Signal an Ausgangsleitungen 21 aufweist, wobei die Ausgangsleitungen 21 an einen Betätigungszylinder 22 zur Betätigung eines Schiebers 23 steuert. Ebenso wie in der genannten EP-A 0 475 121 ist es ohne weiteres möglich, mehrere solcher Aktuatoren 17 entlang des Bandes 10 anzuordnen, um je nach dem auszusortierenden Material den einen oder anderen zu betätigen.

Die Erfindung ist aber keineswegs bloss für bereits vorsortiertes Kunststoffmaterial anwendbar, wie es von den Lastwagen 1 angeliefert wird. Es wird auf die DE-A 3 836 608 bezug genommen, bei der es hauptsächlich um die Verarbeitung von sog. Grünmüll geht, der häufig einen gewissen Anteil an Kunststoffen enthält. Nach dieser DE-A ist eine, vorzugsweise aus mehreren Abteilen mit verschiedener Lochgrösse bestehende Siebtrommel 24 vorgesehen, an die ein Gebläse 26 für einen eine Fraktion des Siebdurchfalles aufnehmenden Windsichters 25 angeschlossen ist. Dabei wird die Sichtluft zweckmässig im Kreislauf betrieben, zu welchem Zwecke der Windsichter 25 in ein Zyklon 27 einmündet, innerhalb dessen die ausgesonderte Kunststofffraktion nach unten abgesetzt wird, wogegen die Luft wieder zum Gebläse 26 läuft. An der Unterseite des Zyklons 27 ist eine Zellenradschleuse 106 vorgesehen, die – in ähnlicher Weise wie die Zellenradschleuse 6 – zweckmässig schrittweise betrieben werden kann, um an einem vorüberlau-

fenden Transportband 28 vereinzelte Kunststoffteile 29 abzulagern.

Vom Transportband 28 kann das so vereinzelte Gut wiederum der schon beschriebenen Analysier- und Sortierstufe 9 zugeführt werden. Es versteht sich, dass – gerade bei Grünkompost – die ausgesiebte Fraktion einen hohen Anteil an feinen Kompostteilen mit sich führen kann, die aber in dem Windsichter 25 entsprechend der Offenbarung der DE-A 3 836 698 ausgesondert wird.

Die verschiedenen Sortiermethoden können im Rahmen der Erfindung in Kombination miteinander angewandt werden, wenn man beispielsweise ein Vibrationsgerät 30 anwendet, das als Schüttelsieb oder als bekannter Schwerteilausleser ausgebildet sein kann. Wird das Material, z.B. ähnlich der Ausführung der CH-PS 522 451, oder der DE-A 2 337 808, über einen Einfüllstutzen 31 eingeführt und gelangt auf mindestens einen Siebboden 104. Es können aber auch mehrere Siebböden übereinander mit abnehmendem Lochquerschnitt angeordnet werden. Ferner ist zur Absaugung einer Feinfraktion ein Absaugstutzen 32 angeschlossen, und es kann die Vibration des Siebbodens 104 derart ausgelegt sein, dass sich die Schwerteile an der Oberseite dieses Siebes sammeln.

Auf diese Weise können – ausser dem Absaugstutzen 32 – noch drei Auslässe 32a, 32b, 32c für unterschiedliche Fraktionen vorgesehen sein, die dann jeweils einem (hier nicht dargestellten) Zwischenspeicher, z.B. ähnlich dem Zwischenbehälter 7, Material zuführen, oder über eine Mehrwegeweiche 33 das Material unmittelbar an die Sortierstrecke 9 abgeben.

Obwohl es bevorzugt ist, anschliessend an eine Siebung eine weitere Sichtung anzuschliessen, kann gegebenenfalls darauf auch verzichtet werden. Im Falle des Siebes 4 ist ein ballistischer Sortierer 34 nachgeschaltet, der gemäss der WO 91/01817 eine Bürstenwalze 35 aufweist. Infolge der Nachgiebigkeit der Oberfläche dieser Bürstenwalze 35 werden schwerere Teile tiefer einsinken und dann nach unten, auf einen Bandförderer 36 abgelenkt werden, wogegen leichtere Teile tangential abgeschleudert werden und über einen Förderer 37 einem Zwischenlager 38 zugeführt werden. Wie ersichtlich gelangen die Teile vom Förderer 36 unmittelbar auf die Analysier- und Sortierstrecke 9, doch kann auch das vom Förderer 37 kommende Material entsprechend der Linie 39 der Analysierstrecke 9 zugeführt werden.

Obwohl es also nicht bevorzugt ist, lediglich eine einzige Art von Vorsortierung vorzunehmen, kann eine solche in mehreren Stufen erfolgen, in dem das Material einem Einfülltrichter 40 zugeführt wird, der zweckmässig von einer Zellenradschleuse 41 abgeschlossen ist. Unterhalb der Zellenradschleuse befindet sich ein Förderkanal 42, an den eine Anzahl von Windsichtern, vorzugsweise von zick-zack-Windsichtern 43 angeschlossen ist.

Um nun das dem Kanal 42 zugeführte Material zu veranlassen, in die Windsichterkanäle 43 hochzusteigen, können Impulsdüsen 44 jeweils am Eingang eines Windsichterkanales vorgesehen sein, die das Material in den Windsichterkanal umlenken.

Alternativ oder zusätzlich sind an die Oberseite der Windsichterkanäle 43 Saugleitungen 45 angeschlossen. In jedem Falle wird das leichtere Material nach oben geführt, wogegen das schwerere in den Förderkanal 42 zurücksinkt und zum nächsten Windsichter mitgenommen wird. Dabei kann die Anordnung zweckmässig so getroffen sein, dass jeder der Kanäle 43 eine andere Fraktion aussortiert, sei es dadurch, dass die Strömungsverhältnisse in diesen Kanälen unterschiedlich gestaltet werden (größerer oder kleinerer Druck bzw. Windgeschwindigkeit), und/oder dass die Kanäle unterschiedlich, z.B. mit unterschiedlichem Querschnitt gestaltet sind.

Die Ausgänge dieser Windsichterkanäle 43 können wiederum über eine Rohrweiche 133 wahlweise der Analysier- und Sortierstrecke 9 unmittelbar zugeführt werden oder einem (hier nicht dargestellten) Zwischenbunker.

Es versteht sich, dass im Rahmen der Erfindung zahlreiche Varianten denkbar sind, insbesondere können die verschiedenen Methoden der Vorsortierung miteinander kombiniert werden, beispielsweise, indem man die Sortierwirkung von Wirbelbetten mit zur Vorsortierung heranzieht. Ferner ist die Sortierung nach stofflichen Kriterien auf die verschiedenste Weise möglich, beispielsweise auch chromatographisch. Falls ein Spektrometer verwendet wird, ist die Verwendung von elektromagnetischer Strahlung im nahen Infrarotbereich günstig, aber nicht Bedingung; beispielsweise kann auch Licht des sichtbaren Bereiches herangezogen werden. Es versteht sich auch, dass die Auflichtbeleuchtung zwar günstig ist, dass es aber ebenso denkbar wäre, das zu sortierende Material über einen, z.B. schrägen, Schacht zu leiten, in dem die Sonde eines Spektrometers untergebracht ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum automatischen Sortieren von Abfallmaterial, dadurch gekennzeichnet, dass die Sortierung in mindestens zwei Schritten durchgeführt wird, wobei in einem ersten Schritt eine Vorsortierung und anschliessend in einem zweiten Schritt eine Sortierung nach stofflichen Kriterien vorgenommen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorsortierung nach einem von der stofflichen Zusammensetzung des Abfallmaterials abweichenden Kriterium vorgenommen wird, und zwar: bevorzugt in mindestens zwei Schritten, bzw. vorzugsweise diese Vorsortierung nach Grösse und/oder Dichte und/oder Volumen des Abfallmaterials vorgenommen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass vorzugsweise während der Vorsortierung, jedoch stets vor der Sortierung nach stofflichen Kriterien eine Vereinzelung des Abfallmaterials durchgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zur Überprüfung bzw. Feststellung der stofflichen Kriterien des bereits vorsortierten Abfallmaterials im zweiten Schritt ein Spektrogramm des Abfallmaterials ermittelt wird, wobei vorzugsweise das Spektrogramm interfero-

metrisch, insbesondere durch eine Fourier-Analyse oder eine Fast-Fourier-Analyse ermittelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass insbesondere bei interferometrischer Ermittlung des Spektrogrammes unter Auflichtbeleuchtung des vorzugsweise unterschiedliche Grössen und/oder Volumina aufweisende Abfallmaterials während des Analysevorgangs eine Abstandsmessung eines Messkopfes der Analyseeinrichtung zum der Prüfung unterzogenen, vorzugsweise vereinzelt Abfallmaterials durchgeführt wird und ein aus dieser Abstandsmessung abgeleitetes Signal als Korrektursignal in funktionellem Zusammenhang mit dem vorzugsweise interferometrisch ermittelten Spektrogramm gesetzt wird oder dieses Signal als Steuersignal zur selbsttätigen Einstellung eines vorbestimmten Abstandes des Messkopfes zum zu prüfenden Abfallmaterial herangezogen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass vorzugsweise für eine Vielzahl von unterschiedlichen stofflich beschaffenen Abfallmaterialien Spektrogramme unter Berücksichtigung verschiedener Messabstände als charakteristische, vorzugsweise mehrdimensionale Soll-Spektrogramme gespeichert werden, diese mit Ist-Spektrogrammen jedes im Sortierverfahren geprüften Abfallmaterials verglichen werden, und das aus dem Vergleich abgeleitete Resultatsignal zumindest als Steuersignal für den selektiven Sortiervorgang herangezogen wird.

7. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit Einrichtungen zur Sortierung von Materialien und/oder Körpern nach Grösse und/oder Dichte und/oder Volumen, wobei das vorselektierte Abfallmaterial einem Förderband zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Förderband (10) an eine Analyseeinrichtung (11) geführt ist, die ein Spektrometer aufweist.

8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine Abstandsmesseinrichtung (15) zur Ermittlung des Abstandes des zu prüfenden Abfallmaterials zum Messkopf der Analyseeinrichtung (11) vorgesehen ist, deren Ausgangssignal der Auswerteeinrichtung (16) zur vorzugsweise rechnerischen Kompensation der Messentfernung und/oder zur selbsttätigen Einstellung einer vorbestimmten Messentfernung der Analyseeinrichtung (11) zum Abfallmaterial am Förderband (10) zugeführt ist, und dass bevorzugt die Einrichtung zur Abstandsmessung eine berührungslos arbeitende aktive oder passive Entfernungsmesseinrichtung für nicht kooperative Messobjekte ist, wobei als Mess-Strahlung Licht, Infrarotstrahlung, Mikrowellenstrahlung oder Ultraschall vorgesehen ist, und die Messentfernung durch Signallaufzeit oder Mess-Strahlableitung nach trigonometrischen Rechenregeln ermittelbar ist.

9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist:

a) dem Spektrometer ist eine Auflicht-Beleuchtungseinrichtung (12, 13) für das Abfallmaterial zugeordnet, die vorzugsweise zumindest annähernd parallel ausgerichtete Lichtstrahlen emittiert;

- b) das Spektrometer ist als Interferometer, insbesondere Polarisations-Interferometer ausgebildet, dessen Ausgangssignal einer Auswerteeinrichtung (16) zur Durchführung einer Fourier-Analyse, insbesondere Fast-Fourier-Analyse, zugeführt ist; 5
- c) es ist eine Auswerteeinrichtung (16) mit einer Vergleichseinrichtung für vom analysierten Abfallmaterial abgeleitete Spektrogramme und vorbestimmte gespeicherte Spektrogramme vorgesehen; 10
- d) das Ausgangssignal des Spektrometers wird einer Steuerung mindestens eines Aktuators zugeführt, wie elektrostatischen und/oder pneumatischen und/oder elektromechanischen Auswerfern, Schiebern (17 bis 23). 15
10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eines der folgenden Merkmale vorgesehen ist:
- a) die Sortiereinrichtung für die Vorsortierung weist mindestens ein Sieb (4, 24, 104) auf; 20
- b) die Sortiereinrichtung für die Vorsortierung weist mindestens eine Windsichtereinrichtung (27, 32, 43) auf;
- c) es ist eine Vereinzelungseinrichtung (3), gegebenenfalls in Kombination mit einer Vorsortiereinrichtung, z.B. mit einer Zellenradschleuse (6, 106), vorgesehen. 25

30

35

40

45

50

55

60

65

6

