

**Verfahren zur Behandlung von Schüttgut aus überwiegend
metallischen Gegenständen und Vorrichtung zur Durchführung eines
solchen Verfahrens**

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Behandlung von Schüttgut aus überwiegend metallischen Gegenständen sowie eine Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zur Behandlung von Schüttgut aus überwiegend metallischen Gegenständen.

10

In den vergangenen Jahren und Jahrzehnten hat die Wiederverwertung von Rohstoffen oder die Rückführung von Rohstoffen in einen Produktions- oder Produktlebenszyklus, gerne zusammengefasst unter dem Stichwort „Recycling“, immer stärkere Bedeutung in der Rohstoffwirtschaft angenommen. Aufgrund des aktuell hohen und weiter steigenden Ressourcenverbrauchs ist es für eine zukünftige Ressourcenhaushaltung unerlässlich, dass möglichst viele Rohstoffe für mehrere Produktlebenszyklen verwendet werden können weshalb zwangsläufig ein hohes Maß an Recycling stattfinden muss.

20

Im Bereich der Aufbereitung und Wiederverwertung von Metallen gibt es bereits verschiedene Ansätze und Verfahren um Metalle von Nichtmetallen zu trennen, um Nichteisen-Metalle von Eisenmetallen zu trennen und um beispielsweise Edelmetalle von unedlen Metallen zu trennen.

25

Diese Verfahren haben jedoch bisher verschiedene Nachteile. Ein Nachteil besteht beispielsweise darin, dass in dem Prozess von der Verwertung eines Gegenstands bis zur Generierung oder Herstellung erneuerter oder aufbereiteter Rohstoffe, die wiederum einem Produktionsprozess zugeführt werden können, viele Einzelschritte und Einzelverfahren notwendig sind, die heute von einer Vielzahl unterschiedlichen wirtschaftlichen Ein-

30

heiten durchgeführt werden. Dabei steigt mit zunehmender Weiterverarbeitung oder Aufbereitung in der Regel die Wertigkeit oder die Konzentration der werthaltigen Bestandteile. Zu Beginn ist die Werthaltigkeit, beispielsweise einer Metallschüttung oder eines Schüttguts aus vorwiegend
5 Metallteilen nicht nur gering, sondern auch weitgehend unbestimmt. Es ist also nicht ohne weiteres erkennbar, ob ein Ausgangsmaterial, beispielsweise ein Schüttgut, aus vorwiegend metallischen Gegenständen eine verschwindend geringe Menge an werthaltigen Bestandteilen oder Gegenständen aufweist, die grundsätzlich eine wirtschaftliche Verwertung,
10 insbesondere eine wirtschaftliche Aufkonzentrierung der werthaltigen Bestandteile, unmöglich macht, oder ob im Gegensatz die zwar grundsätzlich geringe Ausgangskonzentration so hoch oder so groß ausfällt, dass nach entsprechenden Vorbehandlungs- oder Aufkonzentrierungsverfahren eine wirtschaftliche Verwertung und auch eine Rückgewinnung der entsprechenden werthaltigen Bestandteile wirtschaftlich durchaus sinnvoll ist.
15

Ein weiteres Problem, das mittelbar auch mit dem Ausgangsmaterial und der Konzentration an werthaltigen Bestandteilen im Ausgangsmaterial zusammenhängt sind die Aufbereitungskosten, um aus einem Ausgangsgemisch, beispielsweise eines Schüttguts mit vorwiegend metallischen Gegenständen, die einzelnen Rohstoffe oder Rohmaterialien zurückzugewinnen. Grundsätzlich sind viele verschiedene Verfahren bekannt. Dabei stehen aber zwei Größen im gegenseitigen Wechselspiel. Einerseits die Vorverfahren und entsprechenden Kosten für Anschaffung und Betrieb derartiger Anlagen und andererseits die Rohstoffpreise und Erlösmöglichkeiten durch die zurückgewonnenen Rohstoffe. Bei Metallen wäre, wenn der Aufwand und die Kosten für die Aufbereitung und Separierung vernachlässigbar wären, der Optimalfall, dass zunächst absolut sortenreine Metallfraktionen hergestellt werden und diese dann aufgeschmolzen und/oder
20
25
30 gereinigt werden, um Rohmaterial oder einem Fertigungsverfahren zu fühbare Ressourcen zu erhalten. In der Realität sind aber die Verfahren

- und Vorrichtungen, um aus einer Ausgangsmischung, insbesondere einem Ausgangs-Schüttgut, Materialfraktionen mit aufkonzentrierten Inhalten von Wertgegenständen oder werthaltigen Gegenständen herzustellen alles andere als vernachlässigbar. Dies führt dazu, dass selbst bei steigenden Rohstoffpreisen eine Aufkonzentrierung von werthaltigen Gegenständen oder eine Herstellung von Fraktionen mit entsprechend hohem Anteil von werthaltigen Gegenständen oder Bestandteilen möglichst effektiv und kostensparend durchgeführt werden muss und zudem nur einen solchen Aufwand, insbesondere auch im Hinblick auf die Kosten, verursachen darf, dass der im Endeffekt erzielbare Erlös durch die Veräußerung von Ressourcen oder Vorstufen von Ressourcen, beispielsweise Edelmetallen, nicht geringer ausfällt als der zuvor investierte Aufwand zur Sortierung oder Aufkonzentrierung.
- 15 Im Stand der Technik wird vor diesem Hintergrund aktuell in der Regel auf Verfahren und Vorrichtungen zurückgegriffen, die möglichst wenig Aufwand verursachen, kostengünstig betrieben werden können und zudem einen hohen Durchsatz an Material oder Masse ermöglichen, auch wenn bei diesen Verfahren nur eine geringe Aufkonzentrierung oder Ausbeute
- 20 erreicht wird.
- Dementsprechend ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung Verfahren und Vorrichtungen vorzuschlagen, die die im Stand der Technik existierenden Probleme überwinden, insbesondere in der Lage sind bei einem
- 25 Schüttgut aus vorwiegend metallischen Gegenständen zuverlässig, genau und mit vertretbarem Aufwand den aktuellen oder ursprünglichen Anteil an werthaltigen Gegenständen, insbesondere Metallen, zu bestimmen und/oder eine hochgradig effektive Aufkonzentrierung von weitgehend sortenreinen Fraktionen von Metallen, insbesondere Kupfer und/oder
- 30 Edelmetallen, zu erreichen, ohne dass dabei die Kosten oder Investitionen

zur Herstellung der Fraktionen die Vorteile bei der Weiterverwendung oder weiteren Aufbereitung der Fraktionen übersteigen.

5 Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Weiterhin wird diese Aufgabe mit einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 17 gelöst.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung, der Figuren, der Figurenbeschreibung und der
10 Unteransprüche. Grundsätzlich sollen verfahrensmäßig offenbarte Merkmale auch als Vorrichtungsmerkmale offenbart gelten und umgekehrt.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Behandlung von Schüttgut aus überwiegend metallischen Gegenständen umfasst dabei die folgenden
15 Verfahrensschritte:

Durchführen einer Vereinzelung von Gegenständen in einem Zuführschritt, wobei die Vereinzelung zu einem im Wesentlichen eindimensionalen Hintereinanderanordnung von Einzelteilen führt, die einen Mindestabstand
20 untereinander aufweisen, der bei einer gegebenen Zuführgeschwindigkeit einem zeitlichen Abstand entspricht, der von einem Analysesystem benötigt wird um einen Gegenstand zu analysieren.

Durchführen einer Röntgen-Fluoreszenzanalyse (XRF-Analyse) oder einer
25 laserinduzierten Plasmaspektroskopie (LIPS) mittels eines Analysesystems von vom Zuführschritt bereitgestellter einzelner Gegenstände in einem Analyseschritt.

Ermittlung der Materialzusammensetzung der einzelnen Gegenstände des
30 Analyseschritts in einem Auswertungsschritt.

Durchführen eines Weiterbehandlungsschritts, in dem die ermittelte Materialzusammensetzung der einzelnen Gegenstände als Grundlage der Weiterbehandlung dient.

- 5 Das erfindungsgemäße Verfahren beruht auf dem Grundgedanken, dass jeder einzelne Gegenstand, insbesondere jeder einzelne Metallgegenstand des Schüttgutes, einzeln analysiert wird. Dies stellt insofern eine Abkehr von bekannten Verfahren dar, da dadurch zwangsläufig der Durchsatz, nicht zuletzt durch die Analysegeschwindigkeit oder Analysefrequenz
- 10 des Analysesystems begrenzt wird. Trotzdem hat sich in unerwarteter Weise herausgestellt, dass je nach Einsatzbereich oder im Zusammenwirken mit entsprechend vorteilhaften Randbedingungen, dieses Verfahren, bei dem jeder einzelne Gegenstand, insbesondere jeder einzelne Metallgegenstand, analysiert und die Ergebnisse der Analyse zur Grundlage der
- 15 Weiterverarbeitung oder Weiterbehandlung gemacht wird, trotz des vergleichsweise hohen Aufwands sowohl bei der Durchführung des Verfahrens als auch im Hinblick auf die Investitionen der Anlagentechnik, überraschender Weise die Möglichkeit liefert mit noch vertretbarem Aufwand und vertretbaren Kosten einen derartigen Mehrwert zu generieren, dass dieser
- 20 Mehrwert für die weitere Behandlung oder Aufbereitung des Schüttguts den Aufwand oder die Kosten übersteigt.

- Der Grund hierfür liegt insbesondere darin, dass zwar einerseits die Vereinzelung der Gegenstände und die einzelne Analyse der Gegenstände
- 25 einen hohen Aufwand erforderlich macht und dabei den Durchsatz pro Zeiteinheit entsprechend reduziert und begrenzt, im Umkehrschluss aber die einmal vorgenommene Vereinzelung und das Wissen über die Zusammensetzung, insbesondere die Legierung der einzelnen Gegenstände, im Anschluss an die Analyse besonders vorteilhaft genutzt werden
- 30 kann, um eine effektive und effiziente Weiterbehandlung des Schüttguts zu ermöglichen.

Mit anderen Worten ausgedrückt bedeutet dies, dass die Erfindung in unerwarteter Weise erkannt hat, dass der intuitiv als viel zu hoch betrachtete Aufwand zur Vereinzelung und Einzelanalyse der Gegenstände erstaunlicher Weise im Nachgang zur Analyse besondere Vorteile im Hinblick auf die Weiterverarbeitung oder Weiterbehandlung auslöst und somit insgesamt gerechtfertigt ist oder vorteilhafter ist, als eine ungenauere Analyse, die in kürzerer Zeit mehr Teile oder eine größere Masse an Teilen analysiert, aber im Nachgang dazu das Analyseergebnis nicht ansatzweise so effektiv und vorteilhaft für die Weiterbehandlung eingesetzt werden kann.

Als Schüttgut, welches mit dem vorliegenden Verfahren behandelt wird, kommt grundsätzlich jedes Schüttgut aus überwiegend metallischen Gegenständen in Frage, bei dem grundsätzlich aufgrund seiner Herkunft mit einem entsprechenden Anteil an werthaltigen Gegenständen, insbesondere Edelmetallen, gerechnet werden kann. Zu derartigen Ausgangsmaterialien gehören unter anderem Schüttgut aus der Verwertung von Fahrzeugen oder Kraftfahrzeugen, Schüttgut aus Rückständen von thermischer Verwertung von Abfällen, Schüttgut aus vorwiegend metallischen Gegenständen aus der Dentalbranche, insbesondere aus Zahnarztpraxen, oder aus Schüttgut aus der Verwertung der Asche von Krematorien und viele weitere Arten von Schüttgütern aus überwiegend metallischen Gegenständen.

Bei der Durchführung der Vereinzelung in einem Zuführschritt soll die eindimensionale Hintereinanderanordnung so verstanden werden, dass einzelne Gegenstände im Wesentlichen hintereinander angeordnet sind. Insbesondere soll eine Verteilung von mehreren Gegenständen in einer Breitenrichtung – senkrecht zur Zuführrichtung – mit mehreren Gegenständen auf gleicher Höhe in Zuführrichtung vermieden werden. Gleichmaßen soll eine Anhäufung von mehreren Gegenständen übereinander – senk-

recht zur Zuführrichtung und senkrecht zur Breitenrichtung – verhindert werden. Eine gewisse Abweichung oder ein gewisser Versatz der einzelnen Gegenstände in Breitenrichtung kann dabei toleriert werden. Dies bedeutet mit anderen Worten ausgedrückt, dass die eindimensionale Hintereinanderanordnung nicht zwangsläufig eine derart exakte Ausrichtung der Gegenstände erfordert, dass die Gegenstände an sich oder deren Schwerpunkte in einer perfekten geraden Linie hintereinander angeordnet sind, sondern dass vielmehr die Gegenstände so vereinzelt sind, dass beim Erreichen des Analysesystems jeweils nur ein einzelner Gegenstand in den Analysebereich des Analysesystems gelangt und dort analysiert wird.

Dementsprechend ist auch der Abstand in Zuführrichtung oder der Mindestabstand in Zuführrichtung untereinander als Ergebnis der Vereinzelung gerade so gewählt, dass bei einer gegebenen Zuführgeschwindigkeit der Mindestabstand in Zuführrichtung so gewählt wird, dass jedes einzelne Teil oder jeder einzelne Gegenstand von dem Analysesystem analysiert werden kann. Rein beispielhaft und nicht limitierend bedeutet dies, dass wenn ein Analysesystem zehn Analysen pro Sekunde durchführen oder vornehmen kann, und der Zuführschritt eine Zuführgeschwindigkeit von 0,5 Metern pro Sekunde aufweist, die Vereinzelung entsprechend so ausgestaltet oder ausgeführt sein muss, dass zwischen benachbarten Gegenständen in Zuführrichtung mindestens 0,05 Meter oder 5 Zentimeter Mindestabstand eingehalten werden müssen.

Im erfindungsgemäßen Weiterbehandlungsschritt wird, wie oben bereits erwähnt, die im Auswertungsschritt bestimmte Materialzusammensetzung des einzelnen Gegenstands zur Grundlage der Weiterbehandlung gemacht. Dadurch kann in erfindungsgemäßer Weise eine zwar verhältnismäßig langsame aber hochpräzise und dem entsprechend effektive Weiterbehandlung der einzelnen Gegenstände erfolgen oder vorgenommen

werden, was wiederum insgesamt oder durch Extrapolation eine hochpräzise und dem entsprechend effektive Behalldung oder Weiterbehandlung des Schüttguts ermöglicht.

- 5 Gemäß einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass im Rahmen der Durchführung der Röntgen-Fluoreszenzanalyse (XRF-Analyse) oder der laserinduzierten Plasmaspektroskopie (LIPS) mittels eines Analysesystems eine Analyse der Einzelteile aus zwei im Wesentlichen entgegengesetzten, bevorzugt parallelen, Analyserichtungen
- 10 durchgeführt wird, so dass jedes Einzelteil von zwei Seiten analysiert wird. Es hat sich gezeigt, dass bei Teilen, die keine homogene Materialverteilung aufweisen die Ergebnisse des Analyseschritts deutlich besser und aussagekräftiger ausfallen, als bei einer Analyse aus lediglich einer Richtung. Besonders vorteilhaft kann bei einer Inspektion oder einer Analyse
- 15 aus zwei im Wesentlichen entgegengesetzten, bevorzugt parallelen, Richtungen auf Inhomogenität der Teile besonders gut eingegangen und die Materialzusammensetzung insgesamt sehr gut und zuverlässig ermittelt werden. Beispielsweise ist bei elektirschen Kontakten oder Kontaktstiften oder Kontaktpads ein Edelmetallgehalt nur von einer Seite oder auf einer
- 20 Hauptfläche liegend erkennbar.

- Eine entgegengesetzte, beidseitige Analyse kann beispielsweise dadurch ermöglicht werden, dass die Teile auf eine Fallstrecke überführt werden, auf der sich die Teile im freien Fall befinden. In diesem Zustand kann be-
- 25 sondern einfach von unterschiedlichen, insbesondere entgegengesetzten Richtungen gemessen oder analysiert werden. Dabei ist gegebenenfalls ein unterschiedliches Fallverhalten der Teile, im Wesentlich auf Grund unterschiedlicher Luftwiderstände, zu berücksichtigen, so dass sichergestellt wird, dass auch im freien Fall die benachbarten Teile den notwendigen Mindestabstand nicht unterschreiten. Um dies sicherzustellen, kann
- 30 im vorangehenden Vereinzelungsschritt zunächst ein Abstand der Einzel-

teile hergestellt oder eingestellt werden, der entsprechend größer ausfällt, als der Mindestabstand, um dann sicherzustellen, dass im freien Fall bis zu Analyse der Mindestabstand nicht unterschritten wird. Die Analyse kann entlang der Fallstrecke gleichzeitig oder hintereinander von den unterschiedlichen Seiten oder Richtungen ausgeführt werden.

Alternativ kann auch im Anschluss an die Vereinzelung der Einzelteile ein Transport der Einzelteile beim oder während des Passierens des Analysesystems vorgesehen sein, bei dem eine Transporteinrichtung eingesetzt wird, die für die Analysemethode oder die Analysestrahlung durchsichtig oder wenigstens weitestgehend transparent ist. Dies ermöglicht eine beidseitige, im Wesentlichen aus entgegengesetzten Richtungen durchgeführte Analyse der Einzelteile.

Weiter alternativ kann vorgesehen sein, dass zunächst eine erste Analyse aus einer ersten Richtung durchgeführt wird, und die Einzelteile dann zwangsgeführt gewendet, bevorzugt um 180° gewendet, werden und nach dem Wenden erneut analysiert werden. Dadurch kann die Analyserichtung in Bezug auf den Transport der Einzelteile unverändert bleiben und trotzdem eine Analyse aus zwei im Wesentlichen entgegengesetzten Richtungen erfolgen. Vorteilhaft kann die Führung der Einzelteile so ausgebildet sein, dass nach dem Wenden das gleiche Analysesystem verwendet wird, wie bei der Analyse vor dem Wenden. Um einen höheren Teiledurchsatz zu ermöglichen, kann aber auch vorgesehen sein, dass ein separates, bevorzugt nachgeordnetes, Analysesystem benutzt wird, um die Analyse der Einzelteile aus einer im Wesentlichen entgegengesetzten Richtung zu bewerkstelligen. Zum Wenden der Einzelteile kann beispielsweise ein sogenanntes Wenderad zum Einsatz kommen.

Die Erzeugung einer oder mehrerer im Wesentlichen eindimensionalen Hintereinanderanordnung von von Einzelteilen kann auch einen Überprü-

fungsschritt umfassen, bei dem der Abstand der Einzelteile nochmals vermessen wird und Einzelteile ausgeschleust, bevorzugt ausgeblasen werden, wenn der Mindestabstand unterschritten oder nicht eingehalten wird. Dies findet bevorzugt vor dem Analyseschritt statt. Es kann beispielsweise eine optische Prüfung des Abstands mit einem Kamerasystem im sichtbaren Spektrum durchgeführt werden. Es können aber auch andere Abstandsinspektionseinrichtungen verwendet werden. Die Ausschleusung kann beispielsweise über eine Druckluftdüse oder einen mechanischen Schieber erfolgen. Es können aber auch andere Austrageinheiten Verwendung finden. Die Ausgeschleusten Einzelteile werden bevorzugt in den Eingangsmaterialstrom, beispielsweise nach einem Vorsortierschritt, wieder eingeführt, um letztendlich doch noch analysiert zu werden.

Wie oben bereits angedeutet ist der verringerte Durchsatz auf Grund der Analyse eines jeden Gegenstands eines Schüttguts aus überwiegend metallischen Gegenständen eine Engstelle oder ein Flaschenhals des Durchsatzes für das gesamte Verfahren. Deshalb kann es besonders vorteilhaft sein, wenn zunächst oder ganz allgemein eine Vorsortierung des Schüttguts vorgenommen wird, die dann dem Verfahren zugeführt und analysiert wird. Im Vorsortierschritt kann zum Beispiel eine Entstaubung, also eine Aussortierung von Partikeln mit einer Größe von bis 4mm in wenigstens einer Raumrichtung erfolgen. Dies erleichtert auch die nachfolgende Analyse, da keine Kleinst- und Staubkörner das Ergebnis der Analyse beeinträchtigen oder verfälschen, sondern tatsächlich nur ein einzelner Gegenstand allein und für sich genommen, exklusiv analysiert wird.

Alternativ oder zusätzlich zu einer Vorsortierung kann auch vorgesehen sein, dass im Rahmen der Vereinzelung der Gegenstände nicht nur eine Hintereinanderanordnung von Gegenständen mit ansprechendem Mindestabstand erzeugt wird sondern eine Vielzahl solcher Hintereinanderanordnungen, die bevorzugt parallel zueinander verlaufen oder ausgerichtet

sind, generiert werden, wobei jede Anordnung von Gegenständen den entsprechenden Mindestabstand der einzelnen Gegenstände einhält. Dies kann beispielsweise durch die Kombination von Weichen/Spitter und Vereinzelungseinrichtungen ermöglicht werden. Dadurch kann besonders vorteilhaft der Durchsatz des Verfahrens vervielfacht werden.

In diesem Zusammenhang kann besonders vorteilhaft vorgesehen sein, dass das Analysesystem über eine Vielzahl von Messsonden verfügt, die jeweils einer Hintereinanderanordnung von Gegenständen zugeordnet sind und jeweils im Rahmen der Ermittlung der Materialzusammensetzung die einzelnen Gegenstände analysieren. Besonders vorteilhaft, besonders beim Einsatz einer Anregungs- oder Strahlungsquelle eines Analysesystems kann zudem vorgesehen sein, dass eine einzige oder gemeinsame Anregungs- oder Strahlungsquelle genutzt wird und die Reaktion oder Wechselwirkung mit den Gegenständen über die jeweilige Messsonde erfasst und/oder weitergeleitet wird. Durch die vorgenannten Ausgestaltungen wird besonders vorteilhaft der Durchsatz des Verfahrens um ein Vielfaches gesteigert, ohne erheblichen Mehraufwand bei der Anlagen- und Verfahrenstechnik zu verursachen.

Im Rahmen einer vorteilhaften Ausführungsform kann im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen sein, dass ein Vorsortierschritt vor dem Analyseschritt, insbesondere vor der Vereinzelung der Gegenstände, durchgeführt wird, bei dem ein Teil des Schüttguts aussortiert wird und nicht dem Analysesystem zugeführt wird. Ein Vorsortierschritt kann besonders dann oder immer dann sinnvoll sein, wenn das erfindungsgemäße Verfahren nicht mit dem Ziel betrieben wird im Weiterbehandlungsschritt auch eine möglichst genaue Kenntnis über die Gesamtzusammensetzung oder durchschnittliche Zusammensetzung des Schüttguts zu erhalten, sondern wenn im Weiterbehandlungsschritt ein Aufkonzentrieren oder Aussortieren vorwerthaltigen, insbesondere edelmetallhaltigen

und/oder kupferhaltigen, Gegenständen als Ziel der Weiterbehandlung oder als Teil der Weiterbehandlung vorgenommen werden soll. Denn in diesen genannten Anwendungsfällen, ist ein Vorsortierschritt sinnvoll, um die Menge oder die Masse des anschließend zu vereinzeln und zu analysierenden Materialstroms zu verringern, wobei voraussichtlich oder sicher nicht werthaltige Gegenstände in der Vorsortierung aussortiert werden können.

Der Vorsortierschritt kann entweder in den sonstigen Verfahrensablauf, beispielsweise im Zuführschritt vor der Vereinzelung, integriert werden, es ist aber auch durchaus vorteilhaft möglich den Vorsortierschritt räumlich und zeitlich getrennt, insbesondere räumlich ausgelagert und/oder zeitlich vorgelagert zu den sonstigen Verfahrensschritten durchzuführen. Dies bedeutet, dass die Vorsortierung gegebenenfalls auch auf einer anderen Maschine und/oder zeitlich getrennt durchgeführt werden kann.

Gemäß einer vorteilhaften Variante des Vorsortierschritts kann vorgesehen sein, dass in diesem eine optische Analyse der Gegenstände durchgeführt wird. Beispielsweise können für diese optische Analyse Abbildungs- oder Kamerasysteme zum Einsatz kommen, die beispielsweise im sichtbaren Spektrum oder in daran angrenzenden Spektralbereichen des elektromagnetischen Spektrums nutzen, um die Gegenstände der Schüttung oder des Schüttguts zu analysieren und auf Grundlage der Analyse eine Sortierung im Vorsortierschritt durchzuführen. Bevorzugt kann vorgesehen sein, dass die optische Analyse jeweils mehrere Gegenstände gleichzeitig erfasst und/oder analysiert. Dies bedeutet mit anderen Worten ausgedrückt, dass die optische Analyse bevorzugt nach der Vereinzelung der Gegenstände stattfinden kann, wobei bevorzugt optische Abbildungen von mehreren Gegenständen des Schüttguts gleichzeitig erzeugt werden und die Abbildungen der Gegenstände optisch analysiert oder ausgewertet werden, wobei dann im Anschluss an die Analyse oder die Auswertung

der optischen Abbildung Teile, die aussortiert werden sollen, insbesondere Teile die als Schlechtheile oder nicht werthaltige Teile identifiziert wurden, aus dem Schüttgut, beispielsweise aus einem Massenstrom eines Schüttguts entfernt, bevorzugt mittels Druckluft ausgeblasen werden.

5

- Gemäß einer weiteren, besonders vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass die optische Analyse eine Formerkennung und/oder Farberkennung umfasst. Gemäß dieser Ausführungsform kann mit dem Abbildungssystem der optischen Analyse ebenfalls die
- 10 Aufnahme von Abbildungen der Gegenstände vorgesehen sein, wobei dann die Auswertung oder die Analyse der Abbildungen in der, nach Möglichkeit vollautomatischen, Erkennung von bestimmten Formen und/oder Farben bestehen kann. So kann beispielsweise die Erkennung von technischen Teilen, beispielsweise Drahtstücken, Nägeln, Schrauben oder Unterlegscheiben, anhand ihrer Form durchgeführt werden. Auch eine Erkennung von Münzen, beispielsweise aber nicht ausschließlich runde, sechseckige oder zwölfckige Münzen, können auf Grund Ihrer Form erkannt werden. Entsprechende Verfahren, insbesondere Softwareverfahren zur automatischen Erkennung vorgegebener Formen sind im Stand der
- 20 Technik aus verschiedenen Bereichen bekannt. Bevorzugt aber keinesfalls zwingend können solche Verfahren auf der Grundlage von künstlicher Intelligenz oder neuronaler Netzwerke aufgebaut sein, um die Formerkennung kontinuierlich zu verbessern.
- 25 Für die Farberkennung kann beispielsweise eine Spektralanalyse der jeweils aufgenommenen Abbildungen der Gegenstände durchgeführt werden. Für eine Farberkennung im sichtbaren Spektrum des elektromagnetischen Spektrums ist dem entsprechend besonders vorteilhaft ein Abbildungs- oder Kamerasystem vorzusehen, welches die Gegenstände zu-
- 30 mindest auch im sichtbaren Bereich abbildet. Für andere optische Analysen kann aber auch ein Abbildungssystem vorteilhaft sein, welches dar-

über hinaus, beispielsweise im Infrarotbereich oder im UV-Bereich arbeitet und entsprechende Abbildungen in diesen Spektralbereichen erzeugt und für eine Auswertung oder Analyse zur Verfügung stellt.

- 5 Gemäß einer weiteren, ebenfalls vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass im Vorsortierschritt eine Größenfraktionierung des Schüttguts, durchgeführt wird und wenigstens eine Größenfraktion, insbesondere eine Feinstfraktion, nicht dem Analysesystem zugeführt wird. Die Feinstfraktion kann beispielsweise Teile oder Einzelteile
- 10 enthalten, die in wenigstens einer Raumrichtung eine Abmessung von bis zu 4mm, bevorzugt von weniger als 2mm, aufweisen. Die Größenfraktionierung kann stationär erfolgen, ohne dass dabei die Gegenstände auf das Analysesystem zu transportiert werden. Die Größenfraktionierung kann jedoch vorteilhaft auch während eines Transports der Gegenstände,
- 15 beispielsweise im Rahmen des Zuführschritts, besonders bevorzugt vor der Vereinzelung der Gegenstände, durchgeführt oder vorgenommen werden. Die Größenfraktionierung kann alternativ oder zusätzlich zu einer Feinstfraktion besonders bevorzugt auch eine Abseparierung von großen Teilen, insbesondere Langteilen, umfassen. Die so hergestellte Grobkorn-
- 20 fraktion kann beispielsweise Teile oder Einzelteile enthalten, die in wenigstens einer Raumrichtung eine Abmessung von über 35mm aufweisen. Eine Feinstfraktion kann besonders bevorzugt direkt oder unmittelbar einer Verhüttung zugeführt werden, ohne dass zunächst die Materialzusammensetzung ermittelt und eine Weiterbehandlung durchgeführt wird.
- 25 Eine etwaig erstellte Größenfraktion mit besonders großen Teilen und/oder Langteilen kann besonders vorteilhaft aussortiert werden und dementsprechend nicht oder zumindest zunächst dem Analysesystem zugeführt werden. Es kann jedoch vorteilhaft vorgesehen sein, dass die Aufgabe der großen und oder langen Teilen so erfolgt, dass die sonstigen
- 30 Teile der Vorrichtung und Schritte des Verfahrens nicht negativ beeinflusst

werden. So kann beispielsweise eine eigene Zuführeinrichtung für die großen Teile oder Langteile vorgesehen sein, die die Teile direkt dem Analysesystem bzw. dem Analyseschritt zuführt. Alternativ kann eine solche Zufuhr auch durch eine händische Aufgabe solcher Teile erfolgen.

5

Für die Durchführung des Vorsortierschrittes kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass auszusortierende Teile oder Einzelteile über Druckluftdüsen und/oder Druckluftstöße ausgeblasen werden oder mittels Schieber oder Stößel ausgeschleust werden.

10

In einer weiteren, besonders bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass in einem Wägeschritt das Gewicht oder die Masse von vereinzelter Gegenständen des Schüttguts bestimmt wird, wobei der Wägeschritt bevorzugt nach der Vereinzelung der Gegenstände im Zuführschritt durchgeführt wird. Diese Ausführungsform des Verfahrens ist vor allem dann von besonderer Bedeutung, wenn die Weiterbehandlung der Gegenstände auch die Ermittlung der Werthaltigkeit der Gegenstände, bevorzugt für das gesamte Schüttgut oder eine unspezifisch erstellte Stichprobe des Schüttguts betrifft oder umfasst. Denn dann ist zusätzlich zur Kenntnis über die Materialzusammensetzung der einzelnen Gegenstände auch die dazugehörige Masse oder das dazugehörige Gewicht der jeweiligen Gegenstände von essentieller Bedeutung für die Bestimmung des Wertes oder der Werthaltigkeit.

15

20

25

30

Grundsätzlich kann aber auch bei anders gearteten Weiterbehandlungen der Wägeschritt, bevorzugt nach der Vereinzelung der Gegenstände im Zuführschritt die Weiterbehandlung der Gegenstände erleichtern und/oder beeinflussen, verbessern oder als Kontrollkriterium dienen. So könnte beispielsweise vorgesehen sein, dass der Wägeschritt als Plausibilisierung der ermittelten Materialzusammensetzung durchgeführt wird. Dabei kann gegebenenfalls auch ein Ergebnis einer optischen Analyse der Gegen-

stände berücksichtigt werden, um eine Abschätzung anzustellen, ob bei der optisch ermittelten Form oder dem optisch ermittelten Volumen und der gemessenen Masse oder dem gemessenen Gewicht die ermittelte Legierungszusammensetzung oder Legierung plausibel erscheint.

5

Es kann alternativ oder zusätzlich auch vorgesehen sein, dass die Wägung differenziell erfolgt, indem beispielsweise in einem Auffang- oder Sammelbehälter für Gegenstände, die das Verfahren durchlaufen haben das Gesamtgewicht und dessen Änderung überwacht und/oder gemessen wird, wobei über eine Weg-Zeit Korrelation zwischen dem Zeitpunkt der Analyse des Gegenstandes und der Veränderung des Gewichts des Behälters samt Inhalt auf das Einzelgewicht eines jeden analysierten Gegenstandes geschlossen werden kann. Dies erleichtert die konstruktive Umsetzung der Wägung, da die Gegenstände nicht während eines Transports, sondern erst nach Abschluss eines Transports, gegebenenfalls mit einer klassischen Waage vermessen werden können.

Gemäß einer weiteren, besonders vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens kann zudem vorgesehen sein, dass im Weiterbehandlungsschritt die Berechnung und/oder Hochrechnung oder Extrapolation einer Schüttguteigenschaft vorgenommen wird, wobei bevorzugt bei der Berechnung eine Verknüpfung der im Auswertungsschritt ermittelten Materialzusammensetzung der einzelnen Gegenstände mit dem ermittelten Gewicht oder der ermittelten Masse der jeweiligen Gegenstände vorgenommen wird. Wie vorangehend bereits skizziert, kann eine besonders vorteilhafte Weiterbehandlung auch in der Feststellung des Werts oder der Wertigkeit des Schüttguts oder einer unspezifisch hergestellten Stichprobe des Schüttguts bestehen. In diesem Fall kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren in besonders effektiver Weise eine sehr exakte Bestimmung der Wertigkeit des analysierten Schüttguts oder einer Stichprobe einer größeren Menge eines Schüttguts ermittelt werden, in dem für jeden einzelnen

Gegenstand, der vom Analysesystem auf seine Zusammensetzung, insbesondere auf seine Materialzusammensetzung hin untersucht wird, die Masse oder das Gewicht ermittelt wird, sodass daraus im Weiterbehandlungsschritt für jeden einzelnen Gegenstand eine Einzelwertigkeit ermittelt werden kann, beispielsweise auf der Grundlage von Rohstoffpreisen einschließlich Abschlägen für die evtl. noch notwendige nachfolgende Aufbereitung, insbesondere Aufkonzentrierung und dem ermittelten Gewicht oder der ermittelten Masse eines Gegenstandes einschließlich der relativen Zusammensetzung anhand der Erkenntnis über die Materialzusammensetzung .

So kann insgesamt eine Wertigkeit der analysierten Stichprobe exakt als Summe der Einzelwertigkeit und/oder eine Wertigkeit des gesamten in Summe nicht analysierten Schüttguts als Hochrechnung oder Extrapolation bezogen auf die Gesamtgröße des Schüttguts und die anteilige Größe der Stichprobe als Teil des Weiterbehandlungsschrittes vorgesehen werden. Dabei kann in einer vorteilhaften Ausgestaltung vorgesehen sein, dass die Berechnung der Schüttguteigenschaft, bevorzugt der Schüttgutwertigkeit auf der Grundlage der Wertigkeit von einzelnen Gegenständen die gesamte Weiterbehandlung im Weiterbehandlungsschritt darstellt. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass zusätzlich zu der Bestimmung der Eigenschaft des Schüttguts über die Berechnung von Eigenschaften der vereinzelter Gegenstände weitere Weiterbehandlungen im Weiterbehandlungsschritt durchgeführt oder vorgenommen werden. So kann beispielsweise zur Plausibilisierung oder zur optischen Darlegung der ermittelten und/oder berechneten Eigenschaft des Schüttguts zusätzlich auch eine Fraktionierung der Gegenstände auf der Basis der ermittelten Legierungen oder Legierungszusammensetzungen als Teil des Weiterbehandlungsschritts durchgeführt werden.

30

- Eine weitere, besonders vorteilhafte Ausführungsform sieht in diesem Zusammenhang vor, dass das zugeführte und/oder analysierte Schüttgut als eine Stichprobe aus einer größeren Materialmenge gewonnen wird. Bei einer solchen Stichprobe kann mit einer verhältnismäßig geringen Restunsicherheit davon ausgegangen werden, dass die durchschnittliche Zusammensetzung der Stichprobe im Wesentlichen der durchschnittlichen Zusammensetzung des gesamten Schüttguts oder der gesamten Materialmenge entspricht.
- 5
- 10 Dadurch kann, wie eingangs bereits erwähnt, der limitierte Material- oder Mengendurchsatz des vorliegenden Verfahrens größtenteils kompensiert werden, wobei die sehr präzise und genaue Kenntnis der Zusammensetzung der Stichprobe bei einer Extrapolation der ermittelten Zusammensetzung der einzelnen Gegenstände auf die Gesamtmenge oder das gesamte Schüttgut im Rahmen des Weiterbehandlungsschrittes eine deutlich bessere und genauere Vorhersage über die Gesamtmenge, insbesondere über die Werthaltigkeit der Gesamtmenge erlaubt, als wenn die Gesamtmenge oder eine deutlich größere Stichprobe der Gesamtmenge des Schüttguts mit einem weniger genauen Verfahren auf seine Wertigkeit hin untersucht oder gar ohne jegliche Untersuchung lediglich abgeschätzt wird. Die möglichst genaue Kenntnis über eine Zusammensetzung eines Schüttguts aus im Wesentlichen metallischen Gegenständen ist aber, wie oben bereits ausgeführt, von grundlegendem und großem Interesse, da daraus abgeleitet werden kann, ob eine wirtschaftliche Weiterverarbeitung mit dem Ziel der Rückgewinnung von Rohstoffen sinnvoll und möglich ist.
- 15
- 20
- 25
- 30 In einer weiteren, besonders bevorzugten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass Schüttgut, insbesondere eine Stichprobe, mit einem Gewicht von wenigstens 500 kg in dem Zuführschritt zugeführt wird. Eine derartige Größe des Schüttguts kann einerseits mit dem erfindungsgemäßen Verfahren in einer noch annehmbaren Zeitspanne, beispielsweise

über Nacht oder innerhalb von sechs bis zehn Stunden, analysiert werden und hat gleichzeitig eine ausreichende Größe, um als repräsentativ für eine deutlich größere Menge von Schüttgut, beispielsweise Schüttgut mit einem Gewicht von bis 20 t, angesehen zu werden.

5

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass im Weiterbehandlungsschritt eine Sortierung von Gegenständen in wenigstens drei Fraktionen auf der Grundlage der im Auswertungsschritt ermittelten Materialzusammensetzung der einzelnen Gegenstände durchgeführt wird. Vorteilhaft können deutlich mehr als drei Fraktionen, insbesondere beliebig viele Fraktionen auf der Grundlage der ermittelten Legierungen oder Legierungszusammensetzungen der einzelnen Gegenstände durchgeführt werden. Dies ist ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens. Denn nachdem die Materialzusammensetzung im Analyseschritt und Auswertungsschritt erfasst und/oder ermittelt wurde und zudem die einzelnen Gegenstände bereits im Zuführschritt entsprechend vereinzelt wurden, kann im Nachgang zum Analyseschritt, insbesondere im Hinblick auf den Materialfluss eine grundsätzlich unbegrenzte Anzahl an Fraktionen hergestellt werden.

20

Vorteilhaft werden zumindest die Schwermetalle Kupfer (Cu), Zink (Zn), Zinn (Sn), nickelhaltige Metalle und Blei (PB) in einer oder mehrere Fraktionen fraktioniert. Aluminium (Al) kann dadurch ausgeschleust werden, dass alle anderen Fraktionen abgetrennt werden und Aluminium zurück bleibt.

25

Beispielsweise kann über mit Druckluft betätigten Ausschleuse- oder Ausblaseeinrichtungen oder über mechanisch betätigte Schiebereinrichtungen eine Fraktionierung hergestellt werden, wobei die Anzahl der Fraktionen nur durch die Anzahl der Ausschleuseeinrichtungen beschränkt oder limitiert werden. Wenn die Ausschleuseeinrichtungen, beispielsweise entlang

30

einer Transporteinrichtung angeordnet sind, die die vereinzelter Gegenstände nach dem Analyseschritt weitertransportiert, kann an der jeweils gewünschten Stelle das Austragen des jeweils einzelnen Gegenstands sicher und zuverlässig erfolgen, wobei nur wenige Limitierungen bezüglich
5 der Länge der Transporteinrichtung existieren.

Damit wird eine besonders große Effizienzsteigerung des erfindungsgemäßen Verfahrens gegenüber klassischen oder bekannten Verfahren erreicht, die lediglich eine Trennung in zwei Fraktionen pro Durchgang oder
10 pro Schuss ermöglicht, denn bei derartigen Verfahren müssen zur Herstellung oder Aussortierung entsprechend vieler Fraktionen entsprechend viele Durchläufe oder Schüsse durchgeführt werden. Somit kann die Vereinzelung und Hintereinanderanordnung der einzelnen Gegenstände, und deren individuelle Analyse und Auswertung im Nachgang, insbesondere
15 im Weiterbehandlungsschritt, den limitierten Mengen- oder Teiledurchsatz gegenüber anderen Verfahren überraschenderweise kompensieren oder sogar überkompensieren.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform kann beispielsweise vorgesehen
20 sein, dass eine Sortierung von unterschiedlichen erkennbaren oder erkannten Metallen, bevorzugt Edelmetallen und/oder einer Schwermetallfraktion im Rahmen des Weiterbehandlungsschritts vorgenommen wird. Es kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass beispielsweise jeder Fraktion eine Position und eine Ausschleuse- oder Austrageeinrichtung, beispielsweise
25 eine druckluftbetätigte Düsenanordnung, entlang einer Transporteinrichtung zugeordnet ist, wobei auf der Grundlage der im Auswertungsschritt ermittelten Materialzusammensetzung und korreliert über die Transportgeschwindigkeit der Transporteinrichtung die Ausschleuse- oder Ausblaseeinrichtung in dem Zeitpunkt aktiviert und der entsprechende Gegenstand von der Transporteinrichtung ausgetragen wird, wenn dieser die
30 entsprechende Position der Fraktion oder den Austragungspunkt der be-

- sagten Fraktion entlang der Transporteinrichtung erreicht hat. Bevorzugt kann bei Gegenständen mit einer Materialzusammensetzung, die unterschiedlichen Fraktionen zuzuordnen wären, abermals die genaue Kenntnis über die Zusammensetzung des Auswertungsschritts genutzt werden,
- 5 um eine möglichst passende Zuordnung, beispielsweise anhand des relativen oder mengenmäßigen Anteils der jeweils zur fraktionierenden Stoffe oder Metalle, erfolgen, sodass die erzeugten Fraktionen jeweils bereits eine sehr hohe Aufkonzentration des entsprechend zu fraktionierenden Rohstoffs enthalten und somit zur Weiterverwendung, insbesondere
- 10 Rückgewinnung der reinen Rohstoffe nur noch wenig Aufwand betrieben werden muss oder die in der Regel pro Masse oder pro Menge berechneten, einzusetzenden Aufwendungen und Investitionen zur Rückgewinnung der Ressourcen oder Rohmaterialien aufgrund der hohen Aufkonzentration vergleichsweise gering ausfallen.
- 15
- Gemäß einer weiteren, besonders vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass in dem Weiterbehandlungsschritt sortierte Fraktionen einer Verhüttung zugeführt werden. Dabei ist es abermals besonders vorteilhaft, wenn die einzelnen Sorten von Gegenständen bereits sortiert in unterschiedlichen Fraktionen vorliegen, was bei dem erfindungsgemäßen Verfahren aufgrund der Vereinzelung und der genauen
- 20 Kenntnis über die Zusammensetzung der einzelnen Gegenstände besonders leicht und effektiv möglich ist.
- 25 Eine weitere, besonders vorteilhafte Ausführungsform des Verfahrens sieht vor, dass das Schüttgut aus den Verwertungsrückständen einer thermischen Müllverwertung, insbesondere Müllverbrennung, gewonnen wird. In der thermischen Müllverwertung wird als Verwertungsrückstand im Wesentlichen Schlacke generiert, die ihrerseits wiederum Metallanteile
- 30 aufweist. Beispielsweise kann in einer dem Verfahren vorgeschalteten Auslese oder Sortierung ein Metallkonzentrat aus der Müllverbrennungs-

schlacke generiert werden, welches dann dem erfindungsgemäßen Verfahren zugeführt werden kann. In einem derartigen Verfahren kann es besonders vorteilhaft sein, wenn im Zuführschritt oder vor dem Zuführschritt bereits eine Sortierung oder Aussortierung von nicht wertigen oder nicht
5 werthaltigen Gegenständen erfolgt.

Da die metallischen Rückstände der thermischen Müllverwertung u.a. auch verhältnismäßig viele Münzen aufweisen, deren Geldwert größer ist, als der Materialwert der Metalle der Münzen, kann das Verfahren auch
10 oder ausschließlich dazu genutzt werden Münzen weiterzuverarbeiten und insbesondere zu sortieren. Diese Münzsortierung können bevorzugt auch zusätzlich zu sonstigen Metallfraktionierung, beispielsweise Edelmetallfraktionierung im Weiterbehandlungsschritt als einzelne Fraktionierung betrieben werden. Hier ist abermals der oben bereits erwähnte Vorteil
15 nützlich, dass der Weiterbehandlung eine genaue Kenntnis über jeden einzelnen Gegenstand zugrunde gelegt werden kann und durch die so- wieso bestehende Vereinzelung der Teile eine schier unendliche Anzahl einzelner Fraktionen in der Weiterbehandlung problemlos sortierbar oder erzeugbar ist.

20 Besonders bevorzugt kann bereits vorgesehen sein, dass einzelne Münztypen, besonders bevorzugt Münzen mit einer maximalen relativen Häufigkeit als einzelne Fraktionen aussortiert werden. Alternativ oder zusätzlich kann auch vorteilhaft vorgesehen werden, dass die Münzen nach ihrer
25 Herkunft sortiert in einzelnen Fraktionen sortiert oder ausgetragen werden. Dies wird dadurch ermöglicht, dass einzelne Typen von Münzen eine im Wesentlichen individuelle Zusammensetzung aufweisen, die im Analyse- schritt und Auswertungsschritt ermittelt und durch Abgleich mit entsprechenden Datenbanken zugeordnet werden kann, sodass das erfindungs-
30 gemäße Verfahren in besonders vorteilhafter Weise ermöglicht, dass, gegebenenfalls zusätzlich zu sonstigen Fraktionen, im Weiterbehandlungs-

schritt Fraktionen erzeugt werden, die nicht nur ein Münzkonzentrat darstellen, sondern bereits eine Vorsortierung der Münzen nach Typ/Art und/oder Herkunft ermöglichen.

- 5 Bei einer derartigen Ausgestaltungsform kann besonders vorteilhaft vorgesehen sein, dass auch Informationen zu den einzelnen Gegenständen aus einer optischen Analyse, insbesondere im sichtbaren Bereich die Weiterbehandlung im Weiterbehandlungsschritt beeinflussen oder mitverursachen. In diesem Fall kann die optische Analyse bevorzugt nach der Ver-
10 einzelung der Gegenstände durchgeführt werden.

- In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsvariante des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass das Schüttgut aus der Verwertung von Kraftfahrzeugen gewonnen wird. Auch in diesem Fall können in vorteilhafter Weise
15 zusätzlich oder alternativ zu Schwermetallfraktionen und/oder Edelmetallfraktionen Münzen, wie vorangehend beschrieben, aussortiert und aufkonzentriert werden.

- In einer ebenfalls vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass das Schüttgut aus der Verwertung von Dentalabfallstoffen gewonnen wird. Diese Dentalabfallstoffe, mitunter auch als Dental-
20 schrott bezeichnet, können durch das erfindungsgemäße Verfahren auch deshalb besonders effektiv weiterverarbeitet werden, weil im Analyseschritt auch unterhalb einer Oberfläche liegende metallische Anteile oder
25 Metallbestandteile eines Gegenstands ermittelt und auf ihre Zusammensetzung hin geprüft und/oder ausgewertet werden. Denn in dem Dentalschrott sind mitunter viele Gegenstände mit metallischen Inlays oder metallischen Füllungen enthalten, die beispielsweise bei einer oberflächlichen, insbesondere optischen Analyse, nicht als metall-, edel- oder wert-
30 haltig erkannt werden würden.

Die oben genannte Aufgabe wird auch mit einer Vorrichtung zur Behandlung von Schüttgut aus überwiegend metallischen Gegenständen gelöst, die eine Vereinzelungseinrichtung aufweist, die auf oder entlang einer Zuführeinrichtung eine Vereinzelung der Gegenstände herstellt, sodass ein Mindestabstand der Gegenstände untereinander eingehalten wird, der bei einer gegebenen Zuführgeschwindigkeit der Zuführeinrichtung einem zeitlichen Abstand entspricht, der von einem Analysesystem benötigt wird, um einen Gegenstand zu analysieren, wobei die Vorrichtung ferner ein solches Analysesystem zur Durchführung einer Röntgen-Fluoreszenzanalyse oder einer laserinduzierten Plasmaspektroskopie aufweist und wobei die Vorrichtung ferner Auswertemittel aufweist, um anhand der im Analyseschritt gewonnenen Informationen über die Gegenstände die Materialzusammensetzung der einzelnen Gegenstände zu ermitteln, und wobei die Vorrichtung ferner Weiterbehandlungsmittel umfasst, mit denen die einzelnen Gegenstände auf der Grundlage der ermittelten Materialzusammensetzung weiterbehandelt werden.

Die Vereinzelung kann beispielsweise mit einer gesteuerten, mechanischen Hürde erreicht werden, die von einer Lichtschranke oder einem sonstigen Steuerungsmechanismus angesteuert wird. Auch andere Vereinzelungseinrichtungen können zum Einsatz kommen.

Die Erfindung wird nachfolgend mit Bezug zu den, lediglich schematischen und beispielhaften Zeichnungen von Ausführungsbeispielen erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1: ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens in einer ersten Ausführungsform;

Fig. 2: ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens in einer zweiten Ausführungsform;

5 Fig. 3: eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens in einer dritten Ausführungsform;

10 Fig. 4a: eine schematische Darstellung eines Analyseschritts von vier Reihen von hintereinander angeordneten Gegenständen;

Fig. 4b: eine schematische Darstellung eines Analyseschritts von vier Reihen von hintereinander angeordneten Gegenständen aus zwei im Wesentlichen entgegengesetzten Richtungen.

15

Die Fig. 1 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens mit einem ersten Bereitstellungsschritt S1. In diesem Bereitstellungsschritt kann ein Schüttgut bereitgestellt oder angeliefert werden. Im Verfahren der Ausführungsform der Fig. 1 soll die Zielsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens darin bestehen, dass die Wertigkeit oder Werthaltigkeit des Schüttguts an sich zu bestimmten oder zumindest mit hoher Genauigkeit und/oder Verlässlichkeit vorherzusagen, wobei diese Vorhersage, Bestimmung und/oder Berechnung im Wesentlichen in einem nachfolgend noch beschriebenen Weiterbehandlungsschritt erfolgt.

25

Um die Beschränkung des Mengen- oder Massendurchsatzes durch die Vereinzelung der einzelnen Gegenstände und Analyse der einzelnen Gegenstände aufzuwiegen oder zu kompensieren wird in einem zweiten Verfahrensschritt, der als Stichprobenherstellungsschritt S2 ausgebildet ist, aus dem Schüttgut eine Stichprobe erstellt.

30

- Die Verfahrensschritte S1 und S2 können für sich und/oder in Kombination entweder unmittelbar vor den nachfolgenden Verfahrensschritten ausgeführt werden oder aber auch mit einem deutlichen zeitlichen Abstand zu den nachfolgenden Verfahrensschritten ausgeführt werden. So kann beispielsweise eine erstellte Probe oder Stichprobe ohne weiteres mehrere Stunden, Tage oder gar Wochen bevorratet werden, ohne dass dadurch ein Einfluss, insbesondere ein negativer Einfluss auf die nachfolgenden Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgeübt werden.
- 5
- 10 Auch eine räumliche Trennung der Schritte S1 und S2 von anderen Schritten des Verfahrens ist durchaus möglich.

- Im anschließenden Zuführschritt S3 können die Gegenstände der Schüttung oder des Schüttguts grundsätzlich auf oder in Richtung auf ein Analysesystem zugeführt werden. Dies kann durch geeignete Transporteinrichtungen, wie beispielsweise Transportbänder, Förderbänder oder Vibrorinne erfolgen. In diesem Zuführschritt S3 kann als weiterer Verfahrensschritt ein Vereinzelungsschritt S3.1 ausgeführt werden, wobei der Vereinzelungsschritt S3.1 zu einer Vereinzelung einer im Wesentlichen eindimensionalen Hintereinanderanordnung von Einzelteilen führt, die einen Mindestabstand untereinander aufweisen, der bei einer gegebenen Zuführgeschwindigkeit einem zeitlichen Abstand entspricht, der von einem Analysesystem benötigt wird, um einen einzelnen Gegenstand zu analysieren.
- 15
- 20

- 25 In einem anschließenden Verfahrensschritt, der sich an den Zuführschritt S3 und die im Rahmen des Zuführschritts S3 ausgeführte Vereinzelung im Vereinzelungsschritt S3.1 anschließt, wird ein Analyseschritt S4 durchgeführt, in dem mittels Röntgen-Fluoreszenzanalyse oder einer laserinduzierten Plasmaspektroskopie die einzeln zugeführten Gegenstände analysiert werden. Die im Analyseschritt gewonnen Daten betreffend die Mate-
- 30

rialzusammensetzung können in Datenverarbeitungsanlagen gespeichert oder zwischengespeichert werden. Der Analyseschritt S4 kann eine zweifache Analyse eines Einzelteils aus zwei im Wesentlichen entgegengesetzten Richtungen umfassen, um auch für inhomogene Einzelteile die

5 Materialzusammensetzung möglichst gut und zuverlässig bestimmen zu können.

Im Anschluss an den Analyseschritt S4 kann sich besonders vorteilhaft der Auswertungsschritt S5 anschließen. Im Auswertungsschritt S5 wird die

10 Materialzusammensetzung der einzelnen mit dem Analysesystem im Analyseschritt analysierten Gegenstände ermittelt oder bestimmt. Dazu können die gespeicherten oder zwischengespeicherten Daten des Analyseschritts S4 herangezogen werden.

15 Der Auswertungsschritt S5 kann wie in dem Ablaufdiagramm bildlich auch skizziert parallel zu weiteren Schritten und insbesondere unabhängig vom Materialfluss nach dem Analyseschritt S4 ausgeführt werden. Dementsprechend kann beispielsweise vorgesehen sein, dass parallel zum Auswertungsschritt S5 im Rahmen eines Weitertransports der analysierten

20 und vereinzelt Gegenstände oder Teile ein Wägeschritt S6 durchgeführt wird, in dem die einzelnen Teile gewogen oder die Masse der einzelnen Teile bestimmt wird. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass der Wägeschritt S6 nicht nach dem Analyseschritt S4 und/oder parallel zum Auswertungsschritt S5 erfolgt, sondern dass der Wägeschritt S6 im Rahmen

25 des Zuführschritts S3, besonders bevorzugt im Anschluss an den Vereinzelungsschritt S3.1 und vor dem Analyseschritt S4 ausgeführt oder durchgeführt wird, während die schon vereinzelt Gegenstände auf das Analysesystem zubefördert oder zugeführt werden. Alternativ oder zusätzlich kann auch eine differenzielle Wägung der Einzelgegenstände durch einer

30 fortlaufende Wägung am Ende des Verfahrens in einem Auffang- oder Sammelbehälter stattfinden, wobei dann die Zeitdifferenz zwischen dem

Analysieren des Gegenstands und dem Auftreffen im Behälter berücksichtigt werden muss.

Ein weiterer Verfahrensschritt S7 stellt den Weiterbehandlungsschritt dar.

- 5 In diesem Weiterbehandlungsschritt wird die ermittelte Materialzusammensetzung der einzelnen Gegenstände als Resultat des Auswertungsschritts S5 als Grundlage für die Weiterbehandlung herangezogen. Im Beispiel oder in der Ausführungsform der Fig. 1 kann vorgesehen sein, dass neben der ermittelten Materialzusammensetzung der einzelnen Gegenstände gemäß Auswertungsschritt S5 auch das Gewicht oder die
- 10 Masse der einzelnen Gegenstände gemäß Wägeschritt S6 bei der Weiterbehandlung herangezogen wird und im Weiterbehandlungsschritt S7 die Berechnung einer Schüttguteigenschaft vorgenommen wird. Insbesondere wird die Berechnung durch eine Verknüpfung der ermittelten Materialzusammensetzung in Verbindung mit dem ermittelten Gewicht oder der er-
- 15 mittelten Masse der jeweiligen Gegenstände durchgeführt. Somit wird ein Wert oder eine Wertigkeit als Schüttguteigenschaft bestimmt.

- Daraus kann in einem abschließenden Verfahrensschritt, der beispielweise als Wertbestimmungsschritt S8 ausgeführt ist, eine Hochrechnung des Werts oder der Wertigkeit der insgesamt im Verfahrensschritt S1 bereitgestellten Menge an Schüttgut vorgenommen oder durchgeführt werden, sodass als Ergebnis des Verfahrens und insbesondere als Ergebnis des Wertbestimmungsschritt S8 eine Entscheidung getroffen werden kann, ob
- 20 und welche weiterführenden Schritte und Verfahren durchgeführt werden können oder durchgeführt werden müssen, um eine Weiterbehandlung zur Rückgewinnung von Rohstoffen wirtschaftlich durchführen zu können.

- Die Fig. 2 zeigt ein Ablaufdiagramm einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens. Der Bereitstellungsschritt S1 kann noch
- 30 analog zur Ausführungsform des Verfahrens gemäß Fig. 1 ablaufen. In

dem nachfolgenden Verfahrensschritt kann dann jedoch bereits vorgesehen sein, dass ein Vorsortierschritt S2.1 durchgeführt wird, wobei als Ergebnis des Vorsortierschritts S2.1 ein Teil des Schüttguts nicht dem Vereinzelungsschritt S3.1 des Zuführschritts S3 zugeführt wird, sondern vorher bereits aussortiert wird. Der Vorsortierschritt kann dabei vor dem Zuführschritt oder während dem Zuführschritt durchgeführt werden.

Grundsätzlich kann auch eine Vorsortierung noch nach dem Vereinzelungsschritt S3.1 vorgenommen werden. Dies erhöht dann aber unnötigerweise die Abstände der einzelnen nacheinander angeordneten Teile oder Gegenstände. Deshalb ist es besonders vorteilhaft, wenn Vorsortierschritte vor dem Vereinzelungsschritt S3.1 und vor oder während dem Zuführschritt S3 vorgenommen oder durchgeführt werden. Der Vorsortierschritt kann beispielsweise auf der Grundlage einer optischen Analyse, insbesondere auf der Grundlage einer Farberkennung und/oder auf der Grundlage einer Formerkennung, durchgeführt werden. In einem Vorsortierschritt kann alternativ oder zusätzlich auch eine Größenfraktionierung vorgenommen werden, bei der wenigstens eine Größenfraktion, bevorzugt eine Feinstfraktion, nicht dem Analyseschritt zugeführt wird, sondern stattdessen bereits vor dem Analyseschritt S4, insbesondere bereits vor dem Vereinzelungsschritt S3.1 aussortiert und gegebenenfalls einer Verhüttung zugeführt wird.

Es können vorteilhaft verschiedene unterschiedliche Vorsortierschritte durchgeführt werden. Dabei können einzelne Vorsortierschritte S2.1 unmittelbar in den Materialfluss des Zuführschritts S3 integriert sein oder auch zeitlich und räumlich getrennt vom Zuführschritt S3 durchgeführt oder vorgenommen werden.

In Bezug auf den Zuführschritt S3 und den Vereinzelungsschritt S3.1 kann im Wesentlichen auf die Ausführungsform der Fig. 1 verwiesen werden.

Gleiches gilt auch für den Auswertungsschritt S5. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 2 soll auf ein Wägeschritt S6 verzichtet werden. Dieser kann jedoch auch in einer weiteren Abwandlung zusätzlich zu den dargestellten Verfahrensschritten der Fig. 2 vorgesehen sein.

5

Der Weiterbehandlungsschritt S7 des Verfahrens gemäß Fig. 2 umfasst in der beschriebenen Ausführungsvariante mindestens drei Unterschritte oder Teilschritte, nämlich drei Sortierschritte oder Fraktionierschritte S7.1, S7.2 und S7.3. Dabei ist in der Darstellung der Fig. 2 die Darstellung der

10 Fraktionierschritte S7.1, S7.2 und S7.3 so gewählt, dass veranschaulicht wird, dass die jeweiligen Fraktionierungen nacheinander, beispielsweise als Ausschleusung aus einem Materialstrom nach dem Analyseschritt S4 stattfinden. Dabei handelt es sich um einen besonderen Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens. Besonders, da an sich beliebig viele Fraktionierschritte hintereinander angeordnet oder nacheinander durchgeführt

15 werden können. Es ist daher sinnvoll, dass die Position der jeweiligen, vereinzelter Gegenstände mit einer ausreichenden Toleranz bekannt ist, um dann im richtigen Moment oder an der richtigen Position die jeweils passende Ausschleusung oder Fraktionierungszuordnung bewirken zu

20 können. Dies kann beispielsweise über eine Laufzeitmessung in Verbindung mit einer bekannten Transportgeschwindigkeit im Nachgang zum Analyseschritt S4 erreicht werden.

Im Anschluss an den Auswertungsschritt S5 kann in Kenntnis der Materialzusammensetzung der einzelnen Teile oder einzelnen Gegenstände

25 des Schüttguts mit einer entsprechenden Vorgabe oder Definition von Weiterbehandlungskriterien, insbesondere Fraktionierungskriterien grundsätzlich eine beliebig große Anzahl von Fraktionierschritten, insbesondere bevorzugt mindestens drei Fraktionierschritten durchgeführt werden. Dabei

30 bei können besonders vorteilhaft auch neben den im Auswertungsschritt S5 ermittelten Legierungseigenschaften auch weitere Kenntnisse, die bei-

spielsweise während dem Zuführschritt S3, insbesondere nach dem Vereinzelungsschritt S3.1 ermittelt oder gewonnen wurden zusätzlich Berücksichtigung finden. Beispielsweise können Farbinformationen und/oder Forminformationen und, wie vorangehend bereits ausgeführt, gegebenenfalls auch Gewichts- oder Masseinformationen herangezogen werden, um die Weiterbehandlungsschritte S7, insbesondere die Fraktionierschritte S7.1, S7.2 und S7.3 möglichst effektiv zu gestalten. In den Fraktionierungsschritten kann beispielsweise eine Edelmetallfraktion oder mehrere unterschiedliche Edelmetallfraktionen gewonnen werden. Es können auch Münzen nach Art und/oder Wert und/oder Herkunft sortiert werden.

Die einzelne Metallfraktionen können besonders bevorzugt in einem Verhüttungsschritt S9 einer Verhüttung zugeführt werden.

Es kann beim Verfahren der Fig.2 auch vorteilhaft sein, wenn zunächst der Analyseschritt S4 vorgenommen wird und in einem anschließenden Verfahrensschritt noch zusätzlich Farbinformationen und/oder Forminformationen durch entsprechende Messsysteme gewonnen oder erzeugt werden. Denn dann kann auch bezüglich der Farbinformationen und/oder Forminformationen die Bestimmung für einzelne oder vereinzelte Gegenstände stattfinden, was einen Mehrwert bei der nachfolgenden Fraktionierung bieten kann.

Die Fig. 3 zeigt eine beispielhafte Anlagenskizze, bei der das Schüttgut aus der Verwertung von Dentalabfallstoffen oder aus der Asche von Krebatorien gewonnen wird. Dieses Schüttgut wird als Ausgangsmaterial zunächst in einer als Bunker ausgeführten Bevorratungseinrichtung 01 bereitgestellt. Mit einer ersten Förder- und Vereinzelungseinrichtung 02 wird aus der Bevorratungseinrichtung 01 das Schüttgut in einen Zuführschritt übernommen, in dem in der Ausführung der Fig. 3 auch eine spezifische Probenherstellung durch eine Vorsortierung stattfindet. Vor dem Durchlauf

der Gegenstände durch die Förder- und Vereinzelungseinrichtung 02 kann, beispielsweise über einen Langteilscheider 12 eine Langteilabscheidung stattfinden. Anschließend durchlaufen die Gegenstände eine Verteileinrichtung 13 die damit unter anderem auch zur Vereinzelung 5 dient. Die Verteileinrichtung verteilt die Gegenstände auch auf unterschiedliche Spuren 13.1 einer Vorsortiereinrichtung 05, die beispielsweise als Separationsstrecke mit mechanischen Trenn- oder Sortiermitteln ausgeführt ist, so dass eine erste Größenfraktionierung durchgeführt wird. Im Beispiel der Fig. 3 kann die Vorsortiereinrichtung 05 zwei Stufen 14 aufwei- 10 sen und so eine Kleinteilabscheidung bewirken. Bevorzugt kann eine Fraktionierung in Gegenstände $< 2\text{mm}$ bzw. $> 2\text{mm}$ durchgeführt werden.

Danach gelangt wenigstens eine Größenfraktion über eine Transporteinrichtung 03 zu einer Vereinzelungseinrichtung 06, die eine Hintereinander- 15 Anordnung der Gegenstände ermöglicht. Dieser kann ein Prüfeinrichtung 11 nachgeordnet angeordnet sein. Die Prüfeinrichtung kann beispielsweise einen Abstand der Gegenstände überprüfen und beim Unterschreiten eines Mindestabstands beispielsweise dafür sorgen, dass zu gering beab- 20 standete Gegenstände in die Vereinzelungseinrichtung 06 zurückgeführt werden. Außerdem kann die Prüfeinrichtung 11 so mit dem Analysesystem 07 und/oder dem Abbildungssystem 08 verbunden oder verknüpft sein, dass die Prüfeinrichtung 11 Gegenstände bezüglich Zeit und/oder Position so identifizierbar macht, beispielsweise über eine Kennung oder 25 eine Identifikationsnummer, dass nachfolgend auf Grund des Weg- oder Zeitversatzes die durch dies Systeme 07,08 gewonnenen Informationen über die Gegenstände diesen zugeordnet und nachfolgend eine selektive Weiterbehandlung, insbesondere Sortierung/Fraktionierung erfolgen kann.

30 Die Prüfeinrichtung 11 kann ferner dazu verwendet werden, um eine weitere Vorsortierung der Gegenstände in Bezug auf deren Dicke zu bewir-

ken. Gegenstände, die eine vorgegebene Dicke beispielsweise > 25 mm oder > 29 mm nicht überschreiten können nach der Prüfung durch die Prüfeinrichtung 11 bei Ihrem Weitertransport entlang der Transporteinrichtung 03 über die einen Ausschleusemechanismus in den Austragsbehälter 04
5 aussortiert werden. Die verbleibenden Gegenstände können über die Transporteinrichtung 03 zu Analysesystem 07 gelangen, welches die Gegenstände einzeln und hintereinander analysiert.

Nach der Analyse des Analysesystems kann zudem eine optische Analyse
10 mit einem Abbildungssystem 08 erfolgen, welches Abbildungen der Einzelteile erzeugt und mit einem nicht dargestellten Auswertungssystem auswertet. Aufgrund der Analyse des Analysesystems 07 und des Abbildungssystems 08 und der Auswertung der Analyse im Auswertungsschritt kann nachfolgend zum Analysesystem 07 und Abbildungssystem eine
15 Weiterbehandlung der einzelnen Gegenstände oder Teile durchgeführt werden, wobei das Ergebnis des Auswertungsschritts zur Grundlage der Weiterbehandlung gemacht wird. So können beispielsweise in einer Aus-
tragseinheiten 04 oder Fraktioniereinrichtung Edelmetalle ausgetragen werden. In einer Rückführeinrichtung 10 können Weißmetall oder nicht
20 erkannte Gegenstände zurückgeführt werden und in einer weiteren Fraktioniereinrichtung 09 können Unedelmetalle gesammelt oder aufkonzentriert werden. Ein dritter nicht dargestellter Fraktionierschritt oder eine dritte nicht dargestellte Fraktioniereinheit kann beispielsweise nicht wert-
haltige Restteile sammeln oder abführen.

25 In der Fig. 4a ist schematische eine Darstellung gezeigt, in der beispielsweise 4 Linien oder Reihen 14 von Hintereinanderanordnungen von Gegenständen parallel analysiert werden. Die vier Reihen 14 können beispielsweise im Vereinzelungsverfahren oder Vereinzelungsschritt erzeugt
30 werden, wobei darauf zu achten ist, dass in den einzelnen Reihen 14 die Gegenstände einen Mindestabstand nicht unterschreiten. Jeder Reihe 14

ist eine Messsonde 15 zugeordnet, die die Analyse der Gegenstände vornehmen. Dabei kann besonders bevorzugt eine gemeinsame Anregungs- oder Strahlungsquelle 16, beispielsweise eine Röntgenstrahlungsquelle, zum Einsatz kommen, die die Analysestrahlung erzeugt, deren Wechselwirkung mit den Gegenständen in den Reihen 14 von der jeweiligen Messsonde 15 erfasst und weiterverarbeitet werden kann. Die Reihen 14 können durch Trenner 17 getrennt sein, die eine räumliche und/oder strahlungstechnische Trennung oder Separierung gewährleisten. Durch die Analyse von vier oder mehr Reihen von Gegenständen kann der Durchsatz des Verfahrens um ein Vielfaches vergrößert werden.

Die Fig. 4b zeigt eine abgewandelte Ausführungsform, bei der zusätzlich zu der Strahlungsquelle 16 auf der gegenüberliegenden Seite einer Transporteinrichtung 18 für die nicht im Detail dargestellten Teile oder Einzelteile eine weitere Strahlungsquelle 19 angeordnet ist, welche die Einzelteile durch eine für die Analysestrahlung der Strahlungsquelle 19 transparente Transporteinrichtung 18 hindurch bestrahlt. Gleichmaßen sind der Strahlungsquelle 19 zugeordnete Messsonden 20 vorgesehen, welche die Teile aus einer Richtung analysieren, die der Analyserichtung der Messsonden 15 im Wesentlichen entgegengesetzt verläuft. Dadurch kann optimal die Materialzusammensetzung auch von inhomogenen Teilen ermittelt werden. Die Strahlungsquellen 16, 18 und jeweils zugeordneten Messsonden 15, 20 können in einer Transportrichtung, senkrecht zur Zeichenebene, hintereinander oder an unterschiedlichen Positionen angeordnet sein. Die beidseitige Analyse ist dabei nicht auf Ausführungsformen mit mehreren Reihen 14 von Hintereinanderanordnungen von Gegenständen beschränkt. Auch bei einer einzelnen Hintereinanderanordnung kann eine entsprechend beidseitige, entgegengesetzt gerichtete Analyse vorteilhaft stattfinden oder durchgeführt werden.

Alternativ zu einer transparenten Transporteinrichtung 18 kann die beidseitigen Bestrahlung und Analyse auch im Rahmen einer Fallstrecke realisiert werden, auf der sich die zu analysierenden Teile im freien Fall befinden. In diesem Fall wäre die Zeichenebene der Fig. 4b im Wesentlichen
5 senkrecht zu einem Gewichtskraftvektor ausgerichtet.

Weiterhin alternativ kann auch vorgesehen sein, dass die Teile nach dem Passieren eines Analysesystem, beispielsweise gemäß der Fig. 4a, im Rahmen einer Zwangsführung gewendet, bevorzugt um 180° gewendet,
10 werden und danach erneut ein Analysesystem, zum Beispiel gemäß der Fig. 4a, durchlaufen oder zu dem ursprünglichen Analysesystem zurück geführt und im gewendet Zustand erneut analysiert werden.

Bezugszeichen

	01	Bevorratungseinrichtung
	02	Vereinzelungseinrichtung
5	03	Transporteinrichtung
	04	1. Austragsbehälter
	05	Vorsortierungseinrichtung
	06	Vereinzelungseinrichtung
	07	Analysesystem
10	08	Abbildungssystem
	09	Fraktioniereinrichtung
	10	Rückführeinrichtung
	11	Prüfeinrichtung
	12	Langteilscheider
15	13	Verteileinrichtung
	13.1	Spuren
	14	Reihen
	15	Messsonde
	16	Anregungs- oder Strahlungsquelle
20	17	Trenner
	18	transparente Transporteinrichtung
	19	Strahlungsquelle
	20	Messsonde
25	S1	Bereitstellungsschritt
	S2	Stichprobenerstellungsschritt
	S2.1	Vorsortierschritt
	S3	Zuführschritt
	S3.1	Vereinzelungsschritt
30	S4	Analyseschritt
	S5	Auswertungsschritt

- S6 Wägeschritt
- S7 Weiterbehandlungsschritt
- S7.1 Fraktionierschritt
- S7.2 Fraktionierschritt
- 5 S7.3 Fraktionierschritt
- S8 Wertbestimmungsschritt
- S9 Verhüttungsschritt

Ansprüche

1. Verfahren zur Behandlung von Schüttgut aus überwiegend metallischen Gegenständen mit den Verfahrensschritten:
 - 5 - Durchführen einer Vereinzelung von Gegenständen in einem Zuführschritt (S3), wobei die Vereinzelung zu einer im Wesentlichen eindimensionalen Hintereinanderanordnung von Einzelteilen führt, die einen Mindestabstand untereinander aufweisen, der bei einer gegebenen Zuführgeschwindigkeit einem zeitlichen Abstand entspricht, der von einem Analysesystem benötigt wird, um einen Gegenstand zu analysieren;
 - 10 - Durchführen einer Röntgen-Fluoreszenzanalyse (XRF-Analyse) oder einer laserinduzierten Plasmaspektroskopie (LIPS) mittels eines Analysesystems von vom Zuführschritt bereitgestellter einzelner Gegenstände in einem Analyseschritt (S4);
 - 15 - Ermittlung der Materialzusammensetzung der einzelnen Gegenstände des Analyseschritts in einem Auswertungsschritt (S5);
 - Durchführen eines Weiterbehandlungsschritts (S7), in dem die ermittelte Materialzusammensetzung der einzelnen Gegenstände als Grundlage der Weiterbehandlung dient.
 - 20
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Rahmen der Durchführung der Röntgen-Fluoreszenzanalyse (XRF-Analyse) oder der laserinduzierten Plasmaspektroskopie (LIPS) mittels eines Analysesystems eine
25 Analyse der Einzelteile aus zwei im Wesentlichen entgegengesetzten, bevorzugt parallelen, Analyserichtungen durchgeführt wird, so dass jedes Einzelteil von zwei Seiten analysiert wird.
30
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

- 5 gekennzeichnet durch
einen Vorsortierschritt (S2.1) vor dem Analyseschritt (S4), insbesondere vor der Vereinzelung der Gegenstände, bei dem ein Teil des Schüttguts aussortiert wird und nicht dem Analysesystem zugeführt wird.
- 10 4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Vorsortierschritt (S2.1) eine optische Analyse der Gegenstände, bevorzugt nach der Vereinzelung, durchgeführt wird.
- 15 5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass in der optischen Analyse eine Formerkennung und/oder Farberkennung durchgeführt wird.
- 20 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Vorsortierschritt (S2.1) eine Größenfraktionierung des Schüttguts, durchgeführt wird und wenigstens eine Größenfraktion, insbesondere eine Feinstfraktion oder Langteile, nicht dem Analysesystem zugeführt wird.
- 25 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
gekennzeichnet durch
einen Wägeschritt (S6) in dem das Gewicht oder die Masse von einzelnen Gegenständen des Schüttguts bestimmt wird, wobei der Wägeschritt, bevorzugt nach der Vereinzelung der der Gegenstände im Zuführschritt (S3) und/oder zum Abschluss des Verfahrens in
30 als Differenzmessung in einem Auffangbehälter, durchgeführt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Weiterbehandlungsschritt (S7) die Berechnung einer
Schüttguteigenschaft vorgenommen wird, wobei bevorzugt bei der
Berechnung eine Verknüpfung der im Auswertungsschritt (S5) er-
mittelten Materialzusammensetzung der einzelnen Gegenstände
mit dem ermittelten Gewicht oder der ermittelten Masse der jeweili-
gen Gegenstände vorgenommen wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Schüttgut als eine Stichprobe aus einer größeren Materi-
almenge gewonnen wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass Schüttgut mit einem Gewicht von wenigstens 500kg in dem
Zuführschritt zugeführt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Weiterbehandlungsschritt (S7) eine Sortierung von Gegen-
ständen in wenigstens drei Fraktionen auf der Grundlage der der im
Auswertungsschritt (S5) ermittelten Materialzusammensetzung der
einzelnen Gegenstände durchgeführt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Weiterbehandlungsschritt (S7) eine Sortierung von unter-
schiedlichen Fraktionen von erkennbaren/erkannten Metallen vor-
genommen wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Weiterbehandlungsschritt (S7) eine Sortierung von unter-
5 schiedlichen Edelmetallfraktionen vorgenommen wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Weiterbehandlungsschritt (S7) eine Sortierung von unter-
10 schiedlichen Schwermetallfraktion vorgenommen wird.
15. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Weiterbehandlungsschritt (S7) sortierte Fraktionen,
15 insbesondere Edelmetallfraktionen, einer Verhüttung zugeführt
werden.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass Rahmen der Vereinzelung der Gegenstände eine Vielzahl von
Hintereinanderanordnungen mit einem entsprechenden Mindestab-
stand der Gegenstände zueinander in der jeweiligen Hintereinan-
deranordnung erzeugt werden, wobei die Hintereinanderanordnun-
gen bevorzugt parallel zueinander verlaufen oder ausgerichtet sind.
25
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Schüttgut aus den Verwertungsrückständen einer thermi-
schen Müllverwertung gewonnen wird.
30
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17,

dadurch gekennzeichnet,
dass das Schüttgut aus der Verwertung von Kraftfahrzeugen gewonnen wird.

- 5 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Schüttgut aus der Verwertung von Dentalabfallstoffen oder aus der Asche von Krematorien gewonnen wird.