



(11) **EP 3 722 011 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
08.06.2022 Patentblatt 2022/23

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B07C 5/346^(2006.01) B07C 5/36^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20162899.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B07C 5/346; B07C 5/36

(22) Anmeldetag: **13.03.2020**

(54) **VERFAHREN UND FÖRDERANLAGE ZUM BEHANDELN UND SORTIEREN VON POTENTIELL MIT RADIOAKTIVEN STOFFEN KONTAMINIERTEN MATERIALIEN**
METHOD AND CONVEYING DEVICE FOR PROCESSING AND SORTING MATERIALS POTENTIALLY CONTAMINATED WITH RADIOACTIVE SUBSTANCES
PROCÉDÉ ET CONVOYEUR DE TRAITEMENT ET DE TRI DES MATÉRIAUX POTENTIELLEMENT CONTAMINÉS PAR DES SUBSTANCES RADIOACTIVES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

- **ERNST, Gerald**
7093 Jois (AT)
- **LEHMERHOFER, Gustav**
3550 Langenlois (AT)
- **STEININGER, Roland**
1210 Wien (AT)

(30) Priorität: **10.04.2019 AT 503242019**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.10.2020 Patentblatt 2020/42

(74) Vertreter: **Wildhack & Jellinek**
Patentanwälte OG
Landstraßer Hauptstraße 50
1030 Wien (AT)

(73) Patentinhaber: **Nuclear Engineering Seibersdorf GmbH**
2444 Seibersdorf (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 3 238 836 FR-A1- 3 001 643
GB-A- 2 017 294

(72) Erfinder:
• **DJURICIC, Mile**
2483 Weigelsdorf (AT)

EP 3 722 011 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Behandeln und Sortieren von potentiell mit radioaktiven Stoffen kontaminierten Materialien gemäß Patentanspruch 1 sowie eine Förderanlage gemäß Patentanspruch 10.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist eine Vielzahl von Sortierverfahren bekannt, mit denen unterschiedliche Materialien auf einfache Weise beispielsweise aufgrund deren Korngröße getrennt werden können. Bei potentiell mit radioaktiven Stoffen kontaminierten Materialien ist es problematisch und mit großem Aufwand verbunden, das auf einer Fördereinrichtung geförderte Material einer Selektion zu unterziehen, sodass Materialien, die kontaminiert sind, zuverlässig von den Materialien, die keine Kontamination aufweisen, getrennt und gegebenenfalls in unterschiedliche Behälter gefördert werden.

[0003] Aus der EP 3238836 A1, der FR 3001643 A1 und der GB 2017294 A sind Sortierverfahren und Förderanlagen bekannt, bei denen eine oder mehrere Messeinrichtungen auf eine Fördereinrichtung gerichtet ist bzw. sind und die Messeinrichtung jeweils detektiert, wenn sich Schüttgut mit einer vorgegebenen Eigenschaft, z.B. radioaktives Schüttgut, im Messbereich befindet, sodass es einem entsprechenden Behälter zugeführt werden kann.

[0004] Dabei ist es grundsätzlich wünschenswert, dass nicht kontaminierte Materialien nicht mit kontaminierten Materialien vermischt werden, da die nicht kontaminierten Materialien beispielsweise deponiert oder auf sonstige Weise in die Umwelt verbracht werden sollen. Deshalb soll eine Vermischung von kontaminationsfreien Materialien mit kontaminierten Materialien verhindert werden. Ebenso soll vermieden werden, dass allzu große Mengen von nicht kontaminierten Materialien zu den kontaminierten Materialien gelangen, da dies die Menge an aufwändig zu entsorgenden oder zwischenzulagernden Stoffen erhöht und dadurch die Entsorgungs- und/oder Lagerkosten wesentlich steigen würden.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zum Sortieren von potentiell mit radioaktiven Stoffen kontaminierten Materialien bereitzustellen, das eine zuverlässige Trennung zwischen kontaminierten und nicht kontaminierten Materialien, und gleichzeitig eine zuverlässige Korrektur der ermittelten Messwerte hinsichtlich des Einflusses von Quereinstrahlung gewährleistet.

[0006] Die Erfindung löst diese Aufgabe mit einem Verfahren zum Behandeln und Sortieren von potentiell mit radioaktiven Stoffen kontaminierten Materialien gemäß Patentanspruch 1, bei dem

- a) unsortierte Materialien auf einer Fördereinrichtung gefördert werden,
 - b) einzelne Bereiche der unsortierten Materialien im Zuge der Beförderung auf der Fördereinrichtung in Hinblick auf zumindest eine Form von ionisierender Strahlung vermessen werden,
 - c) die so ermittelten Messwerte zwischengespeichert und demjenigen Bereich der geförderten Materialien zugeordnet werden, der sich zum Aufnahmezeitpunkt im Messbereich des zumindest einen den Messwert ermittelnden Sensors befindet,
 - d) die geförderten Materialien an einer Position der Fördereinrichtung, insbesondere an dessen Ende, zumindest einer Selektionseinrichtung zugeführt werden, die die bei ihr einlangenden geförderten Materialien in Abhängigkeit von einem Auswahlsignal an einen von zumindest zwei Materialströmen weiterleitet,
 - e) das jeweilige an die zumindest eine Selektionseinrichtung weitergeleitete Auswahlsignal in Abhängigkeit von demjenigen Messwert oder denjenigen Messwerten ermittelt wird, der oder die dem im Bereich der Selektionseinrichtung befindlichen Teil der Materialien zugeordnet wurde,
- wobei

- die Messungen mit einer Vielzahl von gleichartigen Sensoren vorgenommen werden, wobei der Aufnahmebereich jedes der Sensoren jeweils nur einen Teilbereich der Breite der Fördereinrichtung abdeckt,
- eine Selektion mit einer Vielzahl von separaten Selektionseinrichtungen vorgenommen wird, wobei jede Selektionseinrichtung jeweils einem der Sensoren zugeordnet ist und die einander zugeordneten Selektionseinrichtungen und Sensoren jeweils denselben Teilbereich der Breite der Fördereinrichtung abdecken, und
- die Bildung der einzelnen Auswahlsignale für die Selektionseinrichtungen jeweils aufgrund der zwischengespeicherten Messwerte des jeweiligen der Selektionseinrichtung zugeordneten Sensors vorgenommen wird

und/oder
wobei

- für die oder für jede Selektionseinrichtung eine Mehrzahl von in Transportrichtung hintereinander befindlichen, für unterschiedliche Strahlungsarten und/oder Energiebereiche sensitiven Sensoren vorgesehen ist, die jeweils Messwerte in Bezug auf Bereiche der geförderten Materialien ermitteln, die jeweils zu einer Selektionseinrichtung gelangen, und
- die einzelnen Messwerte, die jeweils demselben Bereich von geförderten Materialien zugeordnet sind, gemeinsam abgespeichert und für die Bildung des Auswahlsignals für die Betätigung der jeweiligen Selektionseinrichtung

tung verwendet werden.

[0007] Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, dass ein korrigierter Messwert ermittelt wird, indem vom jeweils ermittelten Messwert eines Fördereinrichtungs-Teilbereichs die Messwerte zeitlich und/oder örtlich benachbarter Fördereinrichtungs-Teilbereiche in gewichteter Form abgezogen werden.

[0008] Ein derartiges Verfahren ermöglicht vorteilhafterweise eine zuverlässige Trennung zwischen mit radioaktiven Stoffen kontaminierten Materialien und nicht kontaminierten Materialien auf Grundlage der Messwerte, die bezüglich zumindest einer Art von ionisierender Strahlung, beispielsweise Beta- oder Gammastrahlung, ermittelt wurden. Die Selektionseinrichtung stellt dabei vorteilhafterweise sicher, dass die Materialien aufgrund der ihnen jeweils zugeordneten Messwerte einem Materialstrom zugeordnet werden, sodass kontaminierte und nicht kontaminierte Materialien getrennt voneinander beispielsweise in verschiedene Behälter gefördert werden.

[0009] Bei Änderung des Auswahlsignals führt die Selektionseinrichtung vorteilhafterweise das bereits zuvor in die Selektionseinrichtung geförderte Material dem entsprechenden Materialstrom zu, um eine zuverlässige Trennung zwischen mit radioaktiven Stoffen kontaminierten Materialien und nicht kontaminierten Materialien zu gewährleisten.

[0010] Ein derartiges Verfahren ermöglicht somit, dass die Materialien nicht nur in fix vorgegebenen Mengeneinheiten (Batchgrößen) bewertet und sortiert werden können, sondern dass die Anlage vorteilhafterweise bei Änderungen im Material die Zuordnung zu den Materialströmen zu einem beliebigen Zeitpunkt durch Änderung des Auswahlsignals anpassen kann.

[0011] Weiters können mit einem derartigen Verfahren eine besonders kleinteilige Untersuchung der unsortierten, potentiell mit radioaktiven Stoffen kontaminierten Materialien, und eine besonders zuverlässige Sortierung von potentiell mit radioaktiven Stoffen kontaminierten Materialien, die unterschiedliche Arten von radioaktiver Strahlung abgeben, erzielt werden.

[0012] Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird eine zuverlässige Korrektur der Messwerte hinsichtlich des Einflusses von Quereinstrahlung, wenn mehrere gleichartige Sensoren nebeneinander und/oder in Transportrichtung hintereinander angeordnet auf die Fördereinrichtung gerichtet sind, erzielt, da ein korrigierter Messwert ermittelt wird, indem vom jeweils ermittelten Messwert eines Fördereinrichtungs-Teilbereichs die Messwerte zeitlich oder örtlich benachbarter Fördereinrichtungs-Teilbereiche in gewichteter Form abgezogen werden.

[0013] Ein besonderes zuverlässiges Auswahlsignal kann bereitgestellt werden, wenn die einzelnen ermittelten Messwerte einem digitalen Filter zugeführt werden,

wobei insbesondere vorgesehen ist, dass die einzelnen Messwerte gewichtet und/oder summiert werden und/oder dass unter den einzelnen Messwerten ein Maximalwert ermittelt wird, und dass das derartige durch Filterung ermittelte gefilterte Messwertsignal zur Bildung des Auswahlsignals herangezogen wird.

[0014] Um eine besonders exakte Trennung von kontaminierten und nicht kontaminierten Materialien sicherzustellen, kann vorgesehen sein, dass für die Bildung des Auswahlsignals Messwerte herangezogen werden, die eine vorgegebene Zeitspanne zuvor aufgenommen wurden, wobei diese Zeitspanne insbesondere der Zeit entspricht, die die Beförderung der Materialien vom Aufnahmebereich des zumindest einen Sensors bis zur Position der Selektionseinrichtung auf der Fördereinrichtung entspricht.

[0015] Eine besonders zuverlässige Sortierung potentiell kontaminierter Materialien auf Grundlage der Messwerte unterschiedlicher Sensoren kann gewährleistet werden, indem für die Bildung des Auswahlsignals Messwerte unterschiedlicher, für unterschiedliche Strahlungsarten und/oder Energiebereiche sensitiver Sensoren herangezogen werden, die jeweils unterschiedliche vorgegebene Zeitspannen zuvor aufgenommen wurden, wobei diese Zeitspannen insbesondere derjenigen Zeit entsprechen, die die Beförderung der Materialien vom Aufnahmebereich des jeweiligen Sensors bis zur Position der Selektionseinrichtung auf der Fördereinrichtung entsprechen.

[0016] Eine weitere Verbesserung der Sortierung bzw. Trennung zwischen kontaminierten und nicht kontaminierten Materialien kann erzielt werden, wenn ein Mittelwert, insbesondere ein gleitender Mittelwert, oder ein Maximalwert auf Grundlage der in einem vorgegebenen zeitlichen Intervall, das dem Zeitpunkt vorangeht, an dem sich die Materialien an der Position der Selektionseinrichtung auf der Fördereinrichtung befinden, aufgenommenen Messwerte der Sensoren ermittelt wird und als Auswahlsignal für die Weiterleitung der geförderten Materialien herangezogen wird.

[0017] Eine besonders zuverlässige Abtrennung von Materialien, die mit radioaktiven Stoffen kontaminiert sind, die Gammastrahlung abgeben, kann gewährleistet werden, wenn als Messwert die Ergebnisse einer Gamma-Spektralmessung für eine Anzahl von unterschiedlichen Teilchenenergien herangezogen werden, wobei insbesondere bei der Erstellung des Selektionssignals eine gewichtete Summe der einzelnen Spektralmesswerte des Gammaskpektrums verwendet wird, wobei vorzugsweise einzelne Bereiche des Gammaskpektrums, die bestimmten interessierenden radioaktiven Stoffen zugeordnet sind, höher gewichtet werden als die übrigen Bereiche.

[0018] Eine besonders zuverlässige Abtrennung von Materialien, die Betastrahler beinhalten, kann erzielt werden, wenn als Messwert die Betastrahlungsintensität herangezogen wird.

[0019] Eine besonders zuverlässige Korrektur von Gamma-Messwerten hinsichtlich des Einflusses von Quereinstrahlung

lung kann gewährleistet werden, wenn ein korrigierter Gamma-Messwert ermittelt wird und wenn im Rahmen der Korrektur eine energieabhängige Gewichtung der benachbarten Gamma-Messwerte vorgenommen wird, insbesondere wenn höherenergetische Anteile der Gamma-Messwerte beim Abzug stärker gewichtet werden als niederenergetische Anteile der Gamma-Messwerte.

[0020] Eine besonders zuverlässige Abschätzung der auf reine Betastrahler zurückzuführenden Strahlung kann gewährleistet werden, wenn ein Vergleich der einzelnen Gamma-Messwerte, insbesondere der Ergebnisse der Gamma-Spektralmessung, für eine Anzahl von unterschiedlichen Teilchenenergien mit den Betastrahlungs-Messwerten, die jeweils in Bezug auf denselben Bereich oder Teilbereich der geförderten Materialien ermittelt wurden, durchgeführt wird, wobei derart die Gegenwart von reinen Betastrahlern ermittelt und die Aktivität der reinen Betastrahler abgeschätzt wird.

[0021] Ein Maßwert für die Gesamtkontamination der kontaminierten Materialien, die jeweils in einen Behälter gefördert wurden, kann bereitgestellt werden, wenn die einzelnen Messwerte, für die dasselbe Auswahlsignal ermittelt wurde und die in Bezug auf Materialien aufgenommen wurden, die demselben Materialstrom zugeordnet wurden, akkumuliert werden,

wobei insbesondere vorgesehen ist, dass eine Akkumulation aller Gamma-Messwerte oder Betastrahlungs-Messwerte vorgenommen wird, die demselben Behälter zugeführt werden.

[0022] Ein Maßwert für die Kontamination mit einzelnen radioaktiven Stoffen von Interesse, die in den Materialien, die in einem Behälter gefördert wurden, vorhanden sind, kann bereitgestellt werden, wenn die für die jeweils in denselben Behälter geförderten Materialien ermittelten Messwerte, insbesondere die Ergebnisse der Gamma-Spektralmessung für eine Anzahl von unterschiedlichen Teilchenenergien, akkumuliert werden, wobei eine massenspezifische Messgröße für jeden Behälter ermittelt wird, und wobei ein akkumulierter Messwert, insbesondere die spezifische Aktivität, bestimmter interessierender radioaktiver Nuklide für den jeweiligen Behälter abgeleitet wird.

[0023] Ein weitere Verbesserung der Sortierung potentiell mit radioaktiven Stoffen kontaminierter Materialien kann erzielt werden, wenn in einem ersten Sortierdurchlauf als kontaminiert und/oder unkontaminiert erkannt und von der zumindest einen Selektionseinrichtung an einen diesbezüglichen Materialstrom weitergeleiteten Materialien in zumindest einem erneuten Sortierdurchlauf auf der Fördereinrichtung gefördert und in Hinblick auf zumindest eine Form von ionisierender Strahlung vermessen werden, wobei jeweils erneut ein Auswahlsignal für die jeweilige Selektionseinrichtung in Abhängigkeit von demjenigen Messwert oder denjenigen Messwerten ermittelt wird, der oder die dem im Bereich der Selektionseinrichtung befindlichen Teil der Materialien zugeordnet wurde.

[0024] Eine besonders kleinteilige Sortierung der potentiell mit radioaktiven Stoffen kontaminierten Materialien kann erzielt werden, wenn die Erstellung des Auswahlsignals und die Weiterleitung der geförderten Materialien an einen der zumindest zwei Materialströme in Abhängigkeit vom Auswahlsignal kontinuierlich erfolgt.

[0025] Eine besonders rasche Sortierung größerer Mengen von potentiell mit radioaktiven Stoffen kontaminierten Materialien kann erzielt werden, wenn die Erstellung des Auswahlsignals und die Weiterleitung der geförderten Materialien an einen der zumindest zwei Materialströme in Abhängigkeit vom Auswahlsignal diskontinuierlich für vorgegebene Mengeneinheiten, insbesondere batchweise, erfolgt.

[0026] Die Erfindung betrifft weiters eine Förderanlage zum Behandeln und Sortieren von potentiell mit radioaktiven Stoffen kontaminierten Materialien, insbesondere zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens, umfassend

- eine, insbesondere kontinuierlich laufende, Fördereinrichtung zum Befördern von unsortierten Materialien,
- zumindest einen Sensor, der auf die Fördereinrichtung gerichtet ist und dazu ausgebildet ist, einzelne Bereiche der unsortierten Materialien im Zuge der Beförderung auf der Fördereinrichtung in Hinblick auf zumindest eine Form von ionisierender Strahlung zu vermessen,
- zumindest eine Selektionseinrichtung, der die geförderten Materialien an einer Position der Fördereinrichtung, insbesondere an deren Ende, zugeführt werden, wobei die Selektionseinrichtung dazu ausgebildet ist, die bei ihr einlangenden geförderten Materialien in Abhängigkeit von einem Auswahlsignal an einen von zumindest zwei Materialströmen weiterzuleiten und
- eine dem zumindest einen Sensor nachgeschaltete und mit der zumindest einen Selektionseinrichtung verbundene Steuer- und Verarbeitungseinheit, wobei die Steuer- und Verarbeitungseinheit dazu ausgebildet ist,
- die von dem zumindest einen Sensor ermittelten Messwerte zwischenspeichern und demjenigen Bereich der geförderten Materialien zuzuordnen, der sich zum Aufnahmezeitpunkt im Messbereich des den Messwert ermittelnden Sensors befindet,
- ein Auswahlsignal in Abhängigkeit von demjenigen Messwert oder denjenigen Messwerten zu ermitteln, der oder die dem im Bereich der Selektionseinrichtung befindlichen Teil der Materialien zugeordnet wurde, und
- das jeweilige Auswahlsignal an die zumindest eine Selektionseinrichtung weiterzuleiten,

wobei

- eine Vielzahl von gleichartigen Sensoren (2a, ..., 2d; 21a, ..., 21d) vorgesehen ist, wobei der Aufnahmebereich jedes der Sensoren (2a, ..., 2d; 21a, ..., 21d) jeweils nur einen Teilbereich der Breite der Fördereinrichtung (1) abdeckt,
dass eine Vielzahl von separaten Selektionseinrichtungen (3a, ..., 3d) vorgesehen ist, wobei jede Selektionseinrichtung (3a, ..., 3d) jeweils einem der Sensoren (2a, ..., 2d; 21a, ..., 21d) zugeordnet ist und die einander zugeordneten Selektionseinrichtungen (3a, ..., 3d) und Sensoren (2a, ..., 2d; 21a, ..., 21d) jeweils denselben Teilbereich der Breite der Fördereinrichtung (1) abdecken, und
- die Steuer- und Verarbeitungseinheit (5) dazu ausgebildet ist, die einzelnen Auswahl-signale für die Selektionseinrichtungen (3a, ..., 3d) jeweils aufgrund der zwischengespeicherten Messwerte des jeweiligen der Selektionseinrichtung (3a, ..., 3d) zugeordneten Sensors (2a, ..., 2d; 21a, ..., 21d) zu ermitteln

und/oder
wobei

- für die oder für jede Selektionseinrichtung (3; 3a, ..., 3d) eine Mehrzahl von in Transportrichtung (T) hintereinander befindlichen, für unterschiedliche Strahlungsarten und/oder Energiebereiche sensitiven Sensoren (2; 2a, ..., 2d; 21; 21a, ..., 21d) vorgesehen ist, wobei die Sensoren (2; 2a, ..., 2d; 21; 21a, ..., 21d) jeweils dazu ausgebildet sind, Messwerte in Bezug auf Bereiche der geförderten Materialien (10) zu ermitteln, die jeweils zu einer Selektionseinrichtung (3; 3a, ..., 3d) gelangen, und
- die Steuer- und Verarbeitungseinheit (5) dazu ausgebildet ist, die einzelnen Messwerte, die jeweils demselben Bereich von geförderten Materialien (10) zugeordnet sind, gemeinsam abzuspeichern und bei der Bildung des Auswahl-signals für die Betätigung der jeweiligen Selektionseinrichtung (3; 3a, ..., 3d) heranzuziehen.

[0027] Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, dass die Steuer- und Verarbeitungseinheit (5) dazu ausgebildet ist, einen korrigierten Messwert nach einem erfindungsgemäßen Verfahren zu ermitteln.

[0028] Bei Änderung des Auswahl-signals führt die Selektionseinrichtung vorteilhafterweise das bereits zuvor in die Selektionseinrichtung geförderte Material dem entsprechenden Materialstrom zu, um eine zuverlässige Trennung zwischen mit radioaktiven Stoffen kontaminierten Materialien und nicht kontaminierten Materialien zu gewährleisten. Auf diese Weise können die Materialien nicht nur in fix vorgegebenen Mengeneinheiten, d.h. Batchgrößen, bewertet und sortiert werden, sondern können vorteilhafterweise zu einem beliebigen Zeitpunkt bei Änderung der Messwerte der Materialien dem entsprechenden Materialstrom durch Änderung des Auswahl-signals zugeordnet werden.

[0029] Eine derartig ausgestaltete Förderanlage ermöglicht vorteilhafterweise eine zuverlässige Trennung zwischen mit radioaktiven Stoffen kontaminierten Materialien und nicht kontaminierten Materialien, da das Auswahl-signal für die Selektionseinrichtung von der Steuer- und Verarbeitungseinheit auf Grundlage der Messwerte, die vom zumindest einen Sensor bezüglich zumindest einer Art von ionisierender Strahlung, beispielsweise Beta- oder Gammastrahlung, gemessen wurden, erstellt wird. Die Steuer- und Verarbeitungseinheit steuert die Selektionseinrichtung entsprechend dem Auswahl-signal an, sodass vorteilhafterweise sichergestellt ist, dass die Materialien aufgrund der ihnen jeweils zugeordneten Messwerte einem entsprechenden Materialstrom zugeordnet werden, und derart kontaminierte und nicht kontaminierte Materialien getrennt voneinander beispielsweise in verschiedene Behälter gefördert werden.

[0030] Weiters können mit einer derartigen Förderanlage eine besonders kleinteilige Untersuchung der unsortierten, potentiell mit radioaktiven Stoffen kontaminierten, Materialien und eine besonders zuverlässige Sortierung von potentiell mit radioaktiven Stoffen kontaminierten Materialien, die unterschiedliche Arten von radioaktiver Strahlung abgebenden, erzielt werden.

[0031] Ein besonders zuverlässige Trennung von mit radioaktiven Nukliden kontaminierten und nicht kontaminierten Materialien kann bereitgestellt werden, wenn die Steuer- und Verarbeitungseinheit dazu ausgebildet ist, ein Auswahl-signal nach einem erfindungsgemäßen Verfahren und/oder einen Messwert nach einem erfindungsgemäßen Verfahren zu ermitteln.

[0032] Eine besonders kleinteilige Sortierung der potentiell mit radioaktiven Stoffen kontaminierten Materialien kann erzielt werden, wenn die Steuer- und Verarbeitungseinheit dazu ausgebildet ist, das Auswahl-signal kontinuierlich zu erstellen und die zumindest eine Selektionseinrichtung dazu ausgebildet ist, die geförderten Materialien kontinuierlich an einen der zumindest zwei Materialströme in Abhängigkeit vom Auswahl-signal weiterzuleiten.

[0033] Eine besonders rasche Sortierung größerer Mengen von potentiell mit radioaktiven Stoffen kontaminierten Materialien kann erzielt werden, wenn die Steuer- und Verarbeitungseinheit dazu ausgebildet ist, das Auswahl-signal diskontinuierlich für vorgegebene Mengeneinheiten, insbesondere batchweise, zu erstellen und die zumindest eine Selektionseinrichtung dazu ausgebildet ist, die geförderten Materialien diskontinuierlich in vorgegebenen Mengeneinheiten, insbesondere batchweise, an einen der zumindest zwei Materialströme in Abhängigkeit vom Auswahl-signal weiterzuleiten.

[0034] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und den beiliegenden

Zeichnungen.

[0035] Die Erfindung ist im Folgenden anhand von besonders vorteilhaften, aber nicht einschränkend zu verstehenden Ausführungsbeispielen in den Zeichnungen schematisch dargestellt und wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beispielhaft beschrieben.

[0036] Im Folgenden zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Förderanlage zur Durchführung eines ersten Ausführungsbeispiels eines Verfahrens zum Behandeln und Sortieren von potentiell mit radioaktiven Stoffen kontaminierten Materialien,
 Fig. 2 einen Ausschnitt einer Förderanlage gemäß Fig. 1 mit einem Sensor,
 Fig. 3 einen Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Förderanlage mit mehreren Sensoren,
 Fig. 4 ein erstes Auswertungsbeispiel,
 Fig. 5 eine schematische Darstellung des Einflusses von Quereinstrahlung auf die Messwerte einzelner Sensoren,
 Fig. 6 ein erfindungsgemäßes Auswertungsbeispiel mit Berücksichtigung der Quereinstrahlung.

[0037] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Förderanlage 100 zur Durchführung eines Verfahrens zum Behandeln und Sortieren von potentiell mit radioaktiven Stoffen kontaminierten Materialien 10. Wie in Fig. 1 ersichtlich ist, umfasst die Förderanlage 100 eine Fördereinrichtung 1, beispielsweise ein Förderband, auf dem potentiell mit radioaktiven Stoffen kontaminierte Materialien 10 gefördert werden. Bei den potentiell kontaminierten Materialien 10 kann es sich beispielsweise um Schüttgut wie Lockergesteinsmaterial verschiedener Korngrößen, aber auch um potentiell kontaminierten Abfall handeln.

[0038] Am Ende der Fördereinrichtung 1 gelangen die zu sortierenden, potentiell kontaminierten, Materialien 10 in eine Selektionseinrichtung 3. Bei einer derartigen Selektionseinrichtung 3 kann es sich beispielsweise um eine drehbar gelagerte Trommel handeln, die von der Trommelachse radial abstehende Wandungen 31a, 31b, 31c aufweist, sodass dadurch Bechersegmente 32a, 32b, 32c ausgebildet sind. Von der Fördereinrichtung 1 herabfallende Materialien 10 gelangen in diese Bechersegmente 32a, 32b, 32c und werden in unterschiedliche Behälter 4a, 4b, beispielsweise Fässer, befördert.

[0039] Dazu weist die Selektionseinrichtung 3 eine Antriebseinheit 32 auf, die die Selektionseinrichtung 3 und somit die Bechersegmente 32a, 32b, 32c der Selektionseinrichtung 3 um jeweils einen Bogenabschnitt von beispielsweise 120° weiter dreht und die Materialien 10 abhängig von der Drehrichtung der Selektionseinrichtung 3 in unterschiedliche Behälter 4a, 4b gefördert werden.

[0040] Zum Sortieren der potentiell mit radioaktiven Stoffen kontaminierten Materialien 10 werden die unsortierten Materialien 10 zunächst auf die Fördereinrichtung 1 gebracht, verteilt und auf der Fördereinrichtung 1 bzw. dem Förderband unter zumindest einem Sensor 2 hindurch gefördert. Soll eine besonders gleichmäßige Verteilung der unsortierten Materialien 10 erzielt werden, kann die Förderanlage 100 optional z.B. einen Rechen umfassen, der eine möglichst gleichmäßige Belegung der Fördereinrichtung 1 sicherstellt. Optional kann die Förderanlage 100 beispielsweise eine optische Bandwaage umfassen, um diese Belegung der Fördereinrichtung 1 zu überprüfen, eine Aussage über die Schüttdicke zu ermöglichen und eine mangelnde Belegung frühzeitig zu detektieren.

[0041] Im Zuge der Beförderung werden einzelne Bereiche der unsortierten Materialien 10 hinsichtlich zumindest einer Form von ionisierender Strahlung vermessen. Dabei sind bezüglich des Sensoraufbaus verschiedenste Varianten möglich. In einem ersten, einfachen Ausführungsbeispiel eines Verfahrens, kommt eine Förderanlage 100 mit nur einem Sensor 2 für ionisierende Strahlung zum Einsatz, wie sie in Fig. 2 schematisch dargestellt ist. Der Sensor 2 ist in Fig. 2 normal zur Transportrichtung T der Fördereinrichtung 1 angeordnet und sein Messbereich erstreckt über die gesamte Breite der Fördereinrichtung 1.

[0042] Der Sensor 2 steht mit einer Steuer- und Verarbeitungseinheit 5 in Datenkommunikation, und die vom Sensor 2 ermittelten Messwerte werden in einem Speicher 51 der Steuer- und Verarbeitungseinheit 5 zwischengespeichert. Dabei werden die Messwerte demjenigen Bereich der geförderten Materialien 10 zugeordnet, der sich zum jeweiligen Aufnahmezeitpunkt im Messbereich des Sensors 2 befindet. Die Position der vermessenen geförderten Materialien 10 auf der Fördereinrichtung 1 kann z.B. über die Positionsänderung zwischen zwei Messungen durch einen Drehgeber an einer nicht angetriebenen Walze bestimmt und von der Steuer- und Verarbeitungseinheit 5 den jeweils ermittelten Messwerten zugewiesen werden.

[0043] Am Ende der Fördereinrichtung 1 werden die geförderten Materialien 10 der Selektionseinrichtung 3 zugeführt, die die bei ihr einlangenden geförderten Materialien 10 in Abhängigkeit von einem Auswahlsignal an einen von zumindest zwei Materialströmen weiterleitet. Das Auswahlsignal wird dabei in Abhängigkeit von demjenigen Messwert erstellt, der den Materialien 10 zugeordnet wurde, die sich aktuell im Bereich der Selektionseinrichtung 3 befinden.

[0044] Die Steuer- und Verarbeitungseinheit 5 ist mit der Selektionseinrichtung 3 bzw. deren Antriebseinheit 32 verbunden und aktiviert die Antriebseinheit 32 der zumindest einen Selektionseinrichtung 3 zur Drehung. Die Drehrichtung ist dabei abhängig vom ermittelten Auswahlsignal ist, sodass die Materialien 10 dem entsprechenden Materialstrom zugeführt werden, und derart kontaminierte und nicht kontaminierte Materialien getrennt voneinander in verschiedene

Behälter 4a, 4b gefördert werden. Eine derartige Ausgestaltung der Förderanlage ermöglicht es vorteilhafterweise, Materialien 10 nicht nur in vorgegebenen Mengeneinheiten bzw. Batchgrößen, d.h. diskontinuierlich, zu bewerten und zu sortieren. Alternativ dazu können die Materialien 10 auch zu einem beliebigen Zeitpunkt, z.B. bei Änderung der für die Materialien 10 ermittelten Messwerte, dem entsprechenden Materialstrom zugeordnet werden, indem das betreffende

Auswahlsignal geändert wird.

[0045] Dazu wird beispielsweise kontinuierlich ein Auswahlsignal für diejenigen Materialien 10 bereitgestellt, die aktuell von der Fördereinrichtung 1 der Selektionseinrichtung 3 zugeführt wurden bzw. in ein Bechersegment 32a, 32b, 32c der Selektionseinrichtung 3 gelangt sind, sodass diese Materialien 10 von der Selektionseinrichtung 3 auch kontinuierlich dem, dem Auswahlsignal entsprechenden, Materialstrom zugeordnet werden. Dies bedeutet, dass eine Weiterleitung an den entsprechenden Materialstrom in unterschiedlichsten Teilmengen zu beliebigen Zeitpunkten möglich ist, wenn beispielsweise der für die jeweiligen Materialien 10 ermittelte Messwert einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet.

[0046] Alternativ zu diesem einfachen Ausführungsbeispiel eines Verfahrens, bei dem nur ein Sensor 2 für ionisierende Strahlung zum Einsatz kommt, kann auch ein komplexerer, erfindungsgemäßer Aufbau mit mehreren Sensoren zum Einsatz kommen. Beispielsweise können auch zwei für unterschiedliche Strahlungsarten sensitive Sensoren 2, 21 in Transportrichtung T betrachtet hintereinander angeordnet sein. Dabei kann es sich beispielsweise um einen Sensor 2 für Gammastrahlung und einen Sensor 21 für Betastrahlung handeln. Optional können auch mehr als zwei Sensoren, die für unterschiedliche Strahlungsarten und/oder Energiebereiche sensitiv sind, hintereinander angeordnet werden.

[0047] Die hintereinander angeordneten Sensoren 2, 21 können jeweils Messwerte in Bezug auf einen Messbereich 20 ermitteln, der die gesamte Breite der Fördereinrichtung 1 bzw. des Förderbands abdeckt. Die einzelnen Messwerte werden dabei jeweils im Speicher 51 der Steuer- und Verarbeitungseinheit 5 hinterlegt, wobei alle Messwerte, die jeweils von demselben Bereich der geförderten Materialien 10 stammen, gemeinsam abgespeichert und bei der Bildung des Auswahlsignals für die Betätigung der Selektionseinrichtung 3 verwendet werden.

[0048] Optional können die Messungen auch mit einer Vielzahl von gleichartigen Sensoren 2a, ..., 2d; 21a, ..., 21d vorgenommen werden, wie dies beispielhaft in Fig. 3 dargestellt ist. Der Aufnahmebereich jedes der Sensoren 2a, ..., 2d; 21a, ..., 21d deckt dabei jeweils nur einen Teilbereich 1a, ..., 1d der Breite der Fördereinrichtung 1 bzw. des Förderbands ab.

[0049] Eine derartige erfindungsgemäße Sensoranordnung ist in Fig. 3 beispielhaft dargestellt, wo vier beispielsweise für Gammastrahlung sensitive Sensoren 2a, ..., 2d in Transportrichtung T nebeneinander angeordnet sind, sodass der Aufnahmebereich 20a, ..., 20d jedes der Sensoren 2a, ..., 2d jeweils einen Teilbereich 1a, ..., 1d der Breite des Förderbands abdeckt. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist in Transportrichtung T betrachtet vor jedem der Sensoren 2a, ..., 2d ein weiterer Sensor 21a, ..., 21d, der für andere Strahlungsarten und/oder Energiebereiche sensitiv ist, angeordnet. Dies ist jedoch keinesfalls zwingend erforderlich und eine effiziente Sortierung von potentiell kontaminierten und nicht kontaminierten Materialien 10 kann mit einem erfindungsgemäßen Verfahren auch erzielt werden, wenn nur ein Sensortyp verwendet wird.

[0050] Der Abdeckungsbereich der weiteren unterschiedlichen Sensoren 21a, ..., 21d weist im Ausführungsbeispiel in Fig. 3 dieselbe Breite auf, wie der Abdeckungsbereich 20a, ..., 20d der Sensoren 2a, ..., 2d.

[0051] Wie in Fig. 3 gezeigt ist, wird bei einer derartigen mit einer Anzahl von nebeneinander angeordneten Sensoren 2a, ..., 2d; 21a, ..., 21d ausgestatteten Förderanlage 100a die Selektion mit einer Vielzahl von separaten Selektionseinrichtungen 3a, ..., 3d vorgenommen. Jede Selektionseinrichtung 3a, ..., 3d ist dabei jeweils einem der Sensoren 2a, ..., 2d; 21a, ..., 21d bzw. dem jeweils abgedeckten Teilbereich 1a, ..., 1d der Breite der Fördereinrichtung 1 zugeordnet. Dies bedeutet, dass die einander zugeordneten Selektionseinrichtungen 3a, ..., 3d und Sensoren 2a, ..., 2d; 21a, ..., 21d jeweils denselben Teilbereich 1a, ..., 1d der Breite der Fördereinrichtung 1 abdecken.

[0052] Das Auswahlsignal für jede der Selektionseinrichtungen 3a, ..., 3d wird dabei auf Grundlage der zwischengespeicherten Messwerte der ihr jeweils zugeordneten Sensoren 2a, ..., 2d; 21a, ..., 21d ermittelt. Diese bedeutet beispielsweise, dass das Auswahlsignal für die Selektionseinrichtung 3a auf Grundlage der Messwerte der Sensoren 2a; 21a gebildet wird, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist.

[0053] Für die Bildung des Auswahlsignals werden Messwerte herangezogen, deren Aufnahmezeitpunkt eine vorgegebene Zeitspanne zurückliegt. Diese Zeitspanne entspricht in den gezeigten Ausführungsbeispielen in den Fig. 1 bis Fig. 6 der Zeit, die die Beförderung der Materialien 10 vom Aufnahmebereich des jeweiligen Sensors 2a, ..., 2d; 21a, ..., 21d bis zur Position der Selektionseinrichtung 3 an der Fördereinrichtung 1 entspricht.

[0054] Im Fall, dass mehrere hintereinander angeordnete Sensoren 2a, ..., 2d; 21a, ..., 21d, die z. B. für unterschiedliche Strahlungsarten und/oder Energiebereiche sensitiv sind, Messwerte im Bezug auf Bereiche der geförderten Materialien 10 ermitteln, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist, werden dabei jeweils unterschiedliche vorgegebene Zeitspannen berücksichtigt. Dies ist dadurch bedingt, dass die Zeitspannen, die vergehen, bis die Materialien 10 vom Aufnahmebereich eines jeweiligen Sensors bis zur Position der Selektionseinrichtung 3a, ..., 3d an der Fördereinrichtung 1 einlangen, verschieden sind.

Ermittlung eines Auswahlsignals

[0055] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren kann die Ermittlung des Auswahlsignals zur Ansteuerung einer Selektionseinrichtung 3 oder mehrerer Selektionseinrichtungen 3a, ..., 3d auf unterschiedliche Weise durch digitale Filter erfolgen. Als ein derartiger digitaler Filter wird im Zusammenhang mit der Erfindung beispielsweise das Gewichten und Summieren der einzelnen ermittelten Messwerte oder das Ermitteln eines Maximalwerts unter den einzelnen Messwerten verstanden. Beispielsweise kann ein Mittelwert z.B. ein gleitender Mittelwert, oder ein Maximalwert auf Grundlage der ermittelten Messwerte gebildet werden.

[0056] Dieser Mittelwert oder Maximalwert kann beispielsweise für die unsortierten Materialien 10 ermittelt werden, die innerhalb eines vorgegebenen zeitlichen Intervalls an einem betreffenden Sensor, z.B. einem Gamma-Detektor, vorbeitransportiert werden, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist. Das zeitliche Intervall kann dabei an den Aufnahmebereich des jeweiligen Sensors 2, 21 angepasst sein und eine Länge von z.B. mehreren Sekunden aufweisen. Überschreitet der derart ermittelte Mittelwert oder Maximalwert einen vorgegebenen Schwellenwert T_h , werden die betreffenden Materialien 10 als kontaminiert betrachtet und von der betreffenden Selektionseinrichtung 3 dem entsprechenden Materialstrom zugeordnet.

[0057] Alternativ dazu kann ein Auswahlsignal auf Basis der über ein variables Zeitintervall gemittelten Gamma- oder Beta-Messwerte, das z.B. abhängig vom Ausmaß der zeitlichen Änderung der Messwerte ist, abgeleitet werden.

[0058] Handelt es sich bei den eingesetzten Sensoren beispielsweise um Betastrahlungs-Detektoren, kann auf Grundlage beispielsweise eines gleitenden Mittelwerts über die Betastrahlungs-Messwerte, z.B. die Betastrahlungs-Intensität, innerhalb eines definierten Zeitintervalls von beispielsweise mehreren Sekunden ein Auswahlsignal für die Weiterleitung der geförderten Materialien 10 abgeleitet werden.

[0059] Weiters alternativ dazu kann auf Basis der über ein definiertes, kurzes Zeitintervall von z.B. 1 s, summierten Betastrahlungs-Messwerte eine Sortierentscheidung bzw. ein diesbezügliches Auswahlsignal auf Basis des maximalen Betastrahlungs-Messwerts innerhalb eines definierten längeren Intervalls von z.B. 16 s abgeleitet werden.

[0060] Generell ist die Heranziehung des Maximums der Messwerte über ein definiertes Zeitintervall als Auswahlsignal besonders vorteilhaft, da in diesem Fall nur ein geringeres Risiko einer Unterschätzung der Kontamination besteht, da statistische Schwankungen hin zu niedrigeren Messwerten, die fälschlicherweise auf eine besonders geringe Kontamination schließen lassen würden, nicht in das Sortierkriterium einbezogen werden.

Einfluss von Quereinstrahlung

[0061] Für die Bildung eines Auswahlsignals können auch mit zumindest einem Sensor 2, der die gesamte Breite der Fördereinrichtung 1 abdeckt, ermittelte Messwerte einer Gamma-Spektralmessung für eine Anzahl von unterschiedlichen Teilchenenergien herangezogen werden. Alternativ dazu können mehrere gleichartige, nebeneinander angeordnete Sensoren 2a, ..., 2d für die Ermittlung von Gammaskpektren herangezogen werden. Ein derartiger Sensoraufbau zur Ermittlung von Gammastrahlungs-Messwerten ist im Ausführungsbeispiel in Fig. 5 gezeigt. Bei der Erstellung des Selektionssignals wird dabei beispielsweise eine gewichtete Summe der einzelnen Spektralmesswerte des Gammaskpektrums verwendet.

[0062] Deckt der Aufnahmebereich 20a, ..., 20d jedes der Sensoren 2a, ..., 2d jeweils nur einen Teilbereich 1a, ..., 1d der Breite der Fördereinrichtung 1 bzw. des Förderbands ab, kann zusätzlich Quereinstrahlung aus benachbarten Messbereichen einen Beitrag zum Messwert, den ein jeweiliger Sensor 2a, ..., 2d misst, liefern, wie dies in Fig. 5 dargestellt ist.

[0063] Fig. 5 zeigt drei Sensoren 2a, 2b, 2c mit Aufnahmebereichen 20a, 20b, 20c, die jeweils Fördereinrichtungs-Teilbereiche 1a, 1b, 1c erfassen. Für den in Fig. 5 dargestellten Sensor 2b mit dem Aufnahmebereich 20b liefert beispielsweise Material 10, das auf den benachbarten Teilbereichen 1a, 1c der Fördereinrichtung 1 gefördert wird bzw. Strahlung, die von diesen Materialien 10 abgegeben wird, einen Beitrag zum Messwert, den der Sensor 2b misst. Dies bedeutet, dass eine seitliche Einstrahlung von Materialanteilen, die nicht direkt unter dem Aufnahmebereich 20b, aber unmittelbar dazu benachbart liegen, einen Beitrag zum Messwert im Aufnahmebereich 20b liefert.

[0064] Auch Einstrahlung aus den Abschnitten des Teilbereichs 1b der Fördereinrichtung 1, die sich bereits aus dem Aufnahmebereich 20b des Detektors 2b bewegt haben oder noch nicht in den Aufnahmebereich 20b eingetreten sind, liefert Strahlungsanteile, die vom Sensor 2b erfasst werden. Ein um diesen Einfluss von Quereinstrahlung korrigierter Messwert wird dabei ermittelt, indem vom jeweils für einen Aufnahmebereich 20a, ..., 20d eines Fördereinrichtungs-Teilbereichs 1a, ..., 1d ermittelten Messwert die Messwerte zeitlich oder örtlich benachbarter Fördereinrichtungs-Teilbereiche 1a, ..., 1d in gewichteter Form abgezogen werden.

[0065] Ein schematisches Beispiel für diese Vorgangsweise ist in Fig. 6 dargestellt. Fig. 6 zeigt einen Ausschnitt von drei Fördereinrichtungs-Teilbereichen 1a, 1b, 1c einer Fördervorrichtung 1, der sich entlang der Transportrichtung T bewegt. Für den Aufnahmebereich 20b des in Fig. 5 dargestellten Sensors 2b wird ein Gammaskpektrum aufgenommen und soll um den Beitrag der Gammaskpektren, die für örtlich rechts bzw. links benachbarte Fördereinrichtungs-Teilbereiche 1a, 1c ermittelt wurden und um den Beitrag der Gammaskpektren, die für die zeitlich vorangehenden bzw. nach-

folgenden Bereiche des Teilbereichs 1b ermittelt wurden, korrigiert werden.

[0066] Um diese Vorgehensweise zu verdeutlichen, sind in Fig. 6 schematisch das zu korrigierende Gammaskpektrum des Aufnahmebereichs 20b des Detektors 2b, sowie die für die Korrektur zu berücksichtigenden Gammaskpektren der örtlich benachbarten bzw. zeitlich vorangehenden und nachfolgenden Fördereinrichtungs-Teilbereiche dargestellt. Die Korrektur ist schematisch durch Subtraktionszeichen zwischen den betreffenden Gammaskpektren angedeutet.

[0067] Für die Korrektur werden beispielsweise von den Sensoren 2a, 2c Spektren für die örtlich benachbarten Aufnahmebereiche 20a, 20c, die in Fig. 5 dargestellt sind, aufgenommen und im Speicher 51 der Steuer- und Verarbeitungseinheit 5 hinterlegt. Die Gammaskpektren für die vom Sensor 2b für den zeitlich vorangehenden bzw. nachfolgenden Bereich des Teilbereichs 1b wurden bzw. werden ebenfalls aufgenommen im Speicher 51 hinterlegt. Die Korrektur eines jeweiligen Gammaskpektrums erfolgt beispielsweise durch einen gewichteten z.B. prozentuellen Abzug der benachbarten Spektren.

[0068] Für die Korrektur der ermittelten Gamma-Messwerte kann auch eine energieabhängige Gewichtung der benachbarten Gamma-Messwerte vorgenommen werden, wobei beispielsweise höher energetische Anteile der Gamma-Messwerte beim Abzug stärker gewichtet werden, als niederenergetische Anteile. Für die Erstellung des Auswahlsignals können auch einzelne Bereiche des Gammaskpektrums, die bestimmten interessierenden radioaktiven Stoffen zugeordnet sind, höher gewichtet werden, als die übrigen Bereiche.

Weighting Factor bzw. Quotientensumme

[0069] Für die Bildung eines Auswahlsignals können auch mit zumindest einem Sensor 2, der die gesamte Breite der Fördereinrichtung 1 abdeckt, ermittelte Messwerte einer Gamma-Spektralmessung für eine Anzahl von unterschiedlichen Teilchenenergien als Grundlage für die Berechnung von weighting factors bzw. Quotientensummen verwendet werden. Für eine derartige Gamma-Spektralmessung können beispielsweise Germanium-Detektoren zum Einsatz kommen.

[0070] Die Steuer- und Verarbeitungseinheit 5 summiert in diesem Fall beispielsweise die einzelnen ermittelten Gammaskpektren der jeweiligen für Gammastrahlung sensitiven Sensoren 2 anhand ihrer Positionsangabe über einen vorgegebenen Längenbereich des Förderbandes bzw. ein vorgegebenes Zeitintervall, dessen Länge an die Größe des Aufnahmebereichs des jeweiligen Sensors 2 angepasst ist.

[0071] Somit wird bei einer vorgegebenen Messzeit von z.B. einer Sekunde und bei einer Transportgeschwindigkeit der Fördereinrichtung 1 von z.B. 1 cm/s und einer Summierung über z.B. 230 mm Förderbandlänge im Mittel über die aktuellsten 23 einzelnen Gammaskpektren summiert. Mit jedem neuem einzelnen Gammaskpektrum, das aufgenommen wird, wird das jeweils zeitlich älteste Gammaskpektrum des vorgegebenen Zeitintervalls nicht mehr für Summenbildung berücksichtigt.

[0072] Die Gesamtaktivität eines jeweiligen Nuklids i unter einem jeweiligen Sensor k ergibt sich für einen bestimmten Zeitpunkt dabei folgendermaßen:

$$A_{ik} = \text{counts}_i / (\text{life time} * \text{efficiency} * \text{abundance})$$

[0073] Dabei sind

A_{ik} ... Gesamtaktivität des Nuklids i unter dem jeweiligen Sensor k, Einheit: [Bq]

counts_i ... die in einem Zeitintervall innerhalb der region of interest (ROI) für das jeweilige Nuklid i am jeweiligen Sensor k gezählten Impulse [dimensionslos]

life time ... die aktive Messzeit des für Gammastrahlung sensitiven Sensors k während des Zeitintervalls, innerhalb dessen die counts gezählt wurden, Einheit: [s]

efficiency... die Detektoreffizienz (Detektor- und Geometrie-spezifisch) bei der für das entsprechende Nuklid i charakteristischen Strahlungsenergie, Einheit: [counts pro ausgesandtem Teilchen]

abundance ... die Wahrscheinlichkeit, mit der das Radionuklid i die Gammastrahlung der entsprechenden Energie aussendet, Einheit: [generierte Teilchen in s⁻¹/Bq]

[0074] Der weighting factor für ein jeweiliges Nuklid i ergibt sich für einen Sensor k für einen bestimmten Zeitpunkt dabei als:

$$WF_{ik} = A_{ik} / (\text{Masse}_k * \text{Grenzwert}_i)$$

[0075] Dabei sind:

WF_{ik} Weighting factor für Nuklid i für den jeweiligen Sensor k, Einheit: [dimensionslos]
 A_{ik} Gesamtaktivität des Nuklids i unter dem jeweiligen Sensor k, Einheit: [Bq],
 $Masse_k$ die unter dem Messfenster befindliche Gesamtmasse in [g], konstanter Faktor auf Basis der bisherigen Erfahrungen
5 Grenzwert_i Grenzwert für dieses Nuklid i in [Bq/g]

[0076] Der weighting factor insgesamt für einen jeweiligen Sensor k für einen bestimmten Zeitpunkt ergibt sich somit als:

$$10 \quad WF_k = \sum_i WF_{ik}$$

[0077] Mit

WF_k Weighting factor für den jeweiligen Sensor k, Einheit: [dimensionslos]
15 WF_{ik} Weighting factor für as jeweilige Nuklid i und den jeweiligen Sensor k, Einheit: [dimensionslos]

[0078] Also gilt insgesamt für den weighting factor für einen jeweiligen Sensor k:

$$20 \quad WF_k = \sum_i \text{counts}_i / (\text{life time} * \text{efficiency} * \text{abundance} * Masse_k * \text{Grenzwert}_i)$$

Aktivitätsanaaben

[0079] Werden die unsortierten Materialien 10, wie zuvor beschrieben, mittels einer Selektionseinheit 3 oder verschiedenen Selektionseinrichtungen 3a, ..., 3d in Behälter 4 gefördert, so kann optional auch eine nuklidspezifische Aktivitätsangabe pro Behälter 4 ermittelt werden. Dazu werden beispielsweise die einzelnen Gamma-Messwerte oder Betastrahlungs-Messwerte, für die dasselbe Auswahlssignal ermittelt wurde und die in Bezug auf Materialien 10 aufgenommen wurden, die demselben Materialstrom zugeordnet wurden, akkumuliert, beispielsweise aufsummiert.

[0080] Optional kann eine Förderanlage 100 zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens auch eine Wiegeeinheit 40 für einen Behälter 4 oder mehrere Behälter 4a, ..., 4d umfassen. So kann beispielsweise Nettomasse der Behälter 4; 4a, ..., 4d im Betrieb bestimmt werden, was bei Vorgabe eines stets gleichen Füllgrads der Behälter 4; 4a, ..., 4d Rückschlüsse auf die Dichte der Materialien 10, die in den jeweiligen Behälter 4; 4a, ..., 4d gefördert wurden, zulässt. Zur Überwachung des Füllstands der Behälter 4; 4a, ..., 4d kann die Förderanlage 100 einen Füllstandssensor 30 umfassen.

[0081] Optional kann eine spezifische Aktivitätsangabe pro Behälter 4 bzw. 4a, ..., 4d ermittelt werden. Dazu wird, wie zuvor beschrieben, eine akkumulierte Aktivität für einen jeweiligen Behälter 4 ermittelt, durch Wiegung des jeweiligen Behälters 4 dessen Gewicht festgestellt und aus diesen beiden Angaben eine spezifische Aktivität ermittelt.

[0082] Ein weighting factor insgesamt für einen jeweiligen Behälter 4; 4a, ..., 4d ergibt sich dabei unter der Annahme, dass der Term $Masse_k$ konstant ist, als Mittelwert über alle WF_k , die in den jeweiligen Behälter 4; 4a, ..., 4d zugeordnet sind.

Vergleich von Gamma- und Betastrahlunas-Messwerten

[0083] Ergänzend kann für die Bildung des Auswahlssignals für die Selektionseinrichtung 3 bzw. mehreren Selektionseinrichtungen 3a, ..., 3d und/oder die Aktivitätsangabe auch ein Vergleich der für denselben Bereich oder Teilbereich der geförderten Materialien 10 ermittelten Gamma-Messwerte mit den jeweils ermittelten Betastrahlungs-Messwerten durchgeführt werden. Da für radioaktive Nuklide bekannt ist, welche Arten von Strahlung bzw. mit welcher Aktivität sie Strahlung abgeben, kann aus einer Gegenüberstellung der Gamma-Messwerte mit den Betastrahlungs-Messwerten abgeschätzt werden, ob zusätzlich zu Nukliden bzw. Stoffen, die sowohl Gamma- als auch Betastrahlung abgeben, Stoffe vorhanden sind, die nur Betastrahlung abgeben. Auf diese Weise können die reinen Betastrahler abgeschätzt werden und deren Aktivität ermittelt werden.

Mehrere Sortierdurchläufe

[0084] Optional kann ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Behandeln und Sortieren von potentiell mit radioaktiven Stoffen kontaminierten Materialien 10 auch als mehrstufiges Verfahren ausgestaltet sein.

[0085] So kann beispielsweise eine Neubewertung der in einem ersten Sortierdurchlauf als kontaminiert klassifizierten Materialien 10 in zumindest einem erneuten Sortierdurchlauf mit geänderten Parametern, beispielsweise anderen

Schwellenwerten, für die Erstellung des Auswahlsignals erfolgen.

[0086] In einem ersten Sortierdurchlauf kann beispielsweise ein relativ niedriger Schwellenwert für die Aussortierung als kontaminiertes Material angewandt werden, wenn z.B. nicht bekannt ist, welche Radionuklide in den zu sortierenden Materialien 10 vorhanden sind. Stellt sich bei einer nachgelagerten Analyse der für die Materialien 10 ermittelten Messwerte heraus, dass nur Nuklide vorhanden sind, die einen höheren Schwellenwert als Sortierschwelle zulassen, kann in diesem Fall ein erneuter Sortierdurchlauf mit einem angepasstem Schwellenwert erfolgen.

[0087] Eine Neubewertung der in einem ersten Sortierdurchlauf als kontaminiert klassifizierten Materialien 10 kann beispielsweise auch erfolgen, wenn bei einer optionalen Wiegung eines jeweiligen Behälters 4; 4a, ..., 4d nachträglich erkannt wird, dass die Schüttdichte der Materialien 10 unterschätzt wurde. Dies hat als Auswirkung, dass, wenn eine Aktivität pro Masse bzw. pro Behälter 4 berechnet wird, diese überschätzt wird.

[0088] Ein erneuter Sortierdurchlauf kann auch erfolgen, wenn nach einem ersten Sortierdurchlauf festgestellt wird, dass großteils unbedenkliche, nicht oder nur gering kontaminierte Materialien 10 mit einigen wenigen hochbelasteten Teilchen versetzt sind, die isolierte, hohe Maxima in ansonsten unauffälligen Messwerten bedingen. In diesem Fall können in einem erneuten zweiten Sortierdurchlauf mit hohem Sortierwert bzw. Schwellenwert diese kontaminierten Teilchen aus den als kontaminiert klassifizierten Materialien 10 heraussortiert werden. Da die hochbelasteten Teilchen im zweiten Sortierdurchlauf derart heraussortiert wurden, tritt in einem weiteren nachfolgenden dritten Sortierdurchlauf, in dem wiederum ein geringerer Sortierwert bzw. Schwellenwert gewählt wird, eine geringere Querstrahlung auf, wodurch auch weitere Anteile des zu sortierenden Materials als unkontaminiert erkannt werden, die im ersten Sortierdurchlauf aufgrund der dort höheren Querstrahlung noch als kontaminiert erkannt wurden.

[0089] Alternativ dazu kann eine Neubewertung der in einem ersten Sortierdurchlauf als nicht kontaminiert klassifizierten Materialien 10 in zumindest einem erneuten Sortierdurchlauf mit geänderten Parametern, beispielsweise anderen Schwellenwerten, für die Erstellung des Auswahlsignals erfolgen. Dies kann beispielsweise erfolgen, wenn sich bei einer nachgelagerten Analyse der für die Materialien 10 ermittelten Messwerte herausstellt, dass ein oder mehrere unerwartete Radionuklide vorhanden sind, für die z.B. ein geringerer Sortierwert oder eine Sortierung mittels Sensoren, die für Gammastrahlung sensitiv sind, erforderlich wäre. Je nach Datenlage ist es in diesem Fall vorteilhaft, die als nicht kontaminiert klassifizierten Materialien 10 mit an das betreffende Nuklid angepassten Parametern erneut einem Sortierdurchlauf zu unterwerfen.

[0090] Alternativ kann ein derartiger erneuter Sortierdurchlauf erfolgen, wenn bei einer optionalen Wiegung eines jeweiligen Behälters 4; 4a, ..., 4d nachträglich erkannt wird, dass die Schüttdichte der Materialien 10 überschätzt wurde. In diesem Fall wurde die Aktivität pro Masse unterschätzt. Je nach Datenlage ist es in diesem Fall vorteilhaft, die als nicht kontaminiert klassifizierten Materialien 10 mit an die Schüttdichte angepassten Parametern erneut zu sortieren.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Behandeln und Sortieren von potentiell mit radioaktiven Stoffen kontaminierten Materialien (10),

- a) wobei unsortierte Materialien (10) auf einer Fördereinrichtung (1) gefördert werden,
 - b) wobei einzelne Bereiche der unsortierten Materialien (10) im Zuge der Beförderung auf der Fördereinrichtung (1) in Hinblick auf zumindest eine Form von ionisierender Strahlung vermessen werden,
 - c) wobei die so ermittelten Messwerte zwischengespeichert und demjenigen Bereich der geförderten Materialien (10) zugeordnet werden, der sich zum Aufnahmezeitpunkt im Messbereich des zumindest einen den Messwert ermittelnden Sensors (2; 21) befindet,
 - d) wobei die geförderten Materialien (10) an einer Position der Fördereinrichtung (1), insbesondere an deren Ende, zumindest einer Selektionseinrichtung (3) zugeführt werden, die die bei ihr einlangenden geförderten Materialien (10) in Abhängigkeit von einem Auswahlsignal an einen von zumindest zwei Materialströmen weiterleitet,
 - e) wobei das jeweilige an die zumindest eine Selektionseinrichtung (3) weitergeleitete Auswahlsignal in Abhängigkeit von demjenigen Messwert oder denjenigen Messwerten ermittelt wird, der oder die dem im Bereich der Selektionseinrichtung (3) befindlichen Teil der Materialien (10) zugeordnet wurde,
- wobei

- die Messungen mit einer Vielzahl von gleichartigen Sensoren (2a, ..., 2d; 21a, ..., 21d) vorgenommen werden, wobei der Aufnahmebereich jedes der Sensoren (2a, ..., 2d; 21a, ..., 21d) jeweils nur einen Teilbereich der Breite der Fördereinrichtung (1) abdeckt,
- eine Selektion mit einer Vielzahl von separaten Selektionseinrichtungen (3a, ..., 3d) vorgenommen wird, wobei jede Selektionseinrichtung (3a, ..., 3d) jeweils einem der Sensoren (2a, ..., 2d; 21a, ..., 21d) zugeordnet ist und die einander zugeordneten Selektionseinrichtungen (3a, ..., 3d) und Sensoren (2a, ..., 2d;

21a, ..., 21d) jeweils denselben Teilbereich der Breite der Fördereinrichtung (1) abdecken, und
 - die Bildung der einzelnen Auswahlssignale für die Selektionseinrichtungen (3a, ..., 3d) jeweils aufgrund der zwischengespeicherten Messwerte des jeweiligen der Selektionseinrichtung (3a, ..., 3d) zugeordneten Sensors (2a, ..., 2d; 21a, ..., 21d) vorgenommen wird

und/oder
 wobei

- für die oder für jede Selektionseinrichtung (3; 3a, ..., 3d) eine Mehrzahl von in Transportrichtung (T) hintereinander befindlichen, für unterschiedliche Strahlungsarten und/oder Energiebereiche sensitiven Sensoren (2; 2a, ..., 2d; 21; 21a, ..., 21d) vorgesehen ist, die jeweils Messwerte in Bezug auf Bereiche der geförderten Materialien (10) ermitteln, die jeweils zu einer Selektionseinrichtung (3; 3a, ..., 3d) gelangen, und
 - die einzelnen Messwerte, die jeweils demselben Bereich von geförderten Materialien (10) zugeordnet sind, gemeinsam abgespeichert und für die Bildung des Auswahlssignals für die Betätigung der jeweiligen Selektionseinrichtung (3; 3a, ..., 3d) verwendet werden.

dadurch gekennzeichnet,

dass ein korrigierter Messwert ermittelt wird, indem vom jeweils ermittelten Messwert eines Fördereinrichtungs-Teilbereichs (1a, ..., 1d) die Messwerte zeitlich und/oder örtlich benachbarter Fördereinrichtungs-Teilbereiche (1a, ..., 1d) in gewichteter Form abgezogen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** die einzelnen ermittelten Messwerte einem digitalen Filter zugeführt werden, wobei insbesondere vorgesehen ist, dass die einzelnen Messwerte gewichtet und/oder summiert werden und/oder dass unter den einzelnen Messwerten ein Maximalwert ermittelt wird, und
dass das derartige durch Filterung ermittelte gefilterte Messwertsignal zur Bildung des Auswahlssignals herangezogen wird und/oder
 - **dass** für die Bildung des Auswahlssignals Messwerte herangezogen werden, die eine vorgegebene Zeitspanne zuvor aufgenommen wurden, wobei diese Zeitspanne insbesondere der Zeit entspricht, die die Beförderung der Materialien (10) vom Aufnahmebereich des zumindest einen Sensors (2, 21) bis zur Position der Selektionseinrichtung (3) auf der Fördereinrichtung (1) entspricht.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Bildung des Auswahlssignals Messwerte unterschiedlicher, für unterschiedliche Strahlungsarten und/oder Energiebereiche sensitiver Sensoren (2; 2a, ..., 2d; 21; 21a, ..., 21d) herangezogen werden, die jeweils unterschiedliche vorgegebene Zeitspannen zuvor aufgenommen wurden, wobei diese Zeitspannen insbesondere derjenigen Zeit entsprechen, die die Beförderung der Materialien (10) vom Aufnahmebereich des jeweiligen Sensors bis zur Position der Selektionseinrichtung (3; 3a, ..., 3d) auf der Fördereinrichtung (1) entsprechen.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Mittelwert, insbesondere ein gleitender Mittelwert, oder ein Maximalwert auf Grundlage der in einem vorgegebenen zeitlichen Intervall, das dem Zeitpunkt vorangeht, an dem sich die Materialien (10) an der Position der Selektionseinrichtung (3; 3a, ..., 3d) auf der Fördereinrichtung (1) befinden, aufgenommenen Messwerte der Sensoren (2; 2a, ..., 2d; 21; 21a, ..., 21d) ermittelt wird und als Auswahlssignal für die Weiterleitung der geförderten Materialien (10) herangezogen wird.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** als Messwert die Ergebnisse einer Gamma-Spektralmessung für eine Anzahl von unterschiedlichen Teilchenenergien herangezogen werden, wobei insbesondere bei der Erstellung des Selektionssignals eine gewichtete Summe der einzelnen Spektralmesswerte des Gammaspektrums verwendet wird, wobei vorzugsweise einzelne Bereiche des Gammaspektrums, die bestimmten interessierenden radioaktiven Stoffen zugeordnet sind, höher gewichtet werden als die übrigen Bereiche und/oder
 - **dass** als Messwert die Betastrahlungsintensität herangezogen wird.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein korrigierter Gamma-Messwert ermittelt wird und dass im Rahmen der Korrektur eine energieabhängige Gewichtung der benachbarten Gamma-Messwerte vorgenommen wird, insbesondere dass höherenergetische Anteile der Gamma-Messwerte beim Abzug stärker gewichtet werden als niederenergetische Anteile der Gamma-Messwerte.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Vergleich der einzelnen Gamma-Messwerte, insbesondere der Ergebnisse der Gamma-Spektralmessung, für eine Anzahl von unterschiedlichen Teilchenenergien mit den Betastrahlungs-Messwerten, die jeweils in Bezug auf denselben Bereich oder Teilbereich der geförderten Materialien (10) ermittelt wurden, durchgeführt wird, wobei derart die Gegenwart von reinen Betastrahlern ermittelt und die Aktivität der reinen Betastrahler abgeschätzt wird.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einzelnen Messwerte für die dasselbe Auswahlsignal ermittelt wurde und die in Bezug auf Materialien (10) aufgenommen wurden, die demselben Materialstrom zugeordnet wurden, akkumuliert werden,

wobei insbesondere vorgesehen ist, dass eine Akkumulation aller Gamma-Messwerte oder Betastrahlungs-Messwerte vorgenommen wird, die demselben Behälter (4; 4a, ..., 4d) zugeführt werden, wobei insbesondere vorgesehen ist, dass die für die jeweils in denselben Behälter (4; 4a, ..., 4d) geförderten Materialien (10) ermittelten Messwerte, insbesondere die Ergebnisse der Gamma-Spektralmessung für eine Anzahl von unterschiedlichen Teilchenenergien, akkumuliert werden, wobei eine massenspezifische Messgröße für jeden Behälter (4; 4a, ..., 4d) ermittelt wird, und wobei ein akkumulierter Messwert, insbesondere die spezifische Aktivität, bestimmter interessierender radioaktiver Nuklide für den jeweiligen Behälter (4; 4a, ..., 4d) abgeleitet wird.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** in einem ersten Sortierdurchlauf als kontaminiert und/oder nicht kontaminiert erkannt und von der zumindest einen Selektionseinrichtung (3; 3a, ..., 3d) an einen diesbezüglichen Materialstrom weitergeleiteten Materialien (10) in zumindest einem erneuten Sortierdurchlauf auf der Fördereinrichtung (1) gefördert und in Hinblick auf zumindest eine Form von ionisierender Strahlung vermessen werden, wobei jeweils erneut ein Auswahlsignal für die jeweilige Selektionseinrichtung (3) in Abhängigkeit von demjenigen Messwert oder denjenigen Messwerten ermittelt wird, der oder die dem im Bereich der Selektionseinrichtung (3) befindlichen Teil der Materialien (10) zugeordnet wurde und/oder

- **dass** die Erstellung des Auswahlsignals und die Weiterleitung der geförderten Materialien (10) an einen der zumindest zwei Materialströme in Abhängigkeit vom Auswahlsignal diskontinuierlich für vorgegebene Mengeneinheiten, insbesondere batchweise, oder kontinuierlich erfolgt.

10. Förderanlage (100) zum Behandeln und Sortieren von potentiell mit radioaktiven Stoffen kontaminierten Materialien (10), insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, umfassend

- eine, insbesondere kontinuierlich laufende, Fördereinrichtung (1) zum Befördern von unsortierten Materialien (10),

- zumindest einen Sensor (2), der auf die Fördereinrichtung (1) gerichtet ist und dazu ausgebildet ist, einzelne Bereiche der unsortierten Materialien (10) im Zuge der Beförderung auf der Fördereinrichtung (1) in Hinblick auf zumindest eine Form von ionisierender Strahlung zu vermessen,

- zumindest eine Selektionseinrichtung (3), der die geförderten Materialien (10) an einer Position der Fördereinrichtung (1), insbesondere an deren Ende, zugeführt werden, wobei die Selektionseinrichtung (3) dazu ausgebildet ist, die bei ihr einlangenden geförderten Materialien (10) in Abhängigkeit von einem Auswahlsignal an einen von zumindest zwei Materialströmen weiterzuleiten und

- eine dem zumindest einen Sensor (2) nachgeschaltete und mit der zumindest einen Selektionseinrichtung (3) verbundene Steuer- und Verarbeitungseinheit (5), wobei die Steuer- und Verarbeitungseinheit (5) dazu ausgebildet ist,

- die von dem zumindest einen Sensor (2) ermittelten Messwerte zwischenspeichern und demjenigen Bereich der geförderten Materialien (10) zuzuordnen, der sich zum Aufnahmezeitpunkt im Messbereich

des den Messwert ermittelnden Sensors (2; 21) befindet,

- ein Auswahlsignal in Abhängigkeit von demjenigen Messwert oder denjenigen Messwerten zu ermitteln, der oder die dem im Bereich der Selektionseinrichtung (3) befindlichen Teil der Materialien (10) zugeordnet wurde, und

- das jeweilige Auswahlsignal an die zumindest eine Selektionseinrichtung (3) weiterzuleiten.

wobei- eine Vielzahl von gleichartigen Sensoren (2a, ..., 2d; 21a, ..., 21d) vorgesehen ist, wobei der Aufnahmebereich jedes der Sensoren (2a, ..., 2d; 21a, ..., 21d) jeweils nur einen Teilbereich der Breite der Fördereinrichtung (1) abdeckt,

- eine Vielzahl von separaten Selektionseinrichtungen (3a, ..., 3d) vorgesehen ist, wobei jede Selektionseinrichtung (3a, ..., 3d) jeweils einem der Sensoren (2a, ..., 2d; 21a, ..., 21d) zugeordnet ist und die einander zugeordneten Selektionseinrichtungen (3a, ..., 3d) und Sensoren (2a, ..., 2d; 21a, ..., 21d) jeweils denselben Teilbereich der Breite der Fördereinrichtung (1) abdecken, und

- die Steuer- und Verarbeitungseinheit (5) dazu ausgebildet ist, die einzelnen Auswahlsignale für die Selektionseinrichtungen (3a, ..., 3d) jeweils aufgrund der zwischengespeicherten Messwerte des jeweiligen der Selektionseinrichtung (3a, ..., 3d) zugeordneten Sensors (2a, ..., 2d; 21a, ..., 21d) zu ermitteln

und/oder

wobei

- für die oder für jede Selektionseinrichtung (3; 3a, ..., 3d) eine Mehrzahl von in Transportrichtung (T) hintereinander befindlichen, für unterschiedliche Strahlungsarten und/oder Energiebereiche sensitiven Sensoren (2; 2a, ..., 2d; 21; 21a, ..., 21d) vorgesehen ist, wobei die Sensoren (2; 2a, ..., 2d; 21; 21a, ..., 21d) jeweils dazu ausgebildet sind, Messwerte in Bezug auf Bereiche der geförderten Materialien (10) zu ermitteln, die jeweils zu einer Selektionseinrichtung (3; 3a, ..., 3d) gelangen, und

- die Steuer- und Verarbeitungseinheit (5) dazu ausgebildet ist, die einzelnen Messwerte, die jeweils demselben Bereich von geförderten Materialien (10) zugeordnet sind, gemeinsam abzuspeichern und bei der Bildung des Auswahlsignals für die Betätigung der jeweiligen Selektionseinrichtung (3; 3a, ..., 3d) heranzuziehen.

dadurch gekennzeichnet, dass

die Steuer- und Verarbeitungseinheit (5) dazu ausgebildet ist, einen korrigierten Messwert nach einem der Ansprüche 1 bis 10 zu ermitteln.

11. Förderanlage (100) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** die Steuer- und Verarbeitungseinheit (5) dazu ausgebildet ist, ein Auswahlsignal nach einem der Ansprüche 2 bis 4 und/oder einen Messwert nach einem der Ansprüche 5 bis 8 zu ermitteln und/oder

- **dass** die Steuer- und Verarbeitungseinheit (5) dazu ausgebildet ist, das Auswahlsignal diskontinuierlich für vorgegebene Mengeneinheiten, insbesondere batchweise, oder kontinuierlich zu erstellen und dass die zumindest eine Selektionseinrichtung (3) dazu ausgebildet ist, die geförderten Materialien (10) diskontinuierlich in vorgegebenen Mengeneinheiten, insbesondere batchweise, oder kontinuierlich an einen der zumindest zwei Materialströme in Abhängigkeit vom Auswahlsignal weiterzuleiten.

Claims

1. Method for processing and sorting materials (10) potentially contaminated with radioactive substances,

a) wherein unsorted materials (10) are conveyed on a conveyor (1),

b) wherein individual portions of the unsorted materials are measured (10) during the course of conveying on the conveyor (1) as regards at least one form of ionising radiation,

c) wherein the measured values determined in this manner are temporarily stored and assigned to the portion of the conveyed materials (10), which is located, at the time of recording, within the measuring range of the at least one sensor (2, 21) determining the measured value,

d) wherein the conveyed materials (10) are fed to at least one selection device (3) at a position of the conveyor (1), in particular at the end thereof, which forwards the conveyed materials (10) arriving at it to one of at least two material streams on the basis of a selection signal,

e) wherein the respective selection signal forwarded to the at least one selection device (3) is determined on the basis of the measured value or measured values, which has/have been assigned to the proportion of the materials (10) located in the range of the selection device (3), wherein

- the measurements are taken with a plurality of similar sensors (2a to 2d and 21a to 21 d), wherein the recording range of each of the sensors (2a to 2d and 21a to 21d) each only covers a partial region of the width of the conveyor (1),
- a selection is performed with a plurality of separate selection devices (3a to 3d), wherein each selection device (3a to 3d) is assigned, in each case, to one of the sensors (2a to 2d and 21a to 21d) and the selection devices (3a to 3d) and sensors (2a to 2d and 21a to 21d) assigned to each other each cover the same partial region of the width of the conveyor (1), and
- the formation of the individual selection signals for the selection devices (3a to 3d) is performed, in each case, on the basis of the temporarily stored measured values for the respective sensor (2a to 2d and 21a to 21d) assigned to the selection device (3a to 3d) and/or wherein
- for the or for each selection device (3, 3a to 3d), a plurality of sensors (2, 2a to 2d and 21, 21a to 21 d) located one behind the other in the conveying direction (T), which are sensitive to different types of radiation and/or energy ranges, are provided, which determine, in each case, measured values as regards portions of the conveyed materials (10), which each arrive at a selection device (3, 3a to 3d), and
- the individual measured values, which are each assigned to the same portion of conveyed materials (10), are stored together and used to form the selection signal for actuation of the respective selection device (3, 3a to 3d).

characterised in that,

a corrected measured value is determined by deducting from each measured value of a partial conveyor region (1a to 1d) determined, the measured values for temporally and/or spatially adjacent partial conveyor regions (1a to 1d) in a weighted form.

2. Method according to claim 1, characterised in that,

- the individual measured values determined are fed to a digital filter, wherein provision is made, in particular, for the individual measured values to be weighted and/or totalled and/or for a maximum value to be determined from the individual measured values, and

- **in that** the filtered measured value signal determined in this manner by filtering is used to form the selection signal

and/or

- **in that** measured values are used to form the selection signal, which have previously been recorded for a predetermined period of time, wherein this period of time corresponds, in particular, to the time taken to convey the materials (10) from the recording range of the at least one sensor (2, 21) to the position of the selection device (3) on the conveyor (1).

3. Method according to claim 2, characterised in that, to form the selection signal, measured values from different sensors (2, 2a to 2d, 21, 21a to 21 d), which are sensitive to different types of radiation and/or energy ranges, are used, each of which has previously been recorded for different predetermined periods of time, wherein these periods of time correspond, in particular, to the time taken to convey the materials (10) from the recording range of the respective sensor to the position of the selection device (3, 3a to 3d) on the conveyor (1).

4. Method according to any one of the preceding claims, characterised in that, a mean value, in particular a moving average, or a maximum value, is determined on the basis of the measured values recorded by the sensors (2, 2a to 2d, 21, 21a to, 21 d) over a predetermined time interval, preceding the moment when the materials (10) are located at the position of the selection device (3, 3a to 3d) on the conveyor (1), and is used as a selection signal for forwarding the conveyed materials (10).

5. Method according to any one of the preceding claims, characterised in that,

- the results of a gamma spectral measurement for a number of different particle energies are used as the measured value, wherein

in particular when generating the selection signal, a weighted total of the individual spectral measured values of the gamma spectrum is used, wherein individual regions of the gamma spectrum, which are assigned to specific radioactive substances of interest, are preferably weighted higher than the other regions and/or

- **in that** the beta radiation intensity is used as the measured value.

6. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a corrected gamma measured value is determined and that an energy-dependent weighting of the adjacent gamma measured values is performed within the framework of correction, in particular that higher-energy components of the gamma measured values are weighted more heavily than lower-energy components of the gamma measured values during draw-off.

7. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a comparison of the individual gamma measured values, in particular the results of the gamma spectral measurement, is performed for a number of different particle energies with the beta radiation measured values, which have been determined, in each case, as regards the same portion or partial portion of the conveyed materials (10), wherein the presence of pure beta radiators is determined in this way and the activity of the pure beta radiators is estimated.

8. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the individual measured values for which the same selection signal has been determined and which have been recorded as regards materials (10), which have been assigned to the same material stream, are accumulated,

wherein provision is made, in particular, for an accumulation of all gamma measured values or beta radiation measured values, which are fed to the same receptacle (4, 4a to 4d), to be performed,

wherein provision is made, in particular, for the measured values determined for the materials (10) conveyed, in each case, into the same receptacle (4, 4a to 4d), in particular the results of the gamma spectral measurement for a number of different particle energies, to be accumulated, wherein a mass-specific measurement variable is determined for each receptacle (4, 4a to 4d), and wherein an accumulated measured value, in particular the specific activity, of specific radioactive nuclides of interest is derived for the respective receptacle (4, 4a to 4d).

9. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that**,

- materials (10) identified in a first sorting pass as contaminated and/or not contaminated and forwarded by the at least one selection device (3, 3a to 3d) to a relevant material stream are conveyed in at least a further sorting pass on the conveyor (1) and measured as regards at least one form of ionising radiation, wherein a selection signal for the respective selection device (3) is again determined on the basis of the measured value or measured values, in each case, which has or have been assigned to the portion of the materials (10) located in the range of the selection device (3)

and/or

- **in that** the generation of the selection signal and forwarding of the conveyed materials (10) to one of the at least two material streams on the basis of the selection signal takes place discontinuously for predetermined quantity units, in particular in batches, or continuously.

10. Conveyor system (100) for processing and sorting materials (10) potentially contaminated with radioactive substances, in particular for implementing a method according to any of claims 1 to 9, comprising

- a conveyor (1), in particular running continuously, for conveying unsorted materials (10),

- at least one sensor (2), which is directed at the conveyor (1) and is designed to measure individual portions of the unsorted materials (10) during the course of conveying on the conveyor (1) as regards at least one form of ionising radiation,

- at least one selection device (3) to which the conveyed materials (10) at a position of the conveyor (1), in particular at the end thereof, are fed, wherein the selection device (3) is designed to forward the conveyed materials (10) arriving at it to one of at least two material streams on the basis of a selection signal and

- a control and processing unit (5) connected downstream of the at least one sensor (2) to the at least one selection device (3), wherein the control and processing unit (5) is designed,

- to temporarily store the measured values determined by the at least one sensor (2) and assign them to the portion of the conveyed materials (10), which is located, at the time of recording, within the measuring range of the sensor (2; 21) determining the measured value,

- to determine a selection signal on the basis of the the measured value or measured values, which has or have

been assigned to the portion of the materials (10) located in the range of the selection device (3), and

- to forward the respective selection signal to the at least one selection device (3).

wherein a plurality of similar sensors (2a to 2d and 21a to 21 d) are provided, wherein the recording range of each of the sensors (2a to 2d and 21a to 21d) each only covers a partial region of the width of the conveyor (1),

- a plurality of separate selection devices (3a to 3d) are provided, wherein each selection device (3a to 3d) is assigned, in each case, to one of the sensors (2a to 2d and 21a to 21d) and the selection devices (3a to 3d) and sensors (2a to 2d and 21a to 21d) assigned to each other each cover the same partial region of the width of the conveyor (1), and

- the control and processing unit (5) is designed to determine the individual selection signals for the selection devices (3a to 3d) in each case on the basis of the temporarily stored measured values for the respective sensor (2a to 2d and 21a to 21d) assigned to the selection device (3a to 3d)

and/or

wherein

- for the or for each selection device (3, 3a to 3d), a plurality of sensors (2, 2a to 2d and 21, 21a to 21d) located one behind the other in the conveying direction (T), which are sensitive to different types of radiation and/or energy ranges, are provided, wherein the sensors (2, 2a to 2d and 21, 21a to 21d) are designed, in each case, to determine measured values as regards portions of the conveyed materials (10), which each arrive at a selection device (3, 3a to 3d), and

- the control and processing unit (5) is designed to store the individual measured values, which are each assigned to the same portion of conveyed materials (10), together and to use them to form the selection signal for actuation of the respective selection device (3, 3a to 3d).

characterised in that

the control and processing unit (5) is designed to determine a corrected measured value according to any of claims 1 to 10.

11. Conveyor system (100) according to claim 10, characterised in that,

- the control and processing unit (5) is designed to determine a selection signal according to any of claims 2 to 4 and/or a measured value according to any of claims 5 to 8 and/or

- **in that** the control and processing unit (5) is designed to generate the selection signal discontinuously for predetermined quantity units, in particular in batches, or continuously and the at least one selection device (3) is designed to forward the conveyed materials (10) to one of the at least two material streams on the basis of the selection signal discontinuously in predetermined quantity units, in particular in batches, or continuously.

Revendications

1. Procédé de traitement et de tri de matériaux potentiellement contaminés par des substances radioactives (10),

a) dans lequel des matériaux non triés (10) sont transportés sur un dispositif de transport (1),

b) dans lequel des zones individuelles des matériaux non triés (10) sont mesurées au cours du transport sur le dispositif de transport (1) en ce qui concerne au moins une forme de rayonnement ionisant,

c) dans lequel les valeurs de mesure ainsi déterminées sont mémorisées temporairement et associées à la zone des matériaux transportés (10) qui se trouve, au moment de l'enregistrement, dans la zone de mesure de l'au moins un capteur (2 ; 21) déterminant la valeur de mesure,

d) dans lequel les matériaux transportés (10) sont amenés à une position du dispositif de transport (1), en particulier à son extrémité, à au moins un dispositif de sélection (3) qui, en fonction d'un signal de sélection, transmet les matériaux transportés (10) lui parvenant à un d'au moins deux flux de matériau,

e) dans lequel le signal de sélection respectif transmis à l'au moins un dispositif de sélection (3) est déterminé en fonction de la valeur de mesure ou des valeurs de mesure qui a ou qui ont été associées à la partie des matériaux (10) se trouvant dans la zone du dispositif de sélection (3), dans lequel

- les mesures sont réalisées avec une pluralité de capteurs (2a, ..., 2d ; 21a, ..., 21d) de même type, dans lequel la zone de réception de chacun des capteurs (2a, ..., 2d ; 21a, ..., 21d) ne couvre respectivement qu'une zone partielle de la largeur du dispositif de transport (1),

- une sélection est réalisée avec une pluralité de dispositifs de sélection séparés (3a, ..., 3d), dans lequel chaque dispositif de sélection (3a, ..., 3d) est associé respectivement à un des capteurs (2a, ..., 2d ; 21a,

..., 21d) et les dispositifs de sélection (3a, ..., 3d) et capteurs (2a, ..., 2d ; 21a, ..., 21d) associés les uns aux autres couvrent respectivement la même zone partielle de la largeur du dispositif de transport (1), et
 - la formation des signaux de sélection individuels pour les dispositifs de sélection (3a, ..., 3d) est réalisée respectivement sur la base des valeurs de mesure mémorisées temporairement du capteur (2a, ..., 2d ; 21a, ..., 21d) respectif associé au dispositif de sélection (3a, ..., 3d) et/ou dans lequel
 - pour le ou pour chaque dispositif de sélection (3 ; 3a, ..., 3d), il est prévu une pluralité de capteurs (2 ; 2a, ..., 2d ; 21 ; 21a, ..., 21d) se trouvant les uns derrière les autres dans la direction de transport (T), sensibles à différents types de rayonnement et/ou à différentes plages d'énergie, qui déterminent respectivement des valeurs de mesure par rapport à des zones des matériaux transportés (10), qui parviennent respectivement à un dispositif de sélection (3 ; 3a, ..., 3d), et
 - les valeurs de mesure individuelles, qui sont respectivement associées à la même zone de matériaux transportés (10), sont mémorisées en commun et utilisées pour la formation du signal de sélection pour l'actionnement du dispositif de sélection respectif (3 ; 3a, ..., 3d)

caractérisé en ce

qu'une valeur de mesure corrigée est déterminée, en soustrayant, sous forme pondérée, les valeurs de mesure de zones partielles de dispositif de transport (1a, ..., 1d) voisines dans le temps et/ou dans l'espace de la valeur de mesure respectivement déterminée d'une zone partielle de dispositif de transport (1a, ..., 1d).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce

- **que** les valeurs de mesure individuelles déterminées sont amenées à un filtre numérique, dans lequel il est en particulier prévu que les valeurs de mesure individuelles soient pondérées et/ou additionnées et/ou qu'une valeur maximale soit déterminée parmi les valeurs de mesure individuelles, et

- **que** le signal de valeur mesurée filtré ainsi déterminé par filtrage est utilisé pour former le signal de sélection

et/ou

- **que**, pour la formation du signal de sélection, des valeurs de mesure qui ont été enregistrées auparavant pendant une période de temps prédéterminée sont utilisées, dans lequel cette période de temps correspond en particulier au temps que dure le transport des matériaux (10) depuis la zone de réception de l'au moins un capteur (2, 21) jusqu'à la position du dispositif de sélection (3) sur le dispositif de transport (1).

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que, pour la formation du signal de sélection, sont utilisées des valeurs de mesure de différents capteurs (2 ; 2a, ..., 2d ; 21 ; 21a, ..., 21d) sensibles à différents types de rayonnement et/ou à différentes plages d'énergie, qui ont été enregistrés respectivement pendant différentes périodes de temps prédéterminées auparavant, dans lequel ces périodes de temps correspondent en particulier au temps qui correspond au transport des matériaux (10) depuis la zone de réception du capteur respectif jusqu'à la position du dispositif de sélection (3 ; 3a, ..., 3d) sur le dispositif de transport (1).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une valeur moyenne, en particulier une valeur moyenne glissante, ou une valeur maximale est déterminée sur la base des valeurs de mesure des capteurs (2 ; 2a, ..., 2d ; 21 ; 21a, ..., 21d) enregistrées dans un intervalle de temps prédéterminé précédant le moment où les matériaux (10) se trouvent à la position du dispositif de sélection (3 ; 3a, ..., 3d) sur le dispositif de transport (1), et est utilisée comme signal de sélection pour la transmission des matériaux transportés (10).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce

- **que** les résultats d'une mesure spectrale gamma pour un certain nombre d'énergies de particules différentes sont utilisés comme valeur de mesure, dans lequel
 en particulier lors de l'établissement du signal de sélection, une somme pondérée des valeurs de mesure spectrale individuelles du spectre gamma est utilisée, dans lequel des zones individuelles du spectre gamma, qui sont associées à certaines substances radioactives d'intérêt, sont de préférence plus fortement pondérées que les zones restantes

et/ou

- **que** l'intensité de rayonnement bêta est utilisée comme valeur de mesure.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une valeur de mesure

gamma corrigée est déterminée et **en ce que**, dans le cadre de la correction, une pondération en fonction de l'énergie des valeurs de mesure gamma voisines est réalisée, en particulier **en ce que** les parts à plus haute énergie des valeurs de mesure gamma sont plus fortement pondérées lors de la déduction que les parts à plus basse énergie des valeurs de mesure gamma.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une comparaison des valeurs de mesure gamma individuelles, en particulier des résultats de la mesure spectrale gamma, est réalisée pour un certain nombre d'énergies de particules différentes avec les valeurs de mesure du rayonnement bêta, qui ont été déterminées respectivement par rapport à la même zone ou zone partielle des matériaux transportés (10), dans lequel la présence d'émetteurs bêta purs est ainsi déterminée et l'activité des émetteurs bêta purs est estimée.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les différentes valeurs de mesure sont accumulées, pour lesquelles le même signal de sélection a été déterminé et qui ont été reçues par rapport à des matériaux (10) qui ont été associés au même flux de matériau,

dans lequel il est prévu en particulier de réaliser une accumulation de toutes les valeurs de mesure gamma ou valeurs de mesure de rayonnement bêta qui sont amenées au même récipient (4 ; 4a, ..., 4d),

dans lequel il est prévu en particulier que les valeurs de mesure déterminées pour les matériaux transportés (10) respectivement dans le même récipient (4 ; 4a, ..., 4d), en particulier les résultats de la mesure spectrale gamma pour un certain nombre d'énergies de particules différentes, sont accumulées, dans lequel une grandeur de mesure spécifique à la masse est déterminée pour chaque récipient (4 ; 4a, ..., 4d) est déterminée, et une valeur de mesure accumulée, en particulier l'activité spécifique, de certains nucléides radioactifs d'intérêt est déduite pour le récipient respectif (4 ; 4a, ..., 4d).

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce**

- **que** des matériaux (10) reconnus comme contaminés et/ou non contaminés lors d'un premier passage de tri et transmis par l'au moins un dispositif de sélection (3 ; 3a, ..., 3d) à un flux de matériau correspondant sont transportés sur le dispositif de transport (1) lors d'au moins un nouveau passage de tri et mesurés en ce qui concerne au moins une forme de rayonnement ionisant, dans lequel un signal de sélection pour le dispositif de sélection (3) respectif est respectivement à nouveau déterminé en fonction de la valeur de mesure ou des valeurs de mesure qui a ou qui ont été associées à la partie des matériaux (10) se trouvant dans la zone du dispositif de sélection (3)

et/ou

- **que** l'établissement du signal de sélection et la transmission des matériaux transportés (10) à un des au moins deux flux de matériau s'effectuent, en fonction du signal de sélection, de manière discontinue pour des unités de quantité prédéfinies, en particulier par lots, ou en continu.

10. Installation de transport (100) pour le traitement et le tri de matériaux potentiellement contaminés par des substances radioactives (10), en particulier pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, comprenant

- un dispositif de transport (1), en particulier en continu, pour le transport de matériaux non triés (10),

- au moins un capteur (2) qui est dirigé vers le dispositif de transport (1) et qui est conçu pour mesurer des zones individuelles des matériaux non triés (10) au cours du transport sur le dispositif de transport (1) en ce qui concerne au moins une forme de rayonnement ionisant,

- au moins un dispositif de sélection (3) auquel les matériaux transportés (10) sont amenés à une position du dispositif de transport (1), en particulier à son extrémité, dans lequel le dispositif de sélection (3) est conçu pour transmettre les matériaux transportés (10) qui lui parviennent à un d'au moins deux flux de matériau en fonction d'un signal de sélection et

- une unité de commande et de traitement (5) en aval de l'au moins un capteur (2) et connectée à l'au moins un dispositif de sélection (3), dans lequel l'unité de commande et de traitement (5) est conçue pour

- mémoriser temporairement les valeurs de mesure déterminées par l'au moins un capteur (2) et les associer à la zone des matériaux transportés (10) qui se trouve, au moment de l'enregistrement, dans la zone de mesure du capteur (2 ; 21) déterminant la valeur de mesure,

- déterminer un signal de sélection en fonction de la valeur de mesure ou des valeurs de mesure qui ont été associées à la partie des matériaux (10) se trouvant dans la zone du dispositif de sélection (3), et

- transmettre le signal de sélection respectif à l'au moins un dispositif de sélection (3),

dans lequel une pluralité de capteurs (2a, ..., 2d ; 21a, ..., 21d) de même type est prévue, dans lequel la zone de réception de chacun des capteurs (2a, ..., 2d ; 21a, ..., 21d) ne couvre respectivement qu'une zone partielle de la largeur du dispositif de transport (1),

- une pluralité de dispositifs de sélection séparés (3a, ..., 3d) est prévue, dans lequel chaque dispositif de sélection (3a, ..., 3d) est associé respectivement à un des capteurs (2a, ..., 2d ; 21a, ..., 21d) et les dispositifs de sélection (3a, ..., 3d) et capteurs (2a, ..., 2d ; 21a, ..., 21d) associés les uns aux autres couvrent respectivement la même zone partielle de la largeur du dispositif de transport (1), et

- l'unité de commande et de traitement (5) est conçue pour déterminer les signaux de sélection individuels pour les dispositifs de sélection (3a, ..., 3d) respectivement sur la base des valeurs de mesure mémorisées temporairement du capteur (2a, ..., 2d ; 21a, ..., 21d) respectif associé au dispositif de sélection (3a, ..., 3d)

et/ou

dans lequel

- pour le ou pour chaque dispositif de sélection (3 ; 3a, ..., 3d), il est prévu une pluralité de capteurs (2 ; 2a, 2d ; 21 ; 21a, ..., 21d) se trouvant les uns derrière les autres dans la direction de transport (T), sensibles à différents types de rayonnement et/ou à différentes plages d'énergie, dans lequel les capteurs (2 ; 2a, ..., 2d ; 21 ; 21a, ..., 21d) sont respectivement conçus pour déterminer des valeurs de mesure par rapport à des zones des matériaux transportés (10) qui parviennent respectivement à un dispositif de sélection (3 ; 3a, ..., 3d), et

- l'unité de commande et de traitement (5) est conçue pour mémoriser ensemble les valeurs de mesure individuelles qui sont respectivement associées à la même zone de matériaux transportés (10) et pour les utiliser lors de la formation du signal de sélection pour l'actionnement du dispositif de sélection respectif (3 ; 3a, ..., 3d),

caractérisé en ce que

l'unité de commande et de traitement (5) est conçue pour déterminer une valeur de mesure corrigée selon l'une quelconque des revendications 1 à 10.

11. Installation de transport (100) selon la revendication 10, caractérisée en ce

- **que** l'unité de commande et de traitement (5) est conçue pour déterminer un signal de sélection selon l'une quelconque des revendications 2 à 4 et/ou une valeur de mesure selon l'une quelconque des revendications 5 à 8 et/ou

- **que** l'unité de commande et de traitement (5) est conçue pour établir le signal de sélection de manière discontinue pour des unités de quantité prédéterminées, en particulier par lots, ou en continu, et en ce que l'au moins un dispositif de sélection (3) est conçu pour transmettre les matériaux transportés (10) de manière discontinue dans des unités de quantité prédéterminées, en particulier par lots, ou en continu, à un des au moins deux flux de matériau en fonction du signal de sélection.

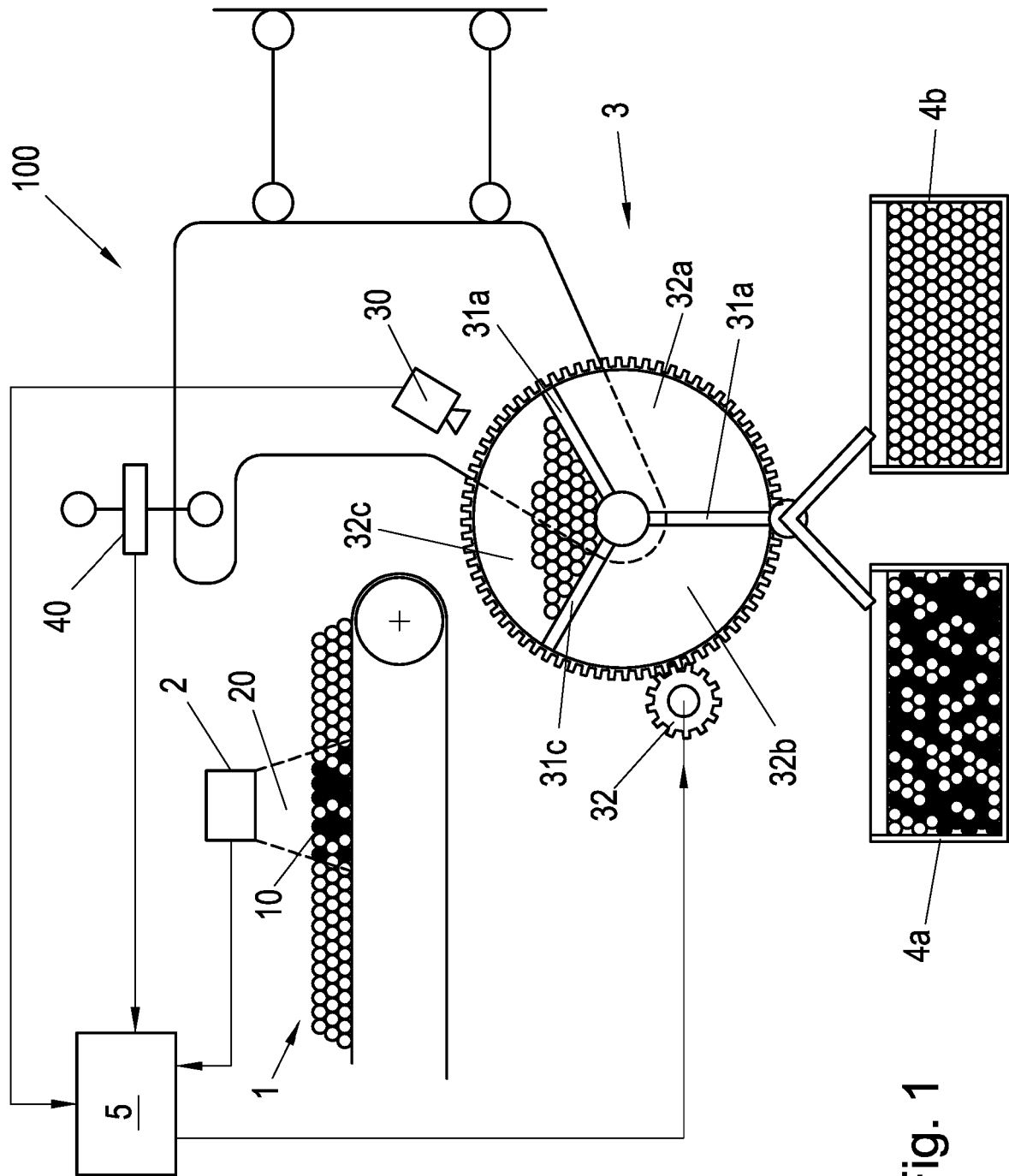


Fig. 1

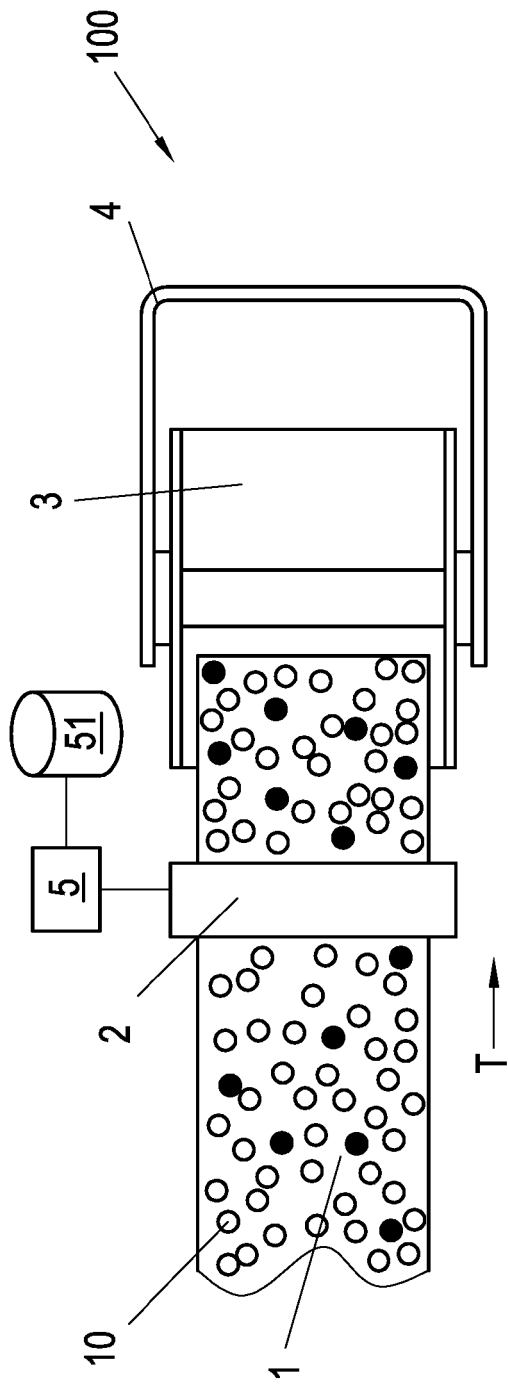


Fig. 2

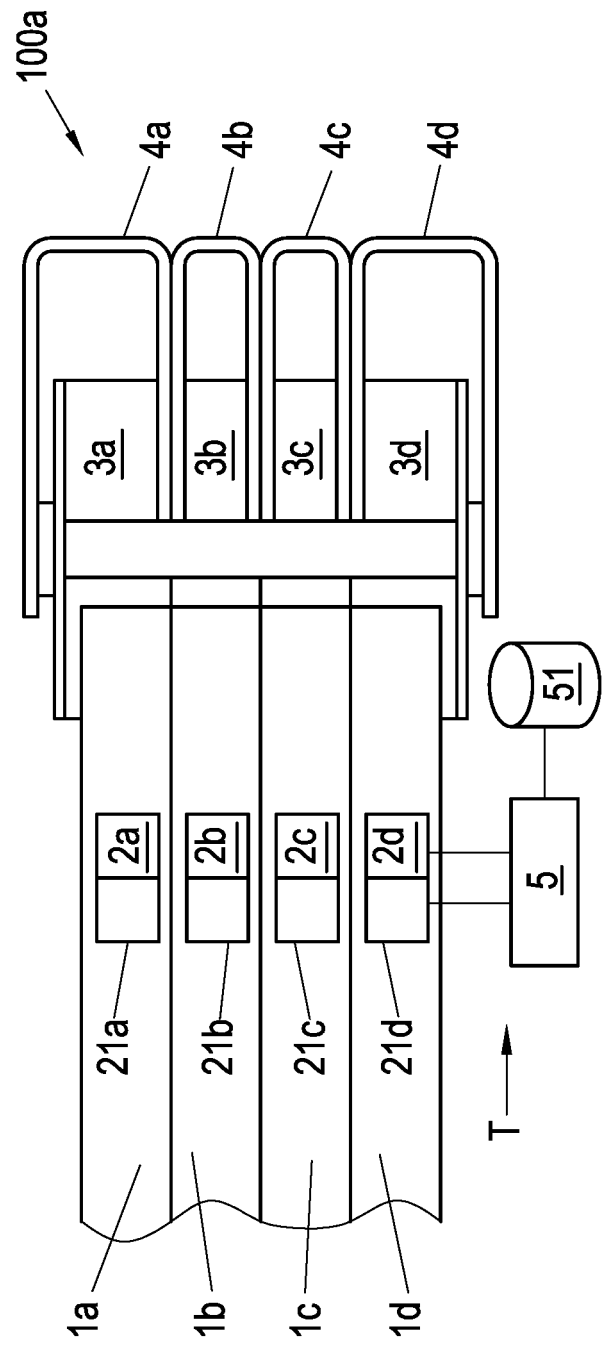


Fig. 3

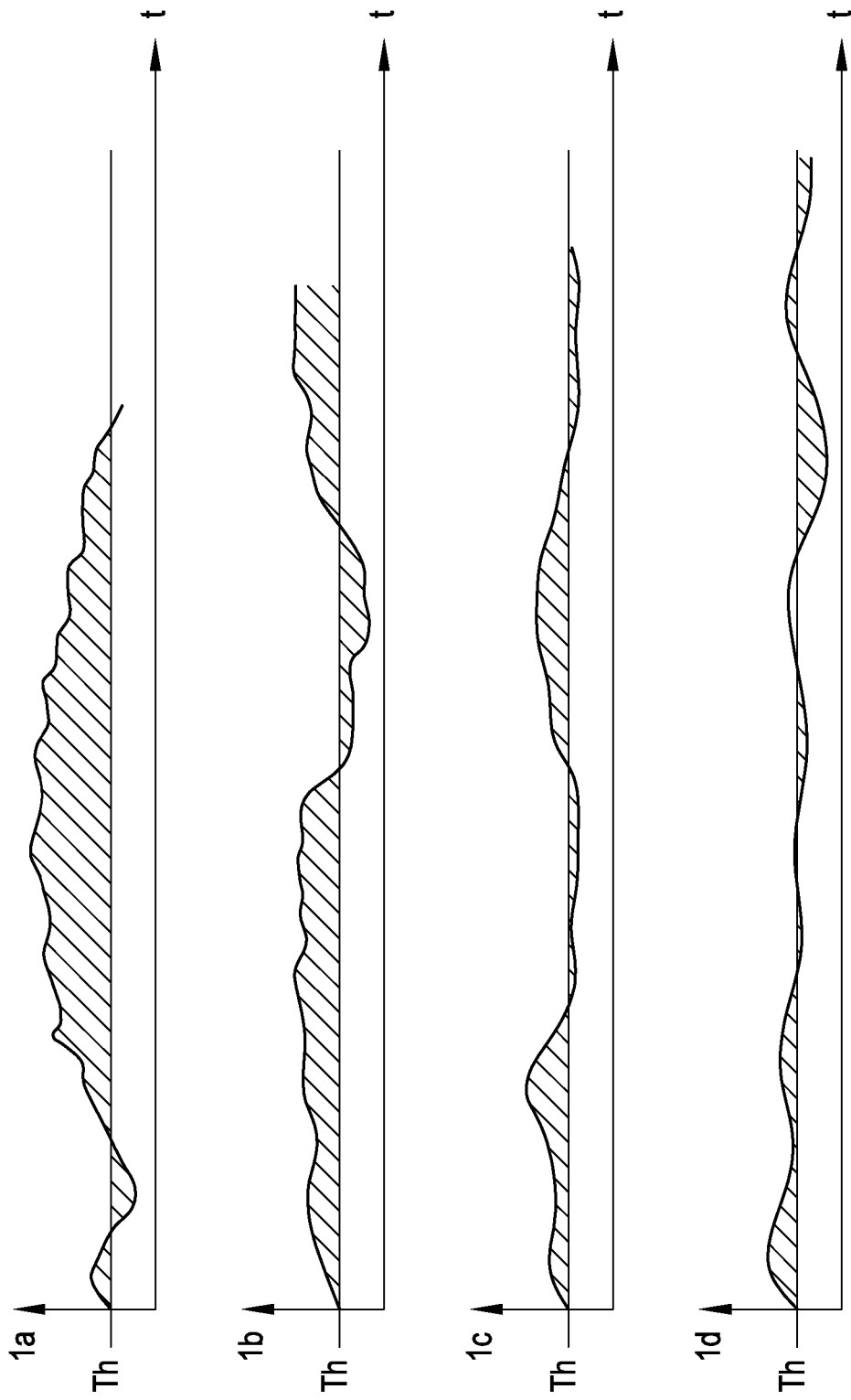


Fig. 4

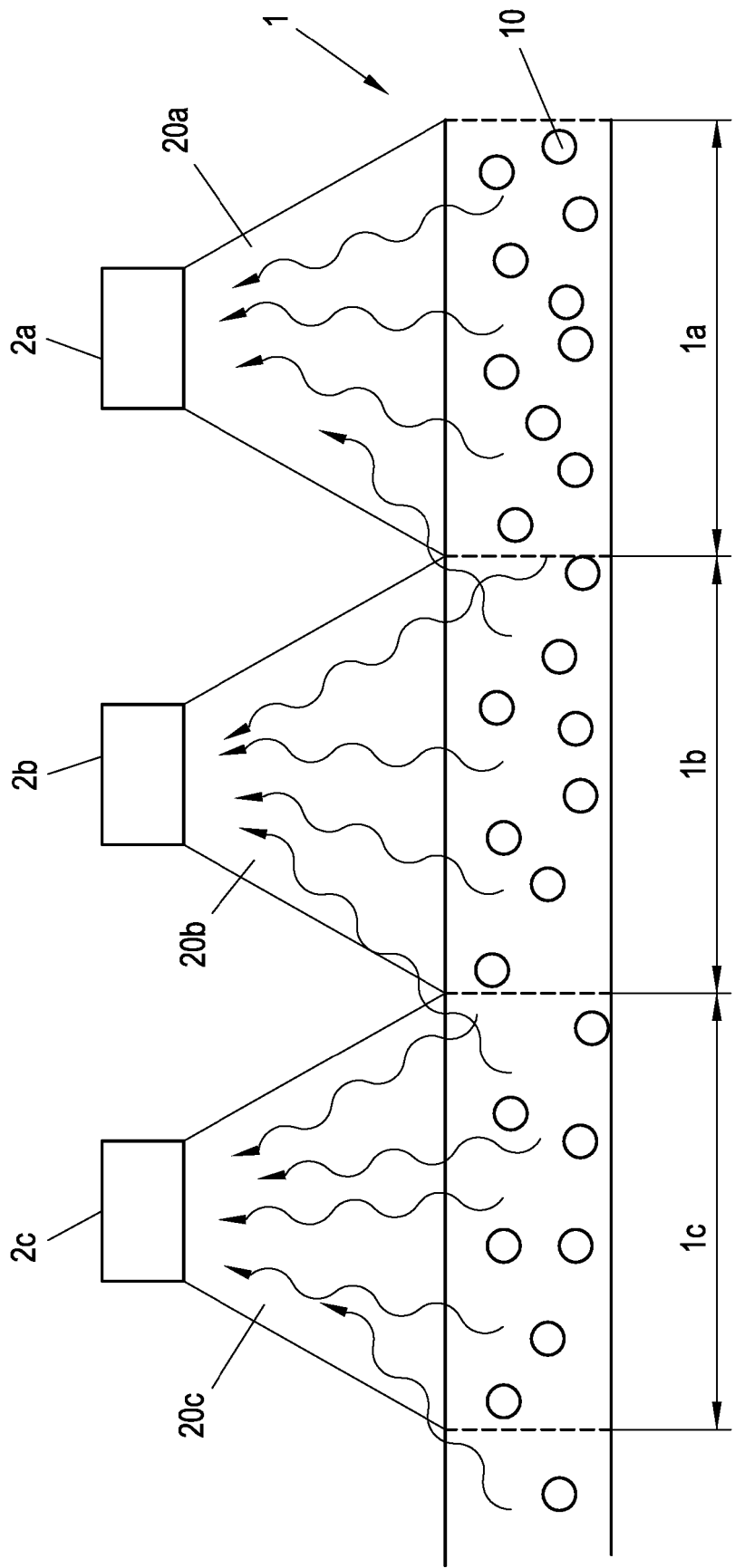


Fig. 5

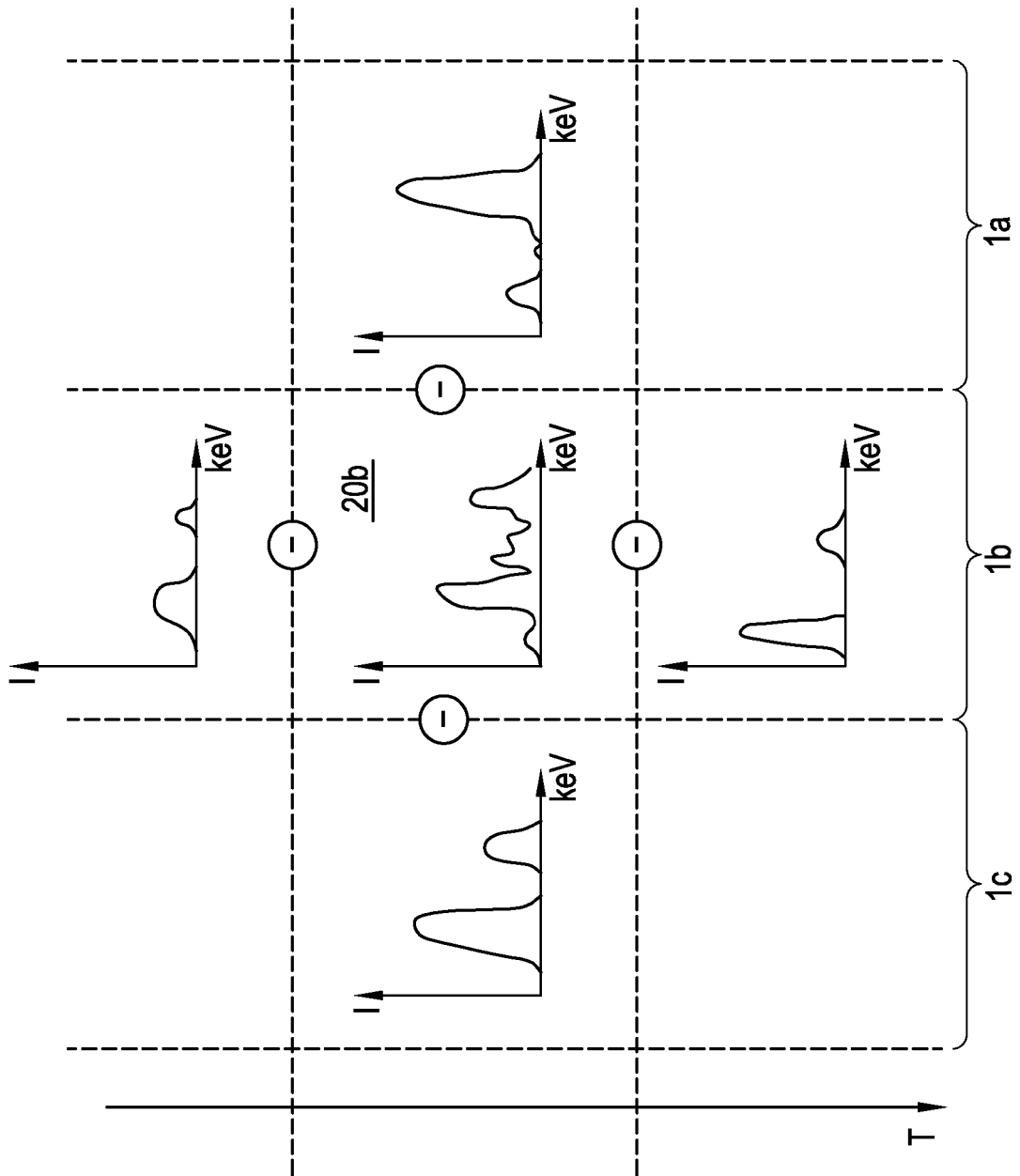


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 3238836 A1 [0003]
- FR 3001643 A1 [0003]
- GB 2017294 A [0003]