

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
01. April 2021 (01.04.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2021/058063 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
B07C 5/34 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2020/100822

(22) Internationales Anmeldedatum:  
23. September 2020 (23.09.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2019 125 464.7  
23. September 2019 (23.09.2019) DE

(71) Anmelder: POLYSECURE GMBH [DE/DE]; Sankt-Ge-  
orgener Str. 19, Geb. 23, 79111 Freiburg (DE).

(72) Erfinder: MÖBLEIN, Jochen; Lise-Meitner-Str. 15,  
79100 Freiburg (DE).

(74) Anwalt: BOEHMERT & BOEHMERT ANWALTS-  
PARTNERSCHAFT MBB; Hollerallee 32, 28209 Bremen  
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,  
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN,  
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,  
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,  
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: SORTING METHOD

(54) Bezeichnung: SORTIERVERFAHREN

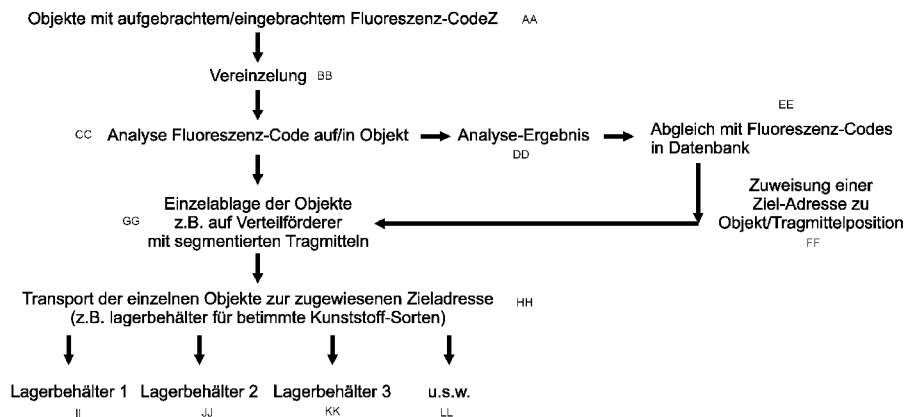


Fig. 2

- AA Objects with applied/introduced fluorescence codeZ
- BB Singularization
- CC Analysis of fluorescence code on/in object
- DD Analysis result
- EE Comparison against fluorescence codes in database
- FF Allocation of a destination address to object/support means position
- GG Individual deposit of the objects e.g. onto distributor conveyor with segmented support means
- HH Transport of the individual objects to the allocated destination address (e.g. storage container for specific grades of plastic)
- II Storage container 1
- JJ Storage container 2
- KK Storage container 3
- LL etc.

(57) Abstract: The invention concerns a sorting method that has the steps of: a. optionally, providing a multiplicity of objects; b. singularizing the objects; c. analysing the singularized objects, at least one material property being detected for each of the objects; d. comparing the detected material property/properties against reference material properties stored in a database that each have an assigned destination address and detecting the group association of the objects; and e. sorting the singularized objects in accordance with the destination address assigned to their detected material property/properties via one of the reference material properties in the database.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Sortierverfahren, das die Schritte aufweist: a. optional, Bereitstellen einer Vielzahl von Objekten; b. Vereinzeln der Objekte; c. Analysieren der vereinzelt Objekte, wobei für die Objekte jeweils mindestens eine Ma-



WO 2021/058063 A2

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

---

terialeigenschaft erfasst wird; d. Abgleichen der erfassten Materialeigenschaft(en) mit in einer Datenbank hinterlegten Referenzmaterialeigenschaften, denen jeweils eine Zieladresse zugeordnet ist und Erfassen der Fraktionszugehörigkeit der Objekte; und e. Sortieren der vereinzelt Objekte entsprechend der ihrer erfassten Materialeigenschaft(en) über eine der Referenzmaterialeigenschaften in der Datenbank zugeordneten Zieladresse.

## Sortierverfahren

Die Erfindung geht aus von einem Sortierverfahren zum Sortieren einer Mischung von Materialien. Ein derartiges Verfahren ist in der EP 2 828 053 B1 beschrieben.

Die WO 2017/220079 A1 beschreibt ein Verfahren zur Identifikation von Materialien in einer zuvor genannten Mischung von Materialien mittels Lumineszenz, wobei mindestens eine lumineszierende Substanz in das Material eingebracht und/oder auf das Material aufgebracht werden kann. Das Lumineszenzverhalten der Substanz wird nach Anregung mittels Strahlung analysiert und kann dazu verwendet werden, das Material zu identifizieren, etwa zum Zwecke der Sortierung, des Recyclings und/oder für eine anderweitige Authentifizierung bzw. Qualitätskontrolle. Die lumineszierende Substanz kann beispielsweise eine fluoreszierende Verbindung aufweisen, die Anti-Stokes-Kristalle bzw. Anti-Stokes-Pigmente umfasst. Mit Hilfe der bekannten Technologien ist es möglich, einem Objekt durch Beimischung oder durch Aufbringen der zuvor genannten lumineszierenden Materialien einen individuellen Fingerabdruck zu verleihen, sodass durch Analyse des Lumineszenzverhaltens ein Objekt eindeutig identifizierbar ist.

Weltweit wächst der Bedarf, Materialien der Kreislaufwirtschaft zuzuführen. Hierzu müssen die Materialien identifiziert und sortenrein getrennt werden. Die sortenreine Trennung ist für eine hochwertige Wiederverwertung der Materialien entscheidend, da die Materialzusammensetzung die Verarbeitungs- und Leistungseigenschaften der Produkte bestimmt.

Jedoch befinden sich eine Vielzahl von Objekten mit sehr ähnlichen aber nicht identischen Materialeigenschaften im Markt. Beispielsweise können Objekte aus einem im Wesentlichen identischen Grundmaterial (z.B. PP) bestehen, aber je nach Einsatzzweck unterschiedliche Additive oder Struktureigenschaften enthalten. Eine Vermengung und gemeinsame Wiederverwertung solcher Objekte muss vermieden werden, da die unterschiedlichen Additive und Struktureigenschaften eine gemeinsame hochwertige Wiederverwertung auf Grund der oben genannten Beeinflussung von Herstellung und Performance verhindern. Weiterhin besteht der Bedarf, stofflich identischen Objekte entsprechend ihres Verwendungszwecks zu trennen.

Beispielsweise sollten Lebensmittelverpackungen und Nicht-Lebensmittelverpackungen, die aus dem gleichen Material bestehen, sortenrein voneinander getrennt werden, da für Kunststoffe in Lebensmittelverpackungen eine höhere Güte gefordert wird. Eine weitere Herausforderung besteht in der Trennung von Verpackungen mit mehrschichtigem Aufbau von Verpackungen aus nur einer Kunststoffschicht. Ferner besteht der Wunsch, im Wesentlichen gleiche Objekte von unterschiedlichen Herstellern nach Hersteller zu sortieren, da Hersteller ein Interesse daran haben können, das von ihnen selbst in Umlauf gebrachte Material zurück zu erhalten und zu recyceln. Zusammenfassend besteht ein großer Bedarf, die enorme Vielzahl von Objekt- und Materialklassen in sortenreine Fraktionen zu trennen.

In Sortieranlagen nach dem Stand der Technik gelingt es durch Einsatz vielfältiger Verfahren (z.B. Trommelsiebung, Windsichtung, Ballistikseparation, Magnetabscheidung, Wirbelstromabscheidung und NIR (Nahinfrarot)-Detektion), die Werkstofffraktionen Aluminium, Weißblech, Papier/Pappe/Karton (PPK) und Kunststoff zu trennen. Ferner können die Kunststoffe in die Hauptpolymere HDPE (High Density Polyethylen), LDPE (Low Density Polyethylen), PP (Polypropylen), PS (Polystyrol), PET (Polyethylenterephthalat) und PVC (Polyvinylchlorid) aufgetrennt werden. Eine weitergehende Sortierung entsprechend den oben geschilderten Anforderungen ist jedoch nicht möglich.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, ein Sortierverfahren der eingangs beschriebenen Art derart weiterzuentwickeln, dass es eine weitergehende Sortierung anhand zusätzlicher Kriterien erlaubt.

Diese Aufgabe wird durch ein Sortierverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die abhängigen Ansprüche betreffen jeweils vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung.

Demgemäß ist bei einem Sortierverfahren vorgesehen, dass es die Schritte aufweist:

- a. optional, Bereitstellen einer Vielzahl von Objekten;
- b. Vereinzeln der Objekte;

- c. Analysieren der vereinzelt Objekte, wobei für die Objekte jeweils mindestens eine Materialeigenschaft erfasst wird;
- d. Abgleichen der erfassten Materialeigenschaft(en) mit in einer Datenbank hinterlegten Referenzmaterialeigenschaften, denen jeweils eine Zieladresse zugeordnet ist und Erfassen einer Fraktionszugehörigkeit der Objekte; und
- e. Sortieren der vereinzelt Objekte entsprechend der ihrer erfassten Materialeigenschaft über eine der Referenzmaterialeigenschaften in der Datenbank zugeordneten Zieladresse.

Die Fraktionszugehörigkeit im Sinne der Erfindung beschreibt die Eigenschaft eines Materials oder Objekts Teil einer Material-/Objektfraktion zu sein, wobei alle Teile dieser Material-/Objektfraktion gemeinsame Eigenschaften aufweisen. Bei diesen Eigenschaften kann es sich z.B. um eine Materialtype (z.B. PE), eine Herkunft (z.B. Hersteller des Materials), eine Anwendung (z.B. Lebensmittelverpackung) oder jegliche andere Eigenschaft (z.B. Gehalt eines bestimmten Additivs) handeln. Die Teile einer Material-/Objektfraktion können auch eine gemeinsame kombinierte Eigenschaften aufweisen (z.B. PE eines bestimmten Herstellers).

Das erfindungsgemäße Verfahren kann insbesondere beim Werkstoffrecycling, bei der Abfallsortierung und bei der Materialrückgewinnung angewendet werden.

Das Analysieren kann das Erfassen einer auf das Objekt aufgetragenen und/oder in das Objekt eingebrachten Materialeigenschaft aufweisen, etwa das Erfassen eines Fluoreszenzcodes und/oder eines Wasserzeichens und/oder eines Barcodes und/oder eines QR-Codes und/oder eines Symbols und/oder einer Artikelnummer und/oder das Erfassen einer nativen Materialeigenschaft des Objekts aufweisen, etwa einer chemischen Materialzusammensetzung des Objekts und/oder einer Farbe und/oder einer Form des Objekts.

So kann beispielsweise das spektroskopisch analysierbare Lumineszenzspektrum eines Objektes eine eindeutige Charakteristik aufweisen, die es ermöglicht, etwa durch Zuordnung einer in einer Datenbank hinterlegten Zieladresse das Objekt einem eindeutigen Sortierziel zuzuführen, etwa um es dem Hersteller des betreffenden Objektes zu Recyclingzwecken wieder zur Verfügung zu stellen. Eine Individualisierung

des spektroskopisch analysierbaren emittierten Spektrums kann durch Aufbringen oder Beimengen eines lumineszierenden Markers, wie er beispielsweise in der EP 2 828 053 B1 beschrieben ist, erfolgen, um die Unterscheidbarkeit einzelner Objekte innerhalb der pulkförmig bereitgestellten Vielzahl von Objekten weiter zu erhöhen.

Das Analysieren kann das spektroskopische Analysieren aufweisen, bei dem der Lumineszenzmarker eines der vereinzelt Objekte elektromagnetisch angeregt wird, um sein remittiertes Spektrum zu analysieren. Der Lumineszenzmarker kann dabei mindestens ein Material aufweisen, das nach dem Anregen mit mindestens einer Emissionswellenlänge oder mit einer Mehrzahl Emissionswellenlängen emittiert. Neben unterschiedlichen Lumineszenzmarkern können auch Mischungen unterschiedlicher Lumineszenzmarker zur Anwendung kommen, wobei die Mischungen unterschiedliche Mengenverhältnisse der einzelnen Lumineszenzmaterialien enthalten können, sodass über die Intensitätsverteilung des emittierten Spektrums ein weiteres messtechnisch auswertbares Unterscheidungsmerkmal geschaffen wird.

Das Analysieren kann das elektromagnetische Anregen eines Lumineszenzmarkers aufweisen, wobei ein Material des Markers ein lumineszierendes Material aufweisen kann, z.B. ein fluoreszierendes Material und/oder ein phosphoreszierendes Material und/oder einen Upconverter und/oder einen Downconverter.

Das Analysieren kann die Spektroskopie mindestens eines lumineszierenden Materials der vereinzelt Objekte z. B. auf einem Förderer aufweisen.

Das Sortieren der vereinzelt Objekte kann das Adressieren eines Tragmittels des Förderers, dem genau eines der vereinzelt Objekte zugeordnet ist, aufweisen, wodurch das vereinzelt Objekt der Zieladresse zugeführt wird.

Das Adressieren kann das Ansteuern mindestens eines Transmittels einer Vielzahl unabhängig voneinander ansteuerbarer Tragmittel eines Förderers aufweisen. Der Förderer kann beispielsweise ein Kreuzbandsortierer mit einer Vielzahl verketteter und unabhängig voneinander ansteuerbarer Förderbänder oder ein Fallklappensortierer mit einer Vielzahl unabhängig voneinander ansteuerbarer Fallklappen sein.

Das Analysieren kann das Erfassen einer auf das Objekt aufgebracht oder in das Objekt eingebrachten Eigenschaft aufweisen, etwas das Erfassen eines

Fluoreszenzcodes, eines Wasserzeichens, eines Bar-Codes, eines QR-Codes, eines Symbols und/oder einer Artikelnummer. Alternativ kann das spektroskopische Analysieren das Erfassen einer nativen Eigenschaft des Objekts aufweisen, etwa einer chemischen Materialzusammensetzung des Objekts und/oder einer Form des Objekts.

Nach dem Abgleichen und vor dem Sortieren kann einem Tragmittel des Förderers, dem genau eines der vereinzelt Objekte zugeordnet ist, die über die erfasste Materialeigenschaft des vereinzelt Objekts in dem Tragmittel und die Referenzmaterialeigenschaft verknüpfte Zieladresse zugewiesen werden.

In dem Fall, dass bei dem Abgleichen der erfassten Materialeigenschaft mit den in der Datenbank hinterlegten Referenzmaterialeigenschaften keine Referenzmaterialeigenschaft gefunden wird, welche identisch mit der erfassten Materialeigenschaft ist, kann bei dem Sortieren des betroffenen Objekts dem Objekt eine Standardadresse zugewiesen oder das betroffene Objekt nochmals der Vereinzelung und damit nochmals der Analyse zugeführt werden.

Das Analysieren kann das Analysieren mindestens eines auf dem Objekt oder in dem Objekt angeordneten Lumineszenzmarkers oder mehrerer sich in mindestens einer erfassbaren Lumineszenz-Eigenschaft unterscheidender Marker aufweisen, wobei sich die mehreren Marker etwa einer Mischung von Markern auch hinsichtlich ihres Mengenverhältnisses zueinander voneinander unterscheiden können.

Auf mindestens eines der bereitgestellten Objekte kann eine einen Fluoreszenzcode aufweisende Druckfarbe aufgebracht worden sein. Die Druckfarbe kann beispielsweise weiße Druckfarbe, etwa in einem Teilbereich einer Bedruckung eines Etiketts oder einer Schrumpffolie des Objekts sein. Die Druckfarbe kann auch in Form einer Direktbedruckung des Objekts bereitgestellt sein, etwa wenn das Objekt eine Verpackung ist.

Auf mindestens einem der bereitgestellten Objekte kann vor dem Bereitstellen ein einen Fluoreszenzcode aufweisender Etiketten-Klebstoff oder ein einen Fluoreszenzcode aufweisender Etikettenlack aufgebracht worden sein.

Vor dem Bereitstellen kann ein Etikett oder eine Schrumpffolie auf das Objekt aufgebracht werden, welches in seinem Grundmaterial einen Fluoreszenzcode aufweist.

Vor dem Bereitstellen kann das Objekt aus einem Grundmaterial hergestellt werden, beispielsweise aus einem Kunststoffmaterial, welches eine einen Fluoreszenzcode aufweisende Materialbeimischung aufweist.

Das Analysieren kann das Bestimmen einer Intensität für eine oder für mehrere Emissionswellenlängen des emittierten Spektrums und/oder das Bestimmen der Intensität für einen oder für mehrere Emissionswellenlängenbereiche des Spektrums und/oder das Bestimmen eines Intensitätsverhältnisses zwischen mehreren Emissionswellenlängen oder mehreren Emissionswellenlängenbereichen des Spektrums und/oder das Bestimmen der Intensität eines Emissionsspektrums und/oder eines dynamischen Emissionsverhaltens aufweisen.

Das Analysieren kann das sequentielle Hindurchleiten der vereinzelt Objekte durch ein tunnelförmiges oder rohrförmiges Detektionsmodul aufweisen, an dessen Innenwandung mindestens ein Sensor für das Erfassen des emittiertes Spektrums angeordnet ist.

Das Hindurchleiten kann das schwerkraftgetriebene Hindurchleiten der vereinzelt Objekte durch das rohrförmige oder tunnelförmige Detektionsmodul aufweisen. Dazu kann das rohrförmige oder tunnelförmige Detektionsmodul mit seiner Symmetrieachse, entlang welches es durchlässig ist, in Vertikalrichtung oder im Wesentlichen in Vertikalrichtung ausgerichtet sein.

Das Analysieren der vereinzelt Objekte kann das Analysieren mit mehreren voneinander unabhängigen Detektionsmodulen aufweisen. Dabei kann vorgesehen sein, dass die analysierten Objekte je Detektionsmodul einem separaten Sorter zugeführt werden. Der Sorter kann beispielsweise ein Kreuzbandsortierer, ein Fallklappensorter oder dergleichen sein. Dabei kann vorgesehen sein, dass die Sorter entsprechend der Zieladresse dieselbe Mehrzahl Transportvorrichtungen beschicken, sodass die Objekte von den Transportvorrichtungen jeweils einer der Zieladressen unmittelbar zugeführt werden können.

Das Analysieren, das Abgleichen und das Sortieren der vereinzelt Objekte kann mehrfach erfolgen, insbesondere in mehreren aufeinanderfolgenden Teilschritten. Dabei kann in einem ersten Analyseschritt mindestens ein erstes emittiertes Spektrum

und in mindestens einem weiteren Analyseschritt mindestens ein weiteres emittiertes Spektrum erfasst werden. Nach dem ersten Analyseschritt und einem ersten Abgleichschritt kann ein erster Teil der Zieladresse und nach dem mindestens einen weiteren Analyseschritt und dem mindestens einen weiteren Abgleichschritt kann mindestens ein weiterer Teil der Zieladresse zugewiesen werden. Dabei kann vorgesehen sein, dass das Objekt nach dem Durchlaufen sämtlicher Analyseschritte und sämtlicher Abgleichschritte sowie nach der Zuweisung aller Teile der Zieladresse der Zieladresse zugeführt wird.

Das Analysieren, das Abgleichen und das Sortieren der vereinzelt Objekte kann mehrfach erfolgen, wobei in einem ersten Analyseschritt mindestens eine erste Materialeigenschaft eines der vereinzelt Objekte erfasst und nach dem Abgleichen ein erster Teil der Zieladresse zugewiesen wird. Dabei kann das vereinzelt Objekt nach dem Zuweisen über ein Transportsystem der Zieladresse zugeführt werden oder mindestens einem weiteren Detektionsmodul für einen weiteren Analyseschritt mindestens einer von der ersten unterschiedlichen weiteren Materialeigenschaft zugeführt und nach dem Abgleichen ein weiterer Teil der Zieladresse zugewiesen werden. Schließlich kann nach dem Zuweisen sämtlicher Teile der Zieladresse das Objekt der Zieladresse zugeführt werden.

Die erfindungsgemäß analysierten Materialeigenschaften der vereinzelt Objekte können als Marker in Form von Fluoreszenz-Codes bereitgestellt werden. Für die Bereitstellung entsprechender Fluoreszenz-Codes werden nachstehend Ausführungsbeispiele angegeben:

#### Ausführungsbeispiel 1

Zur Herstellung unterschiedlicher Fluoreszenz-Codes werden drei Lumineszenzmaterialien miteinander gemischt. Die Lumineszenzmaterialien besitzen dieselbe Anregungswellenlänge, weisen jedoch unterschiedlichen Emissionswellenlängen auf, wobei Marker 1 bei Wellenlänge  $\lambda_1$ , Marker 2 bei Wellenlänge  $\lambda_2$ , und Marker 3 bei Wellenlänge  $\lambda_3$  emittiert. Die Masseanteile der einzelnen Materialien an der Gesamtmischung betragen in diesem Beispiel 0%, 25%, 50%, 75% oder 100%. Dies ergibt 15 Fluoreszenzcodes:

Fluoreszenz-Code	Massenanteile			Emissionswellenlänge			Intensitätsverhältnis Marker 1 : Marker 2 : Marker 3
	Marker 1	Marker 2	Marker 3	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	
C1	100 %	0 %	0 %	+			1:0:0
C2	75 %	25 %	0 %	+	+		3:1:0
C3	50 %	50 %	0 %	+	+		1:1:0
C4	25 %	75 %	0 %	+	+		1:3:0
C5	0 %	100 %	0 %		+		0:1:0
C6	75 %	0 %	25 %	+		+	3:0:1
C7	50 %	25 %	25 %	+	+	+	2:1:1
C8	25 %	50 %	25 %	+	+	+	1:2:1
C9	0 %	75 %	25 %		+	+	0:3:1
C10	50 %	0 %	50 %	+		+	1:0:1
C11	25 %	25 %	50 %	+	+	+	1:1:2
C12	0 %	50 %	50 %		+	+	0:1:1
C13	25 %	0 %	75 %	+		+	1:0:3
C14	0 %	25 %	75 %		+	+	0:1:3
C15	0 %	0 %	100 %			+	0:0:1

Die Fluoreszenz-Codes unterscheiden sich in Bezug auf die emittierten Emissionswellenlängen und die Lumineszenz-Intensität bei den Emissionswellenlängen. Die unterschiedlichen Lumineszenzintensitäten führen zu unterschiedlichen Intensitätsverhältnissen zwischen den Emissionswellenlängen.

#### Ausführungsbeispiel 2

Flaschen aus PET und Schrumpffolien aus PET-G sollen in getrennte Behälter sortiert werden. Die Flaschen enthalten keinen Fluoreszenzcode, die Schrumpffolien enthalten den Fluoreszenzcode „C8“. Die Objekte werden vereinzelt und durch ein Detektionsmodul mittels NIR-Spektroskopie und Fluoreszenz-Spektroskopie analysiert. Mittels NIR-Spektroskopie wird für die Flaschen und Schrumpffolien die Materialeigenschaft „PET“ erfasst. Mittels Fluoreszenz-Spektroskopie wird nur für die Schrumpffolien die Materialeigenschaft „Enthält Fluoreszenz-Code C8“ erfasst. In einer Datenbank ist für Materialien mit der Materialeigenschaft „PET“ die Ziel-Adresse „Behälter A“ und für Materialien mit den kombinierten Materialeigenschaften „PET und Fluoreszenz-Code C8“ die Ziel-Adresse „Behälter B“ hinterlegt. Nach der Analyse einer PET-Flasche mit Erfassung der Materialeigenschaft „PET“ wird die PET-Flasche

auf ein eigenes Tragmittel eines Fallklappensorters abgelegt. Durch Abgleich der erfassten Materialeigenschaft „PET“ mit der Datenbank wird diesem Tragmittel die Ziel-Adresse „Behälter A“ zugewiesen. Das Tragmittel wird zu Behälter A transportiert und dort entleert. Nach der Analyse einer Schrumpffolie mit Erfassung der Materialeigenschaften „PET und Fluoreszenz-Code C8“ wird die Schrumpffolie auf ein eigenes Tragmittel eines Fallklappensorters abgelegt. Durch Abgleich der erfassten Materialeigenschaft „PET und Fluoreszenz-Code C8“ mit der Datenbank wird diesem Tragmittel die Ziel-Adresse „Behälter B“ zugewiesen. Das Tragmittel wird zu Behälter B transportiert und dort entleert.

### Ausführungsbeispiel 3

Drei Sorten Verpackungen aus identischem Grundmaterial werden in unterschiedlichen Wirtschaftsbereichen eingesetzt. Sorte 1 dient der Verpackung von Lebensmitteln. Sorte 2 dient der Verpackung von Reinigungsmitteln. Sorte 3 dient der Verpackung von Kühlmitteln. Die Verpackungen aller Sorten sollen voneinander getrennt werden. Sorte 1 enthält ein Etikett mit Fluoreszenzcode C2 in der Druckfarbe des Etiketts. Sorte 2 enthält ein Etikett mit Fluoreszenzcode C14 im Etiketten-Lack. Sorte 3 enthält den Fluoreszenzcode C10 in der Druckfarbe einer direkt auf die Verpackung gedruckten Beschriftung. Die Objekte werden vereinzelt und durch ein Detektionsmodul mittels wellenlängenspezifischer Photodioden analysiert.

Nach der Analyse der vereinzelt Objekte werden diese einzeln jeweils auf ein eigenes Tragmittel eines Fallklappensorters abgelegt. Durch Abgleich der erfassten Fluoreszenz-Codes der Objekte mit den in der Datenbank hinterlegten Fluoreszenz-Codes und den damit verknüpften Ziel-Adressen, wird den Tragmitteln die entsprechende Ziel-Adresse zugewiesen. Die Tragmittel werden zu den jeweiligen Behältern transportiert und dort entleert.

## Ausführungsbeispiel 4

PE-Flaschen von 8 Herstellern sollen sortenrein getrennt werden. Die PE Flaschen der Hersteller 1 und 2 tragen Etiketten mit den Hersteller-spezifischen Fluoreszenzcodes C1 und C2. Die PE Flasche des Herstellers 3 enthält einen Hersteller-spezifischen Fluoreszenzcode C3 im Grundmaterial der Flasche. Die PE Flasche des Herstellers 4 trägt ein Etikett mit einem QR-Code, die PE Flasche des Herstellers 5 trägt ein Etikett mit einem charakteristischen Symbol, die PE Flasche des Herstellers 6 trägt ein Etikett mit einem Wasserzeichen, die PE Flasche des Herstellers 7 trägt ein Etikett mit einem durch Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) lesbaren Code. Die PE Flaschen der Hersteller 1-7 weisen dieselbe Form auf, Hersteller 8 verwendet eine PE-Flasche mit charakteristischer Form. Neben den genannten PE-Flaschen befinden sich weitere PE-Flaschen unbekannter Hersteller ohne die oben genannten Merkmale und Objekte aus PP oder Metall.

Die Objekte werden vereinzelt und durch ein Detektionsmodul mittels Fluoreszenz-Spektroskopie, Einrichtungen zur optischen Bilderkennung, Röntgenfluoreszenzspektroskopie, NIR-Spektroskopie und Metalldetektoren analysiert. Mittels Fluoreszenz-Spektroskopie werden die Materialeigenschaften „Enthält Fluoreszenz-Code C1/C2/C3“ erfasst. Mittels optischer Bilderkennung werden die Materialeigenschaften „Enthält QR-Code von Hersteller 4“, „Enthält Symbol von Hersteller 5“, „Enthält Wasserzeichen von Hersteller 6“ und „PE-Flasche besitzt charakteristische Form von Hersteller 8“ erfasst. Mittels Röntgenfluoreszenzanalyse wird die Materialeigenschaft „Enthält RFA-Code von Hersteller 7“ erfasst. Mittels NIR-Spektroskopie werden für die Objekte die Materialeigenschaften „PE“ und „PP“ erfasst. Mittels Metalldetektion werden für die Objekte die Materialeigenschaft „enthält Metall“ erfasst. In einer Datenbank sind für die Materialeigenschaften folgende Ziel-Adressen hinterlegt:

Materialeigenschaft										Ziel- Adresse	
Fluoreszenz- Code			QR Hersteller 4	Symbol Hersteller 5	Wasserzeichen Hersteller 6	RF-Code Hersteller 7	Flaschenform Hersteller 8	P E	P P		Metal l
C1	C 2	C 3									
+								+			H1
	+							+			H2
		+						+			H3
			+					+			H4
				+				+			H5
					+			+			H6
						+		+			H7
							+	+			H8
									+		PP
								+			PE
										+	ME
											O

Nach der Analyse der vereinzelt Objekte werden diese einzeln jeweils auf ein eigenes Tragmittel eines Fallklappensorters abgelegt. Durch Abgleich der erfassten

Materialeigenschaften der Objekte mit der Datenbank wird den Tragmitteln die entsprechende Ziel-Adresse zugewiesen. Die Tragmittel werden zu den jeweiligen Behältern transportiert und dort entleert. Auf diese Weise werden die PE-Flaschen der Hersteller 1,2,3,4,5,6,7 und 8 jeweils zu den Behältern H1, H2, H3, H4, H5, H6 und H8 transportiert. PE-Flaschen für die lediglich die Materialeigenschaft „PE“ erfasst wurden, gelangen zu Behälter PE. Objekte aus PP werden zu Behälter PP transportiert. Objekte für die keinerlei Materialeigenschaft erfasst wurde die in der Datenbank hinterlegt ist, werden zu Behälter 0 transportiert.

Weitere Einzelheiten der Erfindung werden anhand der nachstehenden Figuren erläutert. Dabei zeigt:

- Figur 1 ein Sortierverfahren gemäß dem Stand der Technik;
- Figur 2 eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Sortierverfahrens;
- Figur 3 eine beispielhafte Ausführungsform der Zuweisung einer Zieladresse zu einem Objekt;
- Figur 4 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Sortierverfahrens;
- Figur 5 noch eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Sortierverfahrens;
- Figur 6 noch eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Sortierverfahrens;
- Figur 7 eine beispielhafte Ausführungsform zur Aussortierung nicht erkannter Objekte; und
- Figur 8 ein Verfahren zur Rückführung nicht erkannter Objekte.

Die Figur 1 veranschaulicht ein Sortierverfahren gemäß dem Stand der Technik. Diese Verfahren zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass die Identifikation und die

Sortierung der Objekte, etwa anhand von Materialfraktionen, sequentiell erfolgt, wobei in jedem Sortierschritt lediglich eine einzelne Fraktion identifiziert und aussortiert werden kann. Die Identifikation beruht dabei auf Materialeigenschaften der Objekte. Dies hat zur Folge, dass nur wenige Spezifikationen unterschieden werden können, beispielsweise kann lediglich anhand der Hauptpolymere Polyethylen, Polypropylen, Polystyrol, Polyethylenterephthalat, Polyvinylchlorid usw. unterschieden werden. Die bekannten Sortierverfahren sind insofern ineffizient, insbesondere hinsichtlich der bereitgestellten Unterscheidbarkeit, die über die Unterscheidung der zuvor genannten Materialien hinausgeht.

Die Figur 2 schlägt daher in beispielhafter Ausführungsform ein Verfahren vor, bei dem die der Sortierung zugrunde gelegten Objekte zumindest teilweise einen aufgebracht, eingebracht oder beigemengten lumineszierenden Code, beispielsweise einen Fluoreszenzcode aufweisen. Die Objekte können beispielsweise pulkförmig bereitgestellt werden, sodass diese in einem ersten Schritt zur Optimierung des Analyseergebnisses zunächst vereinzelt werden. Die vereinzelt Objekte werden dann einer Analyse des Fluoreszenzcode unterzogen, wobei das Analyseergebnis einem Abgleich mit Referenz-Fluoreszenzcodes, die in einer Datenbank hinterlegt sind, unterzogen wird, wobei in der Datenbank die Referenz-Fluoreszenzcodes Zieladressen zugeordnet sind. Bei den Zieladressen kann es sich um verschiedene Lagerbehälter handeln, in welche nur bestimmte Materialfraktionen, z.B. nur bestimmte Kunststoffsorten oder nur bestimmte Objekte bestimmter Hersteller einsortiert werden sollen. Durch den Abgleich zwischen Analyseergebnis und Referenz-Fluoreszenzcodes wird somit die Fraktionszugehörigkeit der analysierten Objekte erfasst.

Nach dem Abgleich kann folglich die Zieladresse dem analysierten Objekt bzw. einem Tragmittel eines Förderers, beispielsweise eines Transportbehälters eines Fallklappensorters, einem Segment eines Kreuzbandsortierers oder dergleichen zugewiesen werden. Die auf dem Sorter vereinzelt Objekte können somit beispielsweise auf einem Verteilförderer mit segmentierten Tragmitteln positioniert sein, wodurch es ermöglicht wird, die einzelnen Objekte mit der zugewiesenen Zieladresse zu der zugewiesenen Zieladresse zu transportieren, etwa zu einem Lagerbehälter für bestimmte Kunststoffsorten eines bestimmten Herstellers oder zu einem anderweitig spezifischen Adressaten.

Im Unterschied zum Stand der Technik erfolgt die Identifikation und Sortierung der Objekte somit entsprechend eines Lumineszenzmarker-Codes auf oder in den Objekten. Die Identifikation und Sortierung der Material-Fraktion erfolgt nicht sequentiell, sondern in einem einzigen Schritt. Die Identifikation beruht nicht mehr auf dem Hauptmaterial der Objekte alleine, etwa PET. Vielmehr können zusätzlich oder ausschließlich basierend auf z.B. Lumineszenzmarker-Codes beliebige Spezifikationen unterschieden werden. Dies ermöglicht zum Beispiel auch die Sortierung nach Hersteller, nach Marke, Anwendungsgebiet oder einem beliebigen anderen Kriterium, welches über die Lumineszenzmarker mit dem Objekt verknüpft ist. Das beschriebene Verfahren ermöglicht somit eine Sortierung von Objekten in verschiedene Fraktionen mit streng abgegrenzten Spezifikationen und gewährleistet damit die Fraktionszugehörigkeit der zu den einzelnen Fraktionen sortierten Objekte.

Die Einbringung bzw. Aufbringung eines Fluoreszenzcodes kann das Aufbringen eines Lumineszenzmarkers beinhalten. Der Lumineszenzmarker wiederum kann ein lumineszierendes Material aufweisen, z. B. ein fluoreszierendes Material und/oder ein phosphoreszierendes Material und/oder einen Upconverter und/oder einen Downconverter und/oder mindestens ein Material, das nach Anregung einer Anregungswellenlänge remittiert.

Unter einem lumineszierenden Material wird ein Material verstanden, welches nach Eintrag von Energie elektromagnetischer Strahlung emittiert. Dabei ist bevorzugt, dass der Energieeintrag über Photonen erfolgt, die beobachtete Lumineszenz somit Photolumineszenz ist. Die Photolumineszenz kann im UV und/oder VIS und/oder IR auftreten. Upconverter sind lumineszierende Substanzen, die nach Anregung Photonen emittieren, deren Wellenlänge kürzer ist als die Wellenlänge der Anregungsphotonen. Downconverter sind lumineszierende Substanzen, die nach Anregung Photonen emittieren, deren Wellenlänge länger ist als die Wellenlänge der Anregungsphotonen.

Je nach Art der gewünschten Unterscheidungsfähigkeit kann ein Lumineszenzmarker oder können mehrere Lumineszenzmarker, die sich in zumindest einer Eigenschaft voneinander unterscheiden, verwendet werden. Mehrere unterschiedliche Marker können beispielsweise in Form einer Mischung von Markern mit unterschiedlicher Menge eines oder mehrerer Marker bereitgestellt sein. Eine Mischung von Markern kann auch durch die Mengenverhältnisse zwischen mehreren Markern definiert sein.

Der Fluoreszenzcode bzw. der Lumineszenzmarker kann einer Druckfarbe beigemischt sein, beispielsweise in weißer Druckfarbe. Die Druckfarbe kann beispielsweise in einem Teilbereich der Bedruckung, welche ein Objekt ohnehin aufweist, bereitgestellt sein. Alternativ oder zusätzlich kann die Druckfarbe für die Bedruckung eines Etiketts, einer Schrumpffolie oder dergleichen des Objekts bereitgestellt sein. Weiterhin kann die Druckfarbe für die Direktbedruckung etwa einer Verpackung verwendet werden. Alternativ oder zusätzlich kann der Fluoreszenzcode bzw. der Lumineszenzmarker in einem Etiketten-Klebstoff, in einem Lack für ein Etikett oder einen Packstoff, in einem Grundmaterial eines Etiketts oder Schrumpffolie, oder im Grundmaterial des Objekts, z.B. in einem Kunststoff einer Kunststoffflasche, bereitgestellt sein.

Für die Vereinzelung der pulkförmig zugeführten Anordnung von Objekten kann eine beliebige Vorrichtung zur Vereinzelung der Objekte bereitgestellt sein. Dies kann beispielsweise eine Mehrzahl in Reihe geschalteter Förderbänder steigender Fördergeschwindigkeit aufweisen, Schikanen, eine Rütteleinrichtung, ein Robotersystem, eine Einschleusestation mit manueller Beschickung oder dergleichen sein. Dabei kann die Vereinzelung das Ziel verfolgen, die Objekte in Vorschubrichtung eines Fördermittels in Reihe angeordnet zu positionieren. Der Weitertransport der Objekte kann mit Hilfe eines Verteilförderers mit segmentierten Tragmitteln, aber auch mit Hilfe eines Verteilförderers mit kontinuierlichen Tragmitteln erfolgen.

Vor der Vereinzelung können die Objekte maschinell aus einem Sammlager dem Sortierverfahren zugeführt werden. Alternativ können die Objekte auch durch manuelle Beschickung zugeführt werden. Werden die einzelnen Objekte hierbei nacheinander zugeführt, wird gleichzeitig eine Vereinzelung der Objekte erreicht.

Ein Verteilförderer mit segmentierten Tragmitteln ist eine Förderanlage, bei der sich jedes transportierte Objekte an einem definierten Platz, z.B. in einer wannenförmigen Aufnahmestelle befindet. Bei Verteilförderern mit kontinuierlichen Tragmitteln befinden sich die Objekte nicht an definierten Plätzen.

Die Vereinzelung bietet mehrere Vorteile. Zum einen wird bei der Analyse der Materialeigenschaften nur ein Objekt untersucht. Daher können objektspezifische Analyseergebnisse erhalten werden. Ohne Vereinzelung könnten mehrere Objekte mit unterschiedlichen Materialeigenschaften gleichzeitig im Detektionsmodul vorliegen, was zu vermischten Analyseergebnissen führen würde. Ferner ermöglicht die Vereinzelung

eine Ablage einzelner Objekte auf je ein segmentiertes Tragmittel und damit den gezielten Transport einzelner Objekte zu definierten Zielstellen.

Nachdem die Objekte die Vorrichtungen zur Vereinzelung durchlaufen haben, kann das Vorliegen vereinzelter Objekte kontrolliert werden. Dies kann mittels optischer Bilderkennung erfolgen. Bei Detektion mehrerer Objekte und damit fehlerhafter Vereinzelung kann ein Pausieren des Analyseprozesses induziert werden. Die Gruppe nicht-vereinzelter Objekte durchläuft das Detektionsmodul dann ohne Analyse und kann anschließend als unanalysierbar aussortiert oder dem Vereinzelungsschritt erneut hinzugeführt werden.

Die Analyse des Fluoreszenzcodes bzw. der Lumineszenzmarker kann mit bekannten Methoden der Spektroskopie erfolgen, worunter im Rahmen dieser Anmeldung alle Methoden und Vorrichtungen zu verstehen sind, die geeignet sind, ein Gesamtemissionsspektrum, ein Teilemissionsspektrum, Wellenlängenbereiche, einzelne Emissionswellenlängen oder ein dynamisches Emissionsverhalten zu analysieren.

Die Analyse des Fluoreszenzcodes bzw. der Lumineszenzmarker kann die Analyse der Intensität für eine oder für mehrere Emissionswellenlängen des Fluoreszenzcodes und/oder die Analyse der Intensität für ein oder mehrere Emissionswellenlängenbereiche des Fluoreszenzcodes und/oder die Analyse der Intensitätsverhältnisse zwischen Emissionswellenlängen oder Emissionswellenlängenbereichen und/oder die Analyse eines Emissionsspektrums und/oder die Analyse eines dynamischen Emissionsverhaltens aufweisen. Im Anschluss daran kann durch Abgleich des Analyseergebnisses mit in einer Datenbank hinterlegten Fluoreszenzcodes eine Zuweisung einer Zieladresse zu dem analysierten Objekt erfolgen.

Unter dem dynamischen Emissionsverhalten wird das Lumineszenzemissionsverhalten über die Zeit verstanden. Zur Analyse kann nach dem Ende der Lumineszenz-Anregung die Emission der Lumineszenz in einem festgelegten Zeitraum messtechnisch erfasst werden. Nach der Anregung kann die Lumineszenzintensität für eine Emissionswellenlänge oder einen Wellenlängenbereich nach festgelegten Zeitintervallen mehrfach bestimmt werden. Aus den erhaltenen absoluten Intensitäten können Intensitätsverläufe über der Zeit gebildet werden. Dies kann auch für mehrere Emissionswellenlängen oder Wellenlängenbereiche durchgeführt werden. Ebenso

können Intensitätsverhältnisse zwischen verschiedenen Emissionswellenlängen oder Emissionswellenlängenbereichen gebildet werden. Auch ist bevorzugt, dass die Abklingkonstante für eine oder mehrere Emissions-Wellenlängen oder Wellenlängenbereiche bestimmt wird. Unter der Abklingkonstante wird die Zeitspanne verstanden, in der die Ausgangsintensität der Emission auf das  $1/e$ -fache abfällt.

Zur Anregung der Lumineszenz können breit- und/oder schmalbandige Quellen wie z.B. Laser, Laserdioden, lichtemittierende Dioden (LEDs), Xenonlampen, Halogenlampen einzeln oder in Kombination zur Anwendung kommen. Die Anregungsquellen können einzeln aktiviert oder gleichzeitig oder sequentiell in unterschiedlichen Kombinationen aktiviert werden. In den Anregungseinrichtungen können optische Filter wie Langpass/Kurzpass/Bandpass-Filter zum Einsatz kommen. Ferner kann eine Variation der Öffnungsweite der Anregungsquellen vorgesehen sein, um die Größe einer Anregungszone, durch welche zu identifizierendes Material transportiert wird, zu modulieren. Die Anregungszone kann auch dadurch moduliert werden, dass mehrere Anregungsquellen sequentiell hintereinander angeordnet werden und die Anzahl der aktivierten Anregungsquellen in dieser Anordnung variiert wird.

Die Figur 3 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei bei der Ausführungsform bereits davon ausgegangen wird, dass die Objekte zuvor vereinzelt wurden. Die Objekte weisen jeweils einen Fluoreszenz-Code A, B, C auf, welcher mit Hilfe eines Detektionsmoduls spektroskopisch analysiert werden kann. Das Analyseergebnis wird in einem Abgleichschritt dazu verwendet, unter Zugriff auf eine Datenbank eine dem erfassten Fluoreszenzcode zugeordnete Zieladresse aus der Datenbank abzurufen, welche dem Objekt infolge des Abgleichens zugeordnet wird. Durch den Abgleichschritt wird somit die Fraktionszugehörigkeit der analysierten Objekte erfasst. Die Zuordnung der Zieladresse zu dem Objekt kann insoweit erfolgen, als dass die Zuordnung zu einem einzelnen ansteuerbaren Tragmittels des Förderers, auf dem die Objekte transportiert sind, zugewiesen ist. Die Tragmittel sind einzeln ansteuerbar, beispielsweise nach Art eines Kreuzbandsortierers oder Art eines Fallklappen-Sorters, wodurch eine Zuführung des Objektes zu der ihm oder seinem Tragmittel zugewiesenen Zieladresse möglich/ermöglicht wird, beispielsweise zu einem Lagerbehälter zur sortenreinen und/oder herstellerreinen Ablage von sortierten Objekten.

Neben der Analyse lumineszierender Codes kann auch auf die Auswertung anderer Materialeigenschaften, einschließlich Kennzeichnungen der Objekte für die Unterscheidung der Objekte zugegriffen werden. Unter einer Materialeigenschaft soll im Rahmen dieser Erfindung jegliche Eigenschaft verstanden werden, welche zur Unterscheidung von Objekt- und Materialfraktionen und Zuordnung von Objekten und Materialien zu diesen Fraktionen verwendet werden kann. Die Unterscheidung kann dazu beispielsweise die Analyse von Kennzeichnungen auf oder in den Objekten wie Artikelnummern, Symbolen, Logos, Bildmarken, Bar-Codes, QR-Codes, Wasserzeichen, RFA-Codes und dergleichen aufweisen. Des Weiteren kann eine Auswertung der Form des Objekts folgen. Weiterhin kann eine Analyse von Materialeigenschaften im engeren Sinne erfolgen, beispielsweise die Analyse der Farbe oder einer chemischen Zusammensetzung der Objekte.

Unter Wasserzeichen sollen für das menschliche Auge unauffällige Kodierungen, die auf der Oberfläche von Objekten, z.B. Verpackungen angebracht werden, verstanden werden. Die Erfassung der Wasserzeichen erfolgt mit Kamerasystemen.

Unter einem RFA-Code soll ein Code verstanden werden, welcher mittels Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) detektiert werden kann. Der RFA-Code kann z.B. durch definierte Mengen eines oder mehrerer chemischer Elemente gebildet werden. Wie der Fluoreszenz-Code kann auch der RFA-Code z.B. einer Druckfarbe beigemischt sein oder in einem Etiketten-Klebstoff, in einem Lack für ein Etikett oder einen Packstoff, in einem Grundmaterial eines Etiketts oder Schrumpffolie, oder im Grundmaterial des Objekts, z.B. in einem Kunststoff einer Kunststoffflasche, bereitgestellt sein.

Die verwendeten Detektionstechnologien können eine Sensorik zur Lumineszenz-Analyse, eine optische Sensorik, etwa Kamerasysteme, eine VIS-Spektrometrie, eine Nah-Infrarot-Spektrometrie (NIR), Röntgensensorik (z.B. RFA), Laserinduzierte Plasmaspektroskopie (LIPS), Metallsensorik und dergleichen aufweisen. Zur Lumineszenz-Analyse können beispielsweise verschiedene Detektoren wie Schwarzweiß-Kameras, Farb-Kameras, Photomultiplier, Spektrometer, Fotozellen, Fotodioden, Fototransistoren alleine oder in Kombination zum Einsatz kommen. Ferner können optische Filter wie z.B. Langpass/Kurzpass/Bandpass-Filter enthalten sein.

Das so gewonnene Analyseergebnis kann in der zuvor bereits beschriebenen Weise wiederum nach Abgleich mit Referenzdaten in einer Datenbank und diesen

zugewiesenen Zieladressen dazu verwendet werden, die Fraktionszugehörigkeit des analysierten Objekts zu erfassen, dem analysierten Objekt seine vorgesehene Zieladresse zuzuweisen und durch Einzelablage der Objekte, beispielsweise auf einem Verteilförderer mit segmentierten Tragmitteln, die Objekte den zugewiesenen Zieladressen zuzuführen.

Die Bestimmung der Fraktionszugehörigkeit und Sortierung eines Objekts zu einer Zieladresse kann nicht nur auf einer analysierten Materialeigenschaft beruhen, sondern auch auf einer Kombination mehrerer verschiedener Materialeigenschaften. In der Datenbank sind für die einzelnen Materialeigenschafts-Kombinationen Referenzdaten abgelegt und mit Zieladressen verknüpft. Die erfasste Materialeigenschafts-Kombination wird mit den in der Datenbank hinterlegten Referenz-Materialeigenschafts-Kombinationen abgeglichen. Stimmt die erfasste Materialeigenschafts-Kombination mit einer Referenz-Materialeigenschafts-Kombination überein, wird die der Referenz-Materialeigenschafts-Kombination zugewiesene Zieladresse dem analysierten Objekt zugewiesen. Das analysierte Objekt kann somit der zugewiesenen Zieladresse, welche z.B. ein bestimmtes Sammlager sein kann, zugeführt.

Durch die Erfassung vieler verschiedener Materialeigenschaften kann die Anzahl der unterscheidbaren Spezifikationen erhöht werden.

Figur 4 zeigt eine Ausführungsform, die den Parallelbetrieb von zwei Detektionsmodulen  $\alpha$  und  $\beta$  zeigt sowie den Transport zu drei unterschiedlichen Zieladressen. Die Transportvorrichtungen  $\alpha$  und  $\beta$  übergeben die Objekte an die Transportvorrichtungen 1, 2 und 3, welche die Zieladressen Lager 1, Lager 2 und Lager 3 beschicken. Die Transportvorrichtungen  $\alpha$  und  $\beta$  können z.B. Fallklappensorter sein und somit Objekte zu verschiedenen Zieladressen schicken, während die Transvorrichtungen 1, 2 und 3 nur bestimmte Zieladressen ansteuern. Das führt zu einer Erhöhung der Produktivität. Die Einzelablage der in den Detektionsmodulen  $\alpha$  und  $\beta$  analysierten Objekte kann auf bekannte Sorters, beispielsweise Fallklappensorter oder dergleichen erfolgen. Demgemäß kann vorgesehen sein, dass das Analysieren der vereinzelt Objekte das Analysieren mit mehreren voneinander unabhängigen Detektionsmodulen aufweist, von denen die analysierten Objekte je Detektionsmodul einem separaten Sorter zugeführt werden. Die Sorter können dabei entsprechend der

Zieladresse dieselbe Mehrzahl Transportvorrichtungen beschicken und die Transportvorrichtungen führen die Objekte jeweils einer der Zieladressen zu.

Alternativ können parallel betriebene Detektionsmodule die von ihnen analysierten Objekte auch nur auf einen gemeinsamen Sorter, z.B. Fallklappensorter ablegen. Dieser Sorter führt die Objekte direkt den Zieladressen zu oder beschickt mehrere Transportvorrichtungen, welche die Objekte zu jeweils einer Zieladressen führen. In diesem Fall muss kontrolliert werden, welche Tragmittel des Sorters noch nicht mit einem Objekt belegt sind, da die Detektionsmodule analysierte Objekte nur in unbesetzte Tragmittel ablegen dürfen. Bei Doppelbelegung eines Tragmittels mit unterschiedlichen Objekten von verschiedenen Detektionsmodulen wäre die Zuordnung und der Transport der Objekte zu einer definierten Zieladresse fehlerbehaftet. Die Kontrolle der Tragmittel-Belegung kann mittels optischer Bilderkennung oder Lichtschranken erfolgen. Bei Detektion eines freien Tragmittels kann das nachfolgende Detektionsmodul freigegeben werden und das analysierte Objekt auf das freie Tragmittel ablegen. Bei Detektion eines belegten Tragmittels kann das nachfolgende Detektionsmodul deaktiviert werden und das analysierte Objekt zurückbehalten bis ein freies Tragmittel verfügbar ist.

Die Detektionsmodule können ein Führungsrohr mit im Wesentlichen aufrechter Position, d.h. vertikaler Durchlassrichtung aufweisen. Die Objekte können sich innerhalb des Führungsrohrs im Wesentlichen schwerkraftgetrieben durch das Detektionsmodul hindurchbewegen. Die Sensorik für die Analyse der Objekteigenschaften können ringförmig im Führungsrohr angeordnet sein.

Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die zu analysierenden Objekte innerhalb der Detektionsmodule aktiv gefördert werden, beispielsweise mit Hilfe eines Förderbands. Die Detektionsvorrichtungen der Detektionsmodule zur Analyse der Objekteigenschaften können über und/oder unter der Transporteinrichtung positioniert werden. Alternativ können die Detektionsvorrichtungen zur Analyse der Objekteigenschaften über und/oder unter einem Objektauswurf positioniert sein. Beispielsweise können die Objekte innerhalb des Detektionsmoduls von einer Transportvorrichtung, z.B. Förderband, auf eine zweite Transportvorrichtung übergeben werden, wobei an der Schnittstelle beider Transportvorrichtungen eine räumliche Lücke vorgesehen ist. Diese Lücke wird von den Objekten im Flug überwunden. Die Detektionsvorrichtungen zur Analyse der Objekteigenschaften

können über und/oder unter der Lücke positioniert werden. Ebenso kann die Sensorik auch ringförmig um diese Lücke positioniert werden. Hierdurch können mehreren Seiten der Objekte analysiert werden.

Die Figur 5 zeigt eine Ausführungsform, bei der die Analyse der vereinzelt in getrennten Detektionsmodulen erfolgt. Beispielsweise können sich die Detektionsmodule durch die Art des ausgewerteten Codes bzw. der Kennzeichnung oder Eigenschaft unterscheiden. Ein erstes Detektionsmodul kann beispielsweise für die Analyse eines Fluoreszenzcodes des Objekts vorgesehen sein. Infolge des erfassten Fluoreszenzcodes kann in der bereits zuvor beschriebenen Weise durch Rückgriff auf eine Datenbank eine Zieladressenzuordnung erfolgen. In mindestens einem der nachfolgenden Detektionsschritte mit einem der weiteren Detektionsmodule, vorliegend der Detektionsmodule 2 und 3, kann eine weitere Kennzeichnung des Objekts ausgewertet werden, beispielsweise mit dem Detektionsmodul 2 ein QR-Code, eine Wassermarke, oder dergleichen, wobei eine weitere Zieladresse bzw. ein weiterer Zieladressenteil wiederum unter Zugriff auf eine Datenbank demselben analysierten Objekt zugewiesen werden kann. Dies kann so häufig wiederholt werden, bis das Objekt sämtliche Detektionsmodule passiert hat und ggf. dabei mehrere Zieladressen bzw. Teiladressen zugewiesen bekommen hat, die in ihrer Summe ein Endziel des analysierten Objekts ergeben, dem das analysierte Objekt dann in der beschriebenen Weise zugeführt werden kann.

Figur 6 zeigt eine Abwandlung der in Figur 5 gezeigten Ausführungsform dahingehend, dass Objekte, die einmalig nach dem Passieren eines der Detektionsmodule 1 bis 3 eine positive Zuweisung einer Zieladresse erfahren haben, bereits aus dem Prozess ausgeschleust werden, sodass das Passieren der weiteren Detektionsmodule nicht mehr erfolgt und das Objekt insofern nach der einmaligen Zieladressenzuordnung bereits abschließend zugeordnet ist, d.h. bereits anhand der zugewiesenen Zieladresse seiner bestimmungsgemäßen Zieladresse zugeführt werden kann.

Die Figur 7 zeigt eine weitere Abwandlung der in den Figuren 5 und 6 gezeigten Ausführungsformen dahingehend, dass in dem Fall, dass bei der Analyse der Objektmerkmale eine Objekterkennung insofern nicht möglich ist, als dass keine Zieladressenzuweisung durch Abgleich möglich ist, das betroffene Objekt als nicht erkannt aussortiert oder für die weitergehende Analyse von zusätzlichen Objekteigenschaften aussortiert wird. Dies kann die Zuweisung einer gesonderten

Zieladresse (Standardzieladresse) aufweisen, anhand welcher das entsprechend spezifizierte Objekt beispielsweise einer gesonderten Zieladresse für Objekte ohne erkennbaren Fluoreszenzcode oder für Objekte mit nicht zuordbarem Fluoreszenzcode transportiert wird.

Die nicht zuordbaren Objekte können weitergehend analysiert werden. Beispielsweise können die Objekte gesichtet und manuell nachsortiert werden oder Laboranalysen unterzogen werden. In der Folge können solche Objekte eventuell noch zu einer Materialfraktion hinzusortiert werden. Alternativ können solche Objekte dem Prozess erneut hinzugeführt wird, beispielsweise dem Vereinzelungsschritt.

Die Figur 8 zeigt in Abwandlung der in den Figuren 5 bis 7 gezeigten Ausführungsform die automatische Rückführung nicht erkannter Objekte, wobei vorgesehen ist, dass im Falle eines im Rahmen der Analyse des Abgleichs nicht erkannten Codes und der entsprechenden Unmöglichkeit der Zuordnung einer Zieladresse, das betroffene Objekt dem Prozess erneut hinzugeführt wird, beispielsweise dem Vereinzelungsschritt, sodass das zuvor nicht erkannte Objekt erneut den Analyseschritt durchläuft. Wenn das rezirkulierte Objekt den bereits vereinzelt Objekten gezielt zugeführt wird, kann weiterhin die Anzahl der Durchläufe gezählt und ein Abbruchkriterium definiert werden, beispielsweise eine Anzahl unerfolgreicher Analysedurchläufe, nach Erreichen welcher das zuvor mehrfach nicht analysierbare Objekt als unanalysierbar aussortiert wird.

Die in der vorstehenden Beschreibung, in der Zeichnung sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung wesentlich sein.

Ansprüche:

1. Sortierverfahren, das die Schritte aufweist:
  - a. optional, Bereitstellen einer Vielzahl von Objekten;
  - b. Vereinzeln der Objekte;
  - c. Analysieren der vereinzelt Objekte, wobei für die Objekte jeweils mindestens eine Materialeigenschaft erfasst wird;
  - d. Abgleichen der erfassten Materialeigenschaft(en) mit in einer Datenbank hinterlegten Referenzmaterialeigenschaften, denen jeweils eine Zieladresse zugeordnet ist und Erfassen einer Fraktionszugehörigkeit der Objekte; und
  - e. Sortieren der vereinzelt Objekte entsprechend der ihrer erfassten Materialeigenschaft(en) über eine der Referenzmaterialeigenschaften in der Datenbank zugeordneten Zieladresse.
2. Sortierverfahren nach Anspruch 1, bei dem das Analysieren das elektromagnetische Anregen eines Lumineszenzmarkers genau eines der vereinzelt Objekte aufweist, wobei der Marker mindestens ein Material aufweist, das nach dem Anregen mit mindesten einer Emissionswellenlänge oder einer Mehrzahl Emissionswellenlänge emittiert.
3. Sortierverfahren nach Anspruch 1, bei dem das Analysieren das elektromagnetische Anregen eines Lumineszenzmarkers aufweist, wobei ein Material des Markers ein lumineszierendes Material, z.B. ein fluoreszierendes Material und/oder ein phosphoreszierendes Material und/oder einen Upconverter und/oder einen Downconverter aufweist.
4. Sortierverfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem das Analysieren die Spektroskopie mindestens eines lumineszierenden Materials der vereinzelt Objekte aufweist.

5. Sortierverfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem das Sortieren der vereinzelt Objekte das Adressieren eines Tragmittels eines Förderers, dem genau eines der vereinzelt Objekte zugeordnet ist, aufweist, woraufhin das vereinzelt Objekt der Zieladresse zugeführt wird.
6. Sortierverfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem das Adressieren das Ansteuern eines einer Vielzahl unabhängig voneinander ansteuerbarer Tragmittel eines Förderers aufweist.
7. Sortierverfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem das Analysieren
  - a) das Erfassen einer auf das Objekt aufgebracht oder in das Objekt eingebrachten Materialeigenschaft aufweist, etwas das Erfassen eines Fluoreszenzcodes und/oder eines Wasserzeichens und/oder eines RFA-Codes und/oder eines Bar-Codes und/oder eines QR-Codes und/oder eines Symbols und/oder eines Logos und/oder einer Bildmarke und/oder einer Artikelnummer; und/oder
  - b) das Erfassen einer nativen Materialeigenschaften des Objekts, etwa einer chemischen Materialzusammensetzung des Objekts und/oder einer Farbe und/oder einer Form des Objekts aufweist.
8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem nach dem Abgleichen und vor dem Sortieren einem Tragmittel eines Förderers, dem genau eines der vereinzelt Objekte zugeordnet ist, die über die erfasste Materialeigenschaft des vereinzelt Objekts in dem Tragmittel und die Referenzmaterialeigenschaft verknüpfte Zieladresse zugewiesen wird.
9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem in dem Fall, dass bei dem Abgleichen der Materialeigenschaft mit der in der Datenbank hinterlegte Referenzmaterialeigenschaft keine Referenzmaterialeigenschaft erfasst wird, welche identisch mit der abgeglichenen Materialeigenschaft ist, bei dem Sortieren des betroffenen Objekts dem Objekt eine Standardadresse zugewiesen oder das betroffene Objekt für die erneute Vereinzelung und Analyse bereitgestellt wird.

10. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem das Analysieren das Analysieren mindestens eines auf dem Objekt oder in dem Objekt angeordneten Markers oder mehrerer sich in mindestens einer erfassbaren Lumineszenz-Eigenschaft unterscheidender Marker aufweist, wobei sich mehrere Marker einer Mischung von Markern optional auch hinsichtlich ihres Mengenverhältnisses zueinander voneinander unterscheiden können.
11. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem auf mindestens eines der bereitgestellten Objekte vor dem Bereitstellen eine einen Fluoreszenzcode aufweisende Druckfarbe aufgebracht worden ist, z.B. in weißer Druckfarbe, z.B. in einem Teilbereich einer Bedruckung eines Etiketts oder einer Schrumpffolie des Objekts oder als eine Direktbedruckung des Objekts.
12. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem auf mindestens einem der bereitgestellten Objekte vor dem Bereitstellen ein einen Fluoreszenzcode aufweisender Etiketten-Klebstoff oder ein einen Fluoreszenzcode aufweisenden Etikettenlack aufgebracht worden ist.
13. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem vor dem Bereitstellen ein Etikett oder eine Schrumpffolie auf das Objekt aufgebracht wurde, welches in seinem Grundmaterial einen Fluoreszenzcode aufweist.
14. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem vor dem Bereitstellen das Objekt aus einem Grundmaterial hergestellt wird, beispielsweise aus einem Kunststoffmaterial, welches eine einen Fluoreszenzcode aufweisende Materialbeimischung aufweist.
15. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem das Analysieren das Bestimmen einer Intensität für eine oder für mehrere Emissionswellenlängen eines Spektrums und/oder das Bestimmen einer Intensität für einen oder für mehrere Emissionswellenlängenbereich des Spektrums und/oder das Bestimmen eines Intensitätsverhältnisses zwischen mehrere Emissionswellenlängen oder mehreren Emissionswellenlängenbereichen des Spektrums und/oder das Bestimmen der Intensität eines Emissionsspektrums und/oder eines dynamischen Emissionsverhaltens aufweist.

16. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem das Analysieren das sequentielle Hindurchleiten der vereinzelt Objekte durch ein rohrförmiges oder tunnelförmiges Detektionsmodul aufweist, an dessen Innenwandung mindestens ein Sensor für das Erfassen der Materialeigenschaft, etwa eines emittierten Spektrums angeordnet ist.
17. Verfahren nach Anspruch 16, bei dem das Hindurchleiten das schwerkraftgetriebene Hindurchleiten der vereinzelt Objekte durch das tunnelförmige Detektionsmodul aufweist.
18. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem das Analysieren der vereinzelt Objekte das Analysieren mit mehreren voneinander unabhängigen Detektionsmodulen aufweist, von denen die analysierten Objekte je Detektionsmodul einem separaten Sorter zugeführt werden, wobei die Sorter entsprechend der Zieladresse dieselbe Mehrzahl Transportvorrichtungen beschicken, und wobei die Objekte von den Transportvorrichtungen jeweils einer der Zieladressen zugeführt werden.
19. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem das Analysieren, das Abgleichen und das Sortieren der vereinzelt Objekte mehrfach erfolgt, wobei in einem ersten Analyseschritt mindestens ein erste Materialeigenschaft und in mindestens einem weiteren Analyseschritt mindestens eine weitere der Materialeigenschaft erfasst wird, wobei nach dem ersten Analyseschritt und einem ersten Abgleichschritt ein erster Teil der Zieladresse und nach dem mindestens einen weiteren Analyseschritt und dem mindestens einen weiteren Abgleichschritt mindestens ein weiterer Teil der Zieladresse zugewiesen wird, und wobei das Objekt nach dem Durchlaufen sämtlicher Analyseschritte und Abgleichschritte sowie nach der Zuweisung aller Teile der Zieladresse der Zieladresse zugeführt wird.
20. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem das Analysieren, das Abgleichen und das Sortieren der vereinzelt Objekte mehrfach erfolgt, wobei in einem ersten Analyseschritt mindestens eine erste der Materialeigenschaft eines der vereinzelt Objekte erfasst und nach dem Abgleichen ein erster Teil der Zieladresse zugewiesen wird, wobei das

vereinzelte Objekt nach dem Zuweisen über ein Transportsystem der Zieladresse zugeführt wird und/oder mindestens einem weiteren Detektionsmodul für einen weiteren Analyseschritt mindestens einer von der ersten unterschiedlichen weiteren Materialeigenschaft zugeführt und nach dem Abgleichen ein weiterer Teil der Zieladresse zugewiesen wird, und wobei nach dem Zuweisen sämtlicher Teile der Zieladresse das Objekt der Zieladresse zugeführt wird.

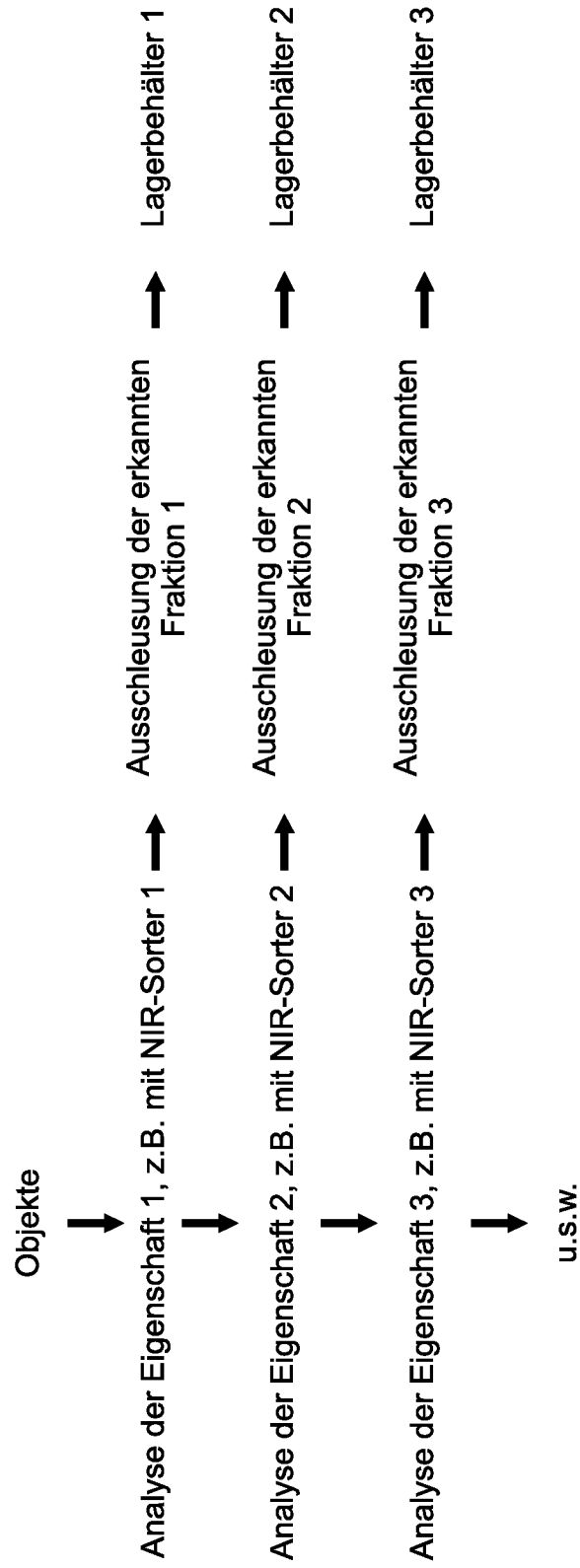


Fig. 1

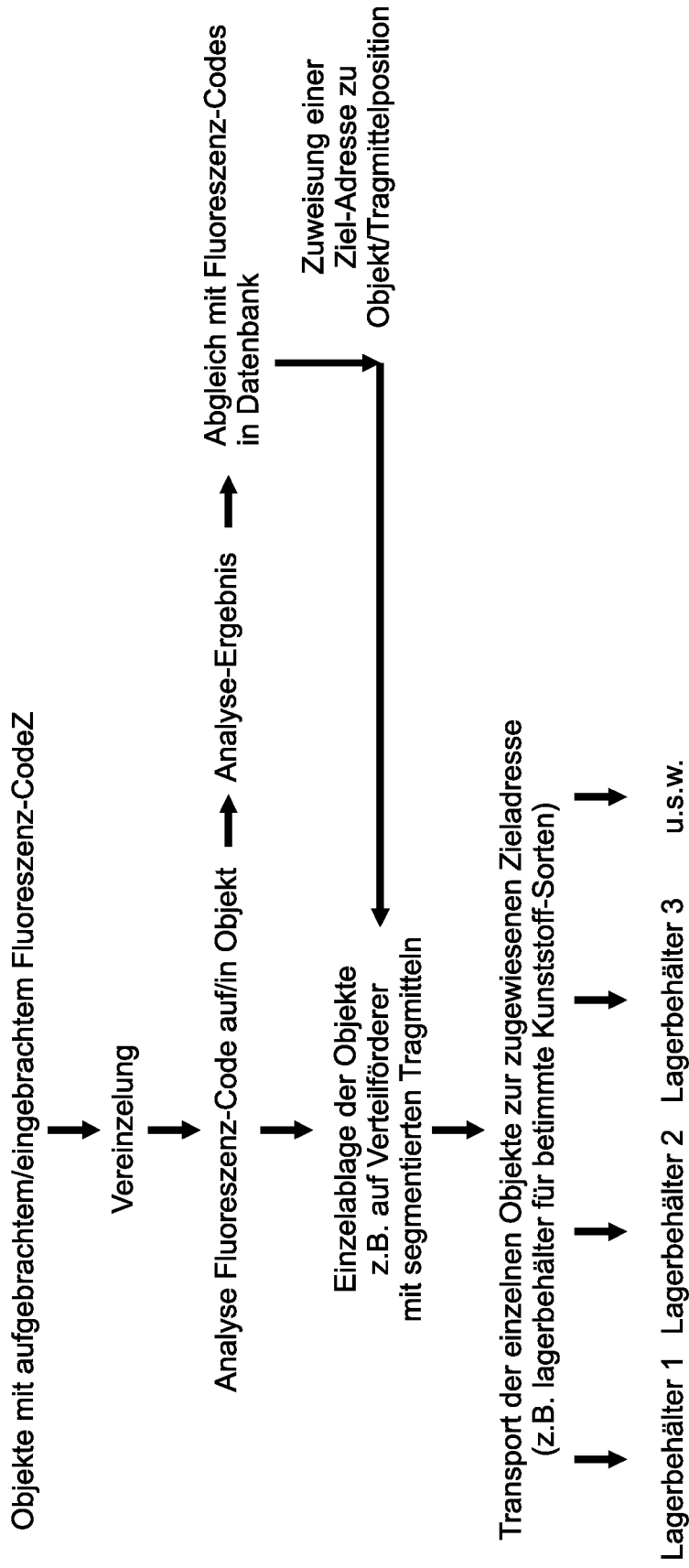


Fig. 2

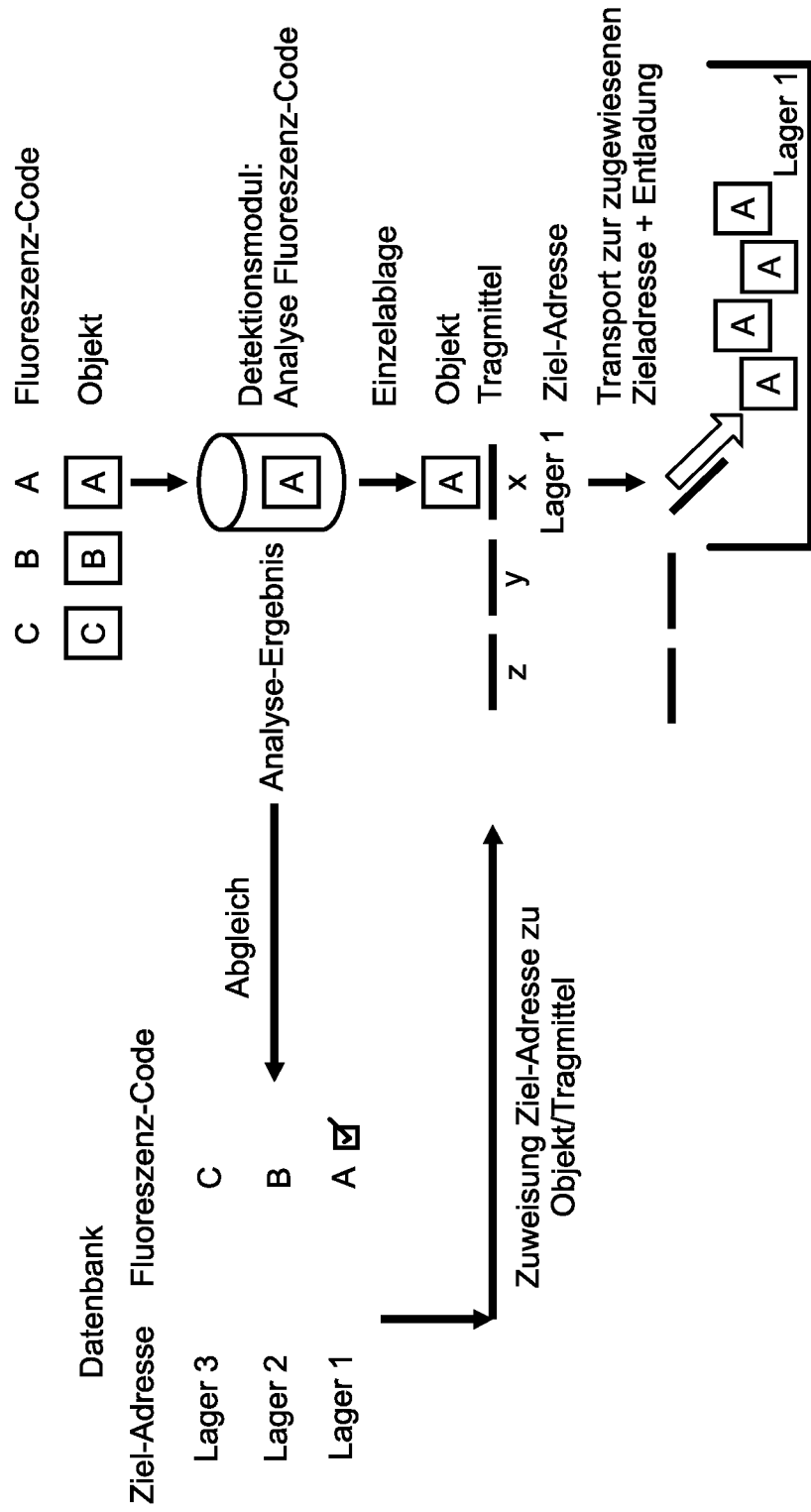


Fig. 3

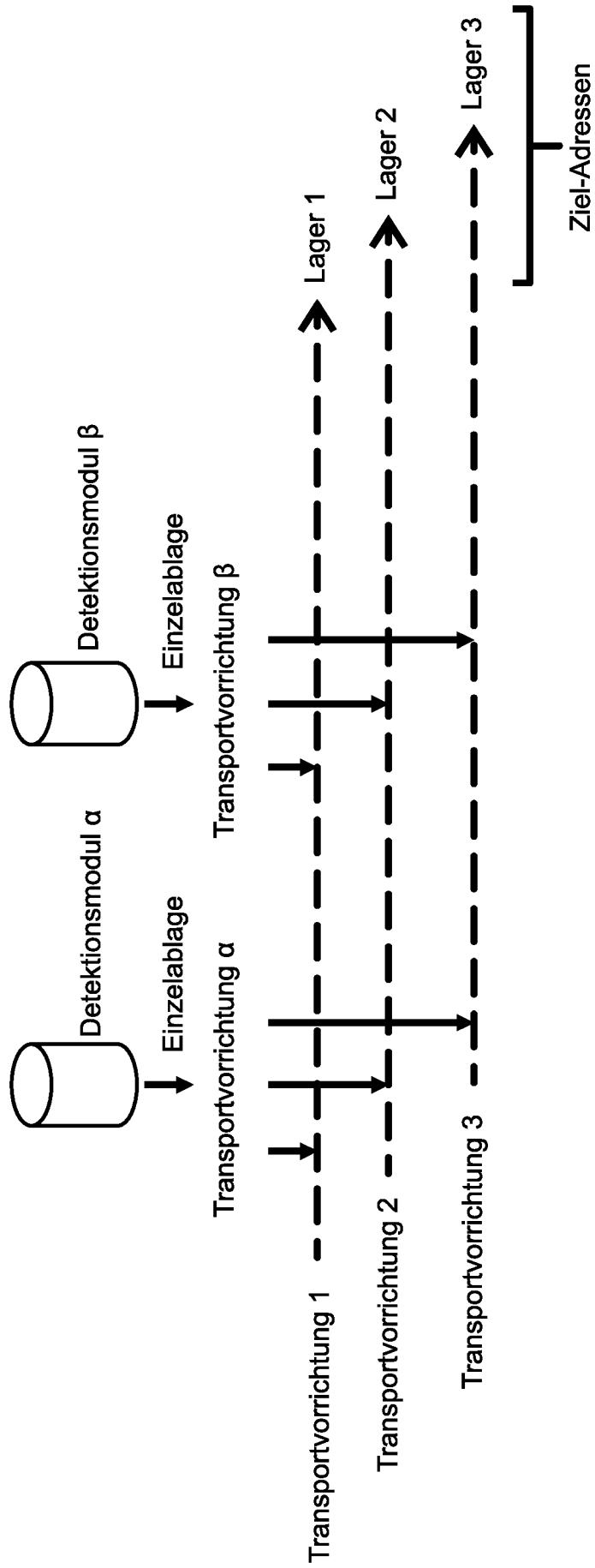


Fig. 4

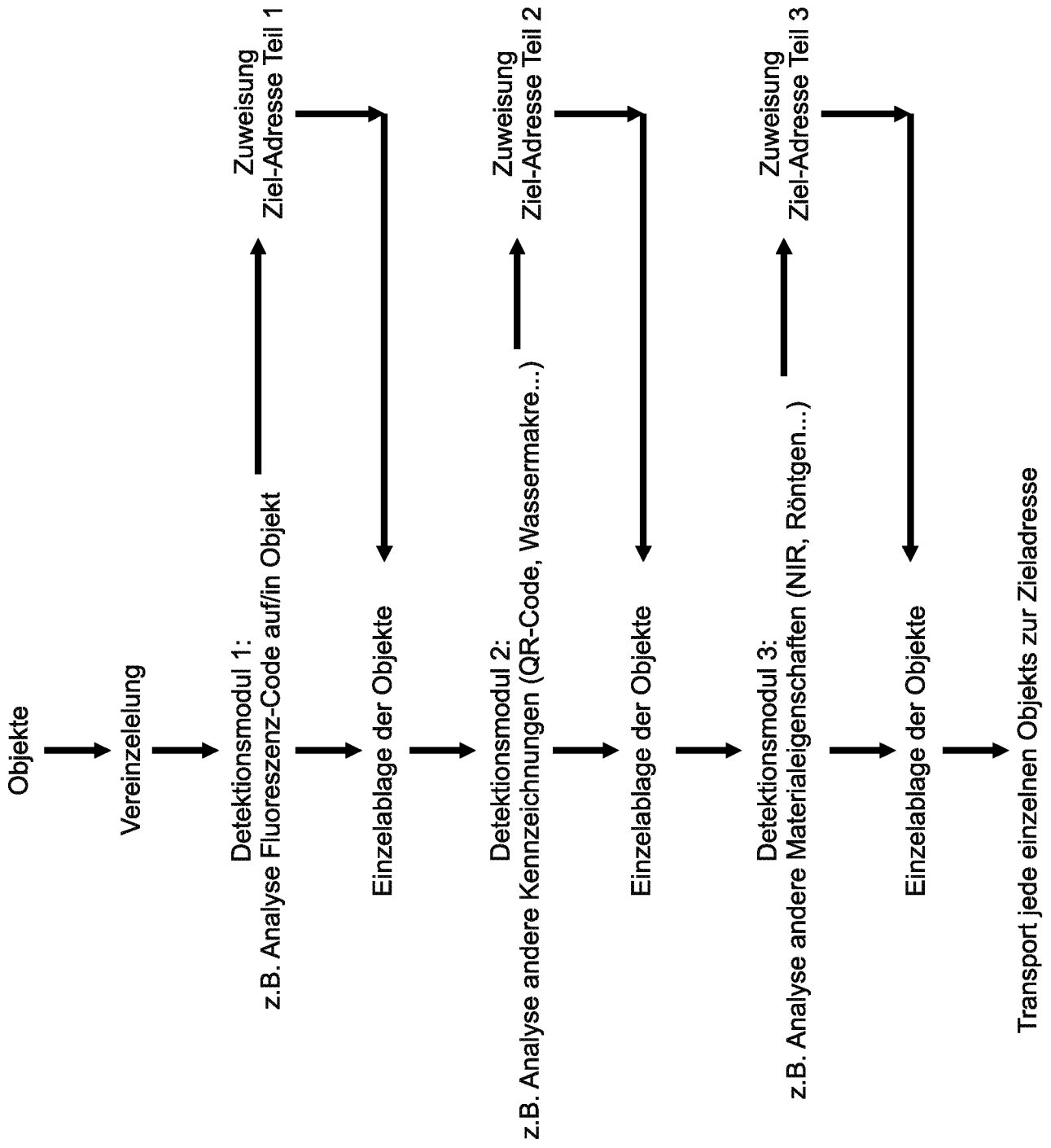


Fig. 5

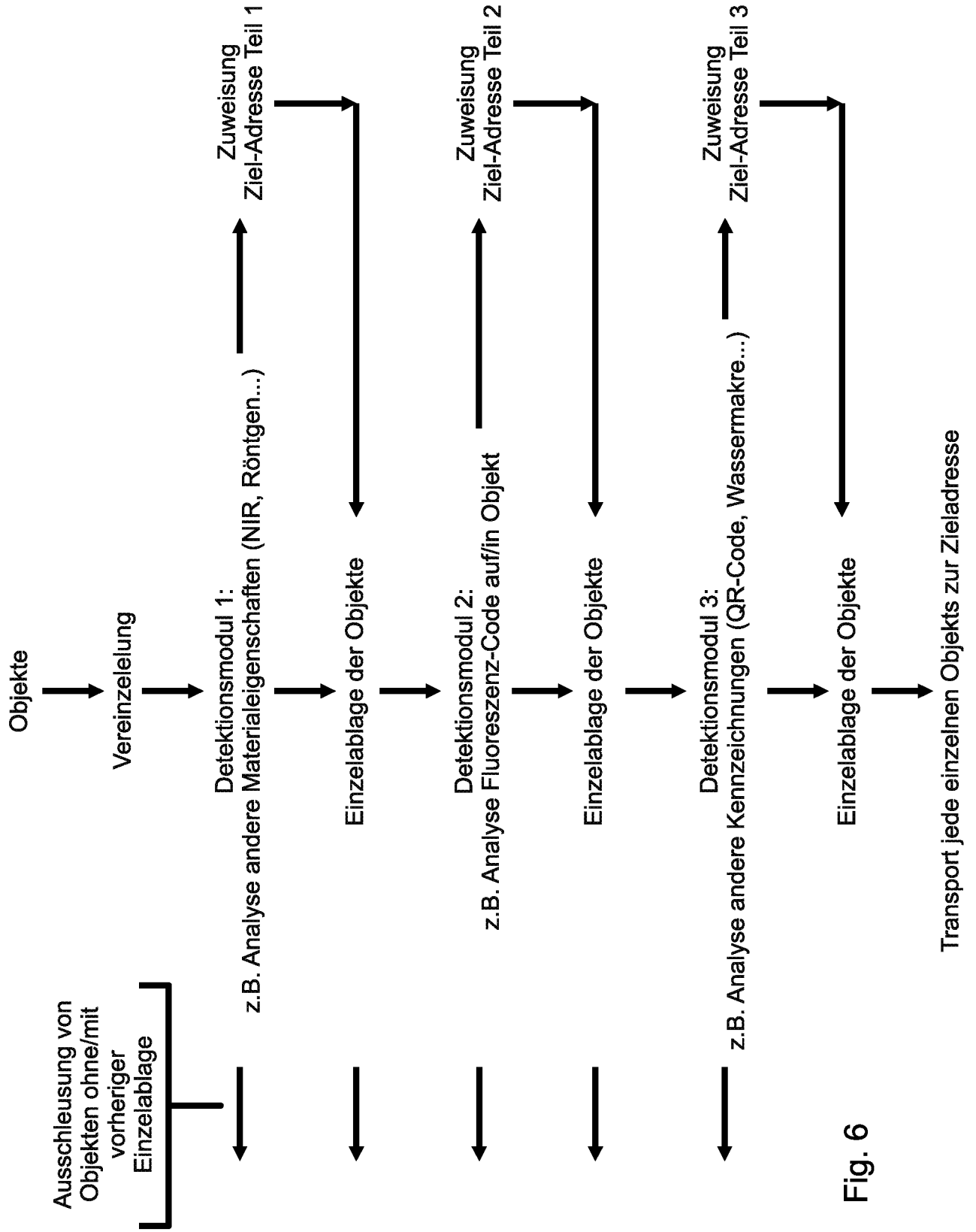


Fig. 6

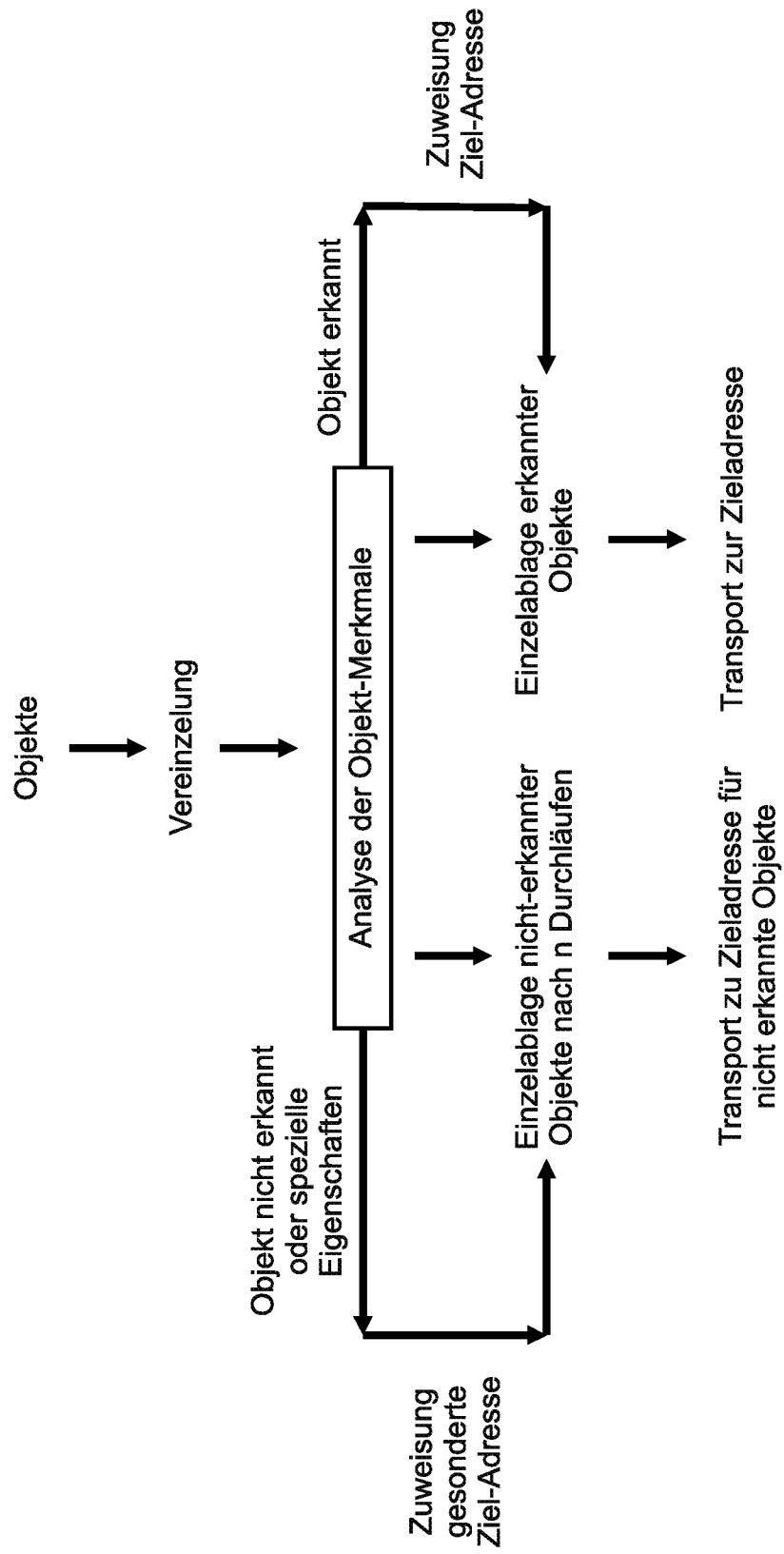


Fig. 7

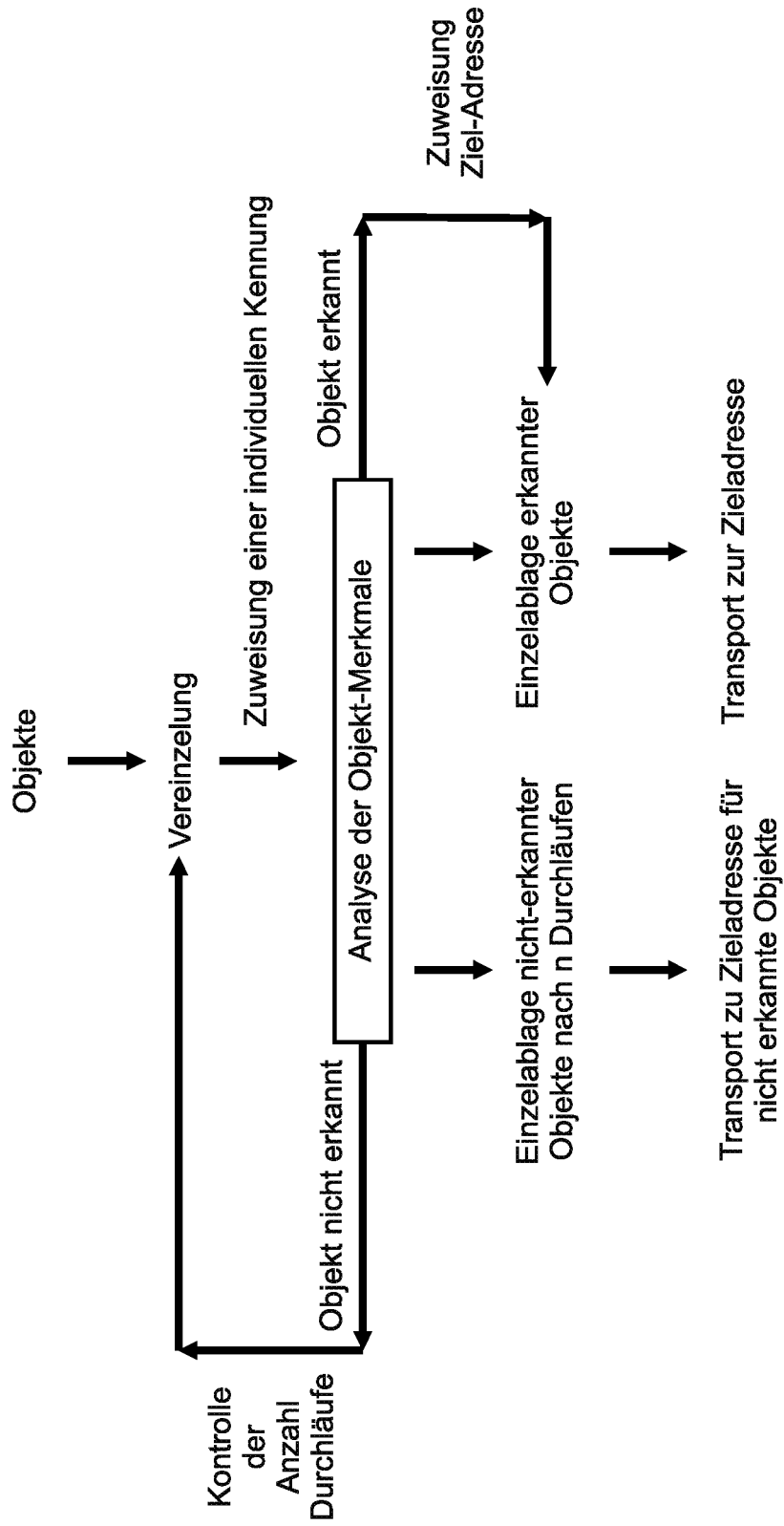


Fig. 8