

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 775 533 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.05.1997 Patentblatt 1997/22

(51) Int. Cl.⁶: **B07C 5/00, B07C 5/34**

(21) Anmeldenummer: **96118241.7**

(22) Anmeldetag: **14.11.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK LI NL SE

(30) Priorität: **24.11.1995 CH 3335/95**

(71) Anmelder: **ELPATRONIC AG**
6303 Zug (CH)

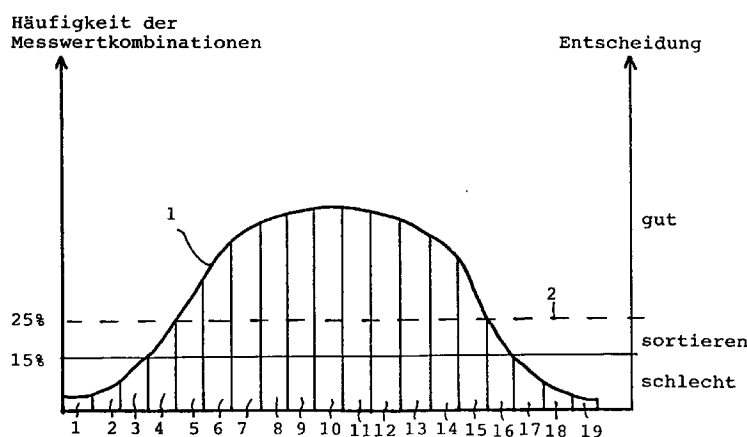
(72) Erfinder:
• **Rosatzin, Martin**
8424 Embrach (CH)
• **Alvarez, Fernando**
5417 Untersiggenthal (CH)

(54) Sortierverfahren

(57) Zum Sortieren von Gegenständen aufgrund von Messdaten über die Gegenstände werden die Messdaten einer grossen Stichprobe nach Häufigkeit (1) des Vorkommens von Messdatenkombinationen in einer Bibliothek geordnet. Je nach Häufigkeit wird den Messdatenkombinationen ein Sortierkriterium zugeordnet. Beim Sortieren werden die Messdaten von Gegen-

ständen erfasst und es wird geprüft, welcher Häufigkeit in der Bibliothek sie zugeordnet werden können. Aufgrund dessen wird das entsprechende Sortierkriterium auf den Gegenstand angewandt. Das Verfahren erlaubt ein rasches Sortieren trotz einer grossen Zahl von Messwerten für den einzelnen Gegenstand.

FIG. 1



EP 0 775 533 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Sortieren von Gegenständen in mindestens zwei Sortierklassen aufgrund einer Mehrzahl von durch mindestens eine Prüfeinrichtung an den Gegenständen festgestellten Eigenschaften. Ferner betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens sowie eine Anwendung des Verfahrens.

In den verschiedensten Anwendungsgebieten kann sich das Problem stellen, dass Gegenstände aufgrund ihrer Eigenschaften sortiert werden müssen. Insbesondere wenn bei den Gegenständen jeweils eine Vielzahl von Eigenschaften geprüft werden, und wenn Eigenschaften geprüft werden, bei denen das Messresultat auf vielfältige Weise variieren kann, und wenn zudem der Entscheid über die Sortierung rasch gefällt werden muss, z.B. weil pro Zeiteinheit viele Gegenstände anfallen, so ist der maschinelle Aufwand für die Prüfung bzw. Sortierung sehr hoch. Als Beispiel kann die Prüfung von Mehrweg-Getränkeflaschen bei ihrem Rücklauf angeführt werden. Dabei wird durch Prüfeinrichtungen ermittelt, ob in der Flasche eine unzulässige Verunreinigung vorhanden ist, wozu z.B. das Massenspektrum einer Gasprobe aus jeder Flasche ermittelt wird. Ein entsprechendes Verfahren und eine Vorrichtung dazu sind aus EP-A-0 579 952 bekannt. Zusätzlich zu der Analyse mit einem Massenspektrometer kann z.B. ein Detektor für polyaromatische Kohlenwasserstoffe eingesetzt sein und es kann z.B. ferner das Farbspektrum von Restflüssigkeit in der Flasche ermittelt werden. Weitere Prüfeinrichtungen prüfen z.B. die Höhe der Flasche, das Vorhandensein eines Deckels, das Vorliegen eines Lecks, das Vorhandensein von zulässigen Etiketten usw. Als Resultat dieser Prüfung stehen also eine Vielzahl von Messwerten als Spektren oder Einzelmesswerte zur Verfügung. Die Einzelmesswerte können dabei z.B. in die Spektren integriert werden, um für die Auswertung ein einheitliches Messwertformat zu erhalten. Ausgehend von den Messwerten muss nun der Sortierentscheid gefällt werden, ob die jeweilige Flasche als "gute" Flasche zur erneuten Befüllung vorgesehen ist oder als "schlechte" Flasche auszuscheiden ist. Es sind natürlich auch mehr als zwei Sortierkriterien möglich, z.B. das Aussortieren von Flaschen, die einer erneuten oder weiteren Prüfung zuzuführen sind und also noch nicht als gut oder schlecht definitiv sortiert sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Sortierverfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, das rasch und mit relativ geringem Aufwand durchgeführt werden kann, und welches gute Sortierresultate bringt, d.h. die Klasse der schlechten Flasche soll möglichst vollständig erfasst werden, und dabei sollen möglichst wenige gute Flaschen fälschlicherweise als schlecht eingestuft werden.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass durch eine Prüfeinrichtung zunächst vor dem Sortierbetrieb die Eigenschaften bei einer grossen Zahl der Gegen-

stände festgestellt werden und die dabei ermittelten Messwerte durch eine Auswerteinrichtung nach der Häufigkeit des Vorkommens eingeteilt und gespeichert werden, und dass nachfolgend im eigentlichen Sortierbetrieb durch eine Prüfeinrichtung die Eigenschaften der einzelnen zu sortierenden Gegenstände festgestellt werden und der Sortierentscheid danach gefällt wird, ob die am jeweiligen Gegenstand festgestellten Eigenschaften bei der grossen Zahl von Gegenständen mit einer vorbestimmten Häufigkeit und Ähnlichkeit aufgetreten sind oder nicht.

In einem ersten Schritt werden somit vor dem eigentlichen Sortierbetrieb an einer grossen Zahl von Objekten, die den später zu sortierenden Objekten wesensgleich sind, deren Eigenschaften festgestellt und es wird eine "Bibliothek" erstellt, die die Eigenschaften in geordneter Weise festhält. Zur Feststellung der Eigenschaften bzw. der Messwerte der Objekte kann dieselbe Prüfanordnung verwendet werden, die später auch die Sortierung ausführt oder es kann eine andere Prüfeinrichtung verwendet werden, die aber dieselben Messwerte erfasst wie die später zur Sortierung verwendete Prüfeinrichtung. Die auf diese Weise geschaffene Bibliothek bietet dann die Basis für das eigentliche Sortieren von Objekten. Die zu sortierenden Objekte werden im normalen Betrieb der Prüfeinrichtung geprüft und die Messwerte bzw. Eigenschaften der Objekte werden mit der Bibliothek verglichen. Das Sortierkriterium ist dann, ob in der Bibliothek schon ein gleicher Eintrag - oder ein genügend ähnlicher Eintrag - vorhanden ist und wenn ja, mit welcher Häufigkeit. Ist der Eintrag mit vorbestimmter genügender Häufigkeit vorhanden, so fällt das Objekt unter eine erste Sortierklasse, andernfalls in eine zweite Sortierklasse. Natürlich könnte auch zwischen mehreren vorbestimmten Häufigkeitsbereichen unterschieden werden, wodurch sich mehr als zwei Sortierklassen ergeben. Das Kriterium für das eigentliche Sortieren ist also, mit welcher Häufigkeit dieselbe oder eine genügend ähnliche Messwertkombination schon einmal bei der Erstellung der Bibliothek vorgekommen ist. Angewandt auf das eingangs erwähnte Beispiel der Mehrwegflaschen wird die mit den genannten Prüfeinrichtungen erstellte Bibliothek mit grosser Häufigkeit Messwerte enthalten, die einer üblichen Flasche und einem der üblichen in der Flasche vorkommenden Getränk, z.B. Orangensaft, entsprechen; mit geringer Häufigkeit werden Messwerte bzw. Eintragungen vorhanden sein, die auf eine unzulässige Flasche oder eine unzulässige Verunreinigung hindeuten, z.B. auf das Vorhandensein von Benzin. Beim nachfolgenden Sortieren beim Betrieb einer Flaschenprüfanlage wird dann bei einer Flasche, die nur Getränkespuren, bzw. Orangensaftspuren, enthält festgestellt, dass die ermittelten Messwerte der Flasche mit hinreichender Ähnlichkeit einer der Bibliothekseintragungen, nämlich derjenigen für Orangensaftgetränk gleichen und dass der als hinreichend ähnlich angesehene Bibliothekseintrag über einer vorbestimmten Häufigkeitsschwelle liegt, was dahingehend interpretiert

wird, dass die geprüfte Flasche als gut zu sortieren ist. Bei einer Benzinspuren enthaltenden Flasche wird hingegen festgestellt werden, dass ein hinreichend ähnlicher Eintrag in der Bibliothek unterhalb einer vorbestimmten Häufigkeitsschwelle liegt und die Flasche wird somit als schlechte Flasche ausgeschieden werden. Mit anderen Worten, die Entscheidung, wie ein Gegenstand beim Sortieren einzureihen ist, wird aus der Statistik einer vorgängig geprüften Anzahl Gegenstände abgeleitet; auf das Problem der Flaschen übertragen wird geschlossen, dass eine Flasche mit einer häufig vorkommenden Messwertkombination immer eine gute Flasche ist bzw. eine häufig vorkommende Flasche kann nicht eine schlechte Flasche sein. Zur Optimierung der Bibliothek können auch Messspektren von speziell präparierten Flaschen oder von im natürlichen Flaschenvorkommen gefundenen Schlechtflaschen in die Bibliothek eingelesen werden.

Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist gekennzeichnet durch die Merkmale des Patentanspruchs 4. Eine bevorzugte Anwendung des Verfahrens ist im Patentanspruch 5 definiert.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Figuren näher erläutert. Dabei zeigt

Figur 1 grobschematisch ein Diagramm mit der Häufigkeitsverteilung von Messwertkombinationen; und
Figur 2 grobschematisch das Blockschaltbild einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Nachfolgend wird das Verfahren anhand einer speziellen Behälterart, nämlich anhand von Mehrweg-PET-Flaschen beschrieben, bei denen das Verfahren besonders vorteilhaft anwendbar ist, da dabei eine Vielzahl von Messwerten anfallen und in kurzer Zeit, z.B. in 100 ms bei einem Flaschendurchsatz von 600 Flaschen/Minute ein Sortierentscheid gefällt werden muss. Natürlich lässt sich das Verfahren bei irgendwelchen anderen Gegenständen anwenden.

Bei rücklaufenden Mehrwegflaschen, insbesondere bei PET-Flaschen, findet eine Untersuchung der Flasche selber und der in den Flaschen enthaltenen Reststoffe statt. In EP-A-0 579 952 ist dargelegt, wie aus auf einer Fördereinrichtung in rascher Kadenz geförderten Flaschen Gasproben entnommen werden, die einem Massenspektrometer für die Prüfung zugeführt werden. Neben der Prüfung einer Gasprobe aus dem Behälter können noch, wie bereits erwähnt, weitere Prüfungen vorgenommen werden. Zum Beispiel kann das Farbspektrum der Restflüssigkeit im Behälter ermittelt werden. Ferner können Behältereigenschaften wie z.B. die Dichtigkeit, die Behälterhöhe usw. geprüft werden. Die auf diese Weise durch mindestens eine Prüfeinrichtung erhobenen Messresultate werden nun als Beurteilungsgrundlage verwendet, um die Behälter in mehrere Gruppen zu sortieren, z.B. in wiederverwendbare, gute Flaschen, in beschränkt verwendbare und in nicht mehr verwendbare, schlechte Flaschen. Gemäss der Erfin-

dung wird das Sortierverfahren nun auf die beanspruchte spezielle Art und Weise durchgeführt. Zur Sortierung der Flaschen wird zunächst eine Sammlung der Flascheneigenschaften an einer grossen Stichprobe von Flaschen vorgenommen. Diese Sammlung kann als Bibliothek bezeichnet werden und deren Erstellung erfolgt vor dem Sortierbetrieb. Die Erstellung der Bibliothek kann dabei im normalen Betrieb einer Flaschenprüfanlage durchgeführt werden, die die Flaschen aufgrund bisheriger Sortieralgorithmen sortiert. Die Bibliothek kann aber auch in einem speziellen Flaschendurchlauf erstellt werden. Jedenfalls wird aus einer grossen Stichprobe, welche z.B. 10'000 Flaschen umfassen kann, die Statistik aller Flaschen, d.h. des gesamten Flaschenflusses dadurch hinreichend genau abgebildet, dass die Flaschen basierend auf der Messung in verschiedene Klassen mit entsprechenden Prozentzahlen eingeteilt werden. Man kann dabei von Selbstlernresultaten sprechen, da die Flaschen durch die Prüfeinrichtung laufen und die Bibliothek durch die Steuereinrichtung - in der Regel durch einen Digitalrechner - selbständig aufgebaut wird. Figur 1 zeigt schematisch die Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Messwertkombinationen bei der Aufnahme der Stichprobe. Auf der Ordinate ist dabei die Häufigkeit einer bestimmten Messwertkombination aufgetragen. Wie in Figur 1 ersichtlich, ergibt sich eine Kurve 1 der Häufigkeitsverteilung der Messwertkombinationen. Die verschiedenen Kombinationen von Messwerte können dabei in verschiedene Klassen eingeteilt werden, was im gezeigten Beispiel auf der Abszisse mit den Klassen 1 bis 19 dargestellt ist. In der Klasse 10 z.B. können solche Messwertkombinationen vorhanden sein, deren Massenspektrum auf ein Getränk hindeutet, z.B. Orangensaft und deren Farbspektrum zu dem ebenfalls Orangensaft entspricht und bei dem die Flaschen kein Leck aufweisen und eine korrekte Höhe haben. In der Stichprobe des Flaschenrücklaufs befinden sich eine grosse Anzahl solcher intakten und mit keiner Verunreinigung versehenen Flaschen, die ehemals mit Orangensaft gefüllt waren und daher ist die Häufigkeit von Messwerten in dieser Klasse 10 hoch. Dasselbe gilt z.B. für Messwertkombinationen, welche eher auf mit einem Cola-Getränk gefüllte Flaschen hinweisen, welche z.B. in der Klasse 9 eingeordnet sein können. Selten werden in der Stichprobe, die eine zufällige, repräsentative Stichprobe ist, solche Flaschen vorkommen, deren Messwertkombination z.B. ein Massenspektrum aufweist, das auf das Vorhandensein von einem organischen Lösungsmittel hinweist. Solche rücklaufenden Flaschen kommen indes vereinzelt vor, da leere PET-Flaschen mit gewisser Häufigkeit zur Aufbewahrung von irgendwelchen nicht zur Konsumation bestimmten Flüssigkeiten verwendet werden. Es ist z.B. möglich, dass eine auf bestimmte Lösungsmittel hinweisende Messwertkombination mit einer relativ geringen Häufigkeit auftritt und in der Kurve 1 an deren rechten Randbereich zu finden ist. Diese speziellen Messwertkombinationen können in einer Klasse 18

zusammengefasst sein. Die Verteilung der Kurve 1 ergibt sich aus der Stichprobe. Die Einteilung in die Klassen 1 bis 19 ist natürlich willkürlich und kann je nach der Art der gemessenen Objekte verschieden sein. Die Einteilung in neunzehn gleichmässige Klassen ist nur als Beispiel zu verstehen. Zur Vervollständigung der Bibliothek werden nun, basierend auf der allgemein bekannten statistischen Verteilung der Gegenstände bzw. Retourflaschen, Regeln angewandt bzw. festgelegt, welche die verschiedenen Klassen in mindestens zwei Gruppen einteilt. Auf die Flaschen bezogen ist die Gruppeneinteilung mindestens in eine gute Gruppe und in eine schlechte Gruppe vorzunehmen. In der Figur 1 ist dies auf der rechts dargestellten Abszisse mit der Bezeichnung Entscheidung dargestellt, bei der oberhalb einer bestimmten Häufigkeit die Entscheidung "gut" angegeben ist, d.h. die unter dieses Kriterium fallenden Flaschen werden zur Wiederbefüllung freigegeben, während die anderen Flaschen, die unter das Entscheidungskriterium "schlecht" fallen, ausgesondert werden. Die Entscheidung wird dabei aufgrund der Häufigkeit der Stichprobenverteilung gefällt. In dem dargestellten Beispiel fallen diejenigen Flaschen unter das Sortierkriterium schlecht, deren Messwertkombinationen weniger häufig als z.B. 15 % der Fälle auftauchen. Es sind dies die Messwertkombinationen, die in die Klassen 1, 2 und 3 sowie in die Klassen 17, 18 und 19 fallen. Mit anderen Worten, diejenigen Messwertkombinationen, die in der Stichprobe mit mehr als 15 % der Fälle vertreten sind, erhalten das Sortierkriterium "gut" zugeteilt, die anderen das Sortierkriterium "schlecht". Natürlich könnte eine Unterteilung nach mehr als nur zwei Sortierkriterien vorgenommen werden. In Figur 1 ist als Variante eine weitere Unterteilung durch die gestrichelte Linie 2 dargestellt, die bei einer Häufigkeit der Messwertkombination von z.B. 25 % gezogen ist. Denjenigen Messwertkombinationen, die zwischen 15 % und 25 % liegen, kann z.B. ein weiteres Sortierkriterium zugeordnet werden, welches eine Nachprüfung der Flasche mit speziellen Mitteln beinhaltet. Diese Flaschen werden also weder als gut noch als schlecht eingestuft, sondern als nachzuprüfende Flaschen. Mit der Aufnahme der Messwertkombination der grossen Stichprobe und der Einteilung in Klassen, wobei auch nur eine oder zwei Klassen für die gesamte Verteilung vorgesehen sein kann, ist der Aufbau der Bibliothek abgeschlossen. Diese Bibliothek bildet die Grundlage für das Sortieren der Flaschen im eigentlichen Sortierbetrieb. Wie bereits erwähnt, kann der Aufbau der Bibliothek während des Betriebes einer Flaschenprüfungsanlage erfolgen. Die Bibliothek kann im Betrieb in periodischen oder zufälligen Abständen oder stetig dem Flaschenfluss angepasst werden, in dem der gegenwärtige Flaschenfluss als Stichprobe betrachtet wird, der die Häufigkeitsverteilung der Bibliothek beeinflusst.

Im eigentlichen Sortierbetrieb wird nun durch eine Vergleichseinrichtung jedem Satz von Messungen bzw. jeder Messwertkombination an einem Objekt der ähnlichste Bibliothekseintrag bzw. die ähnlichste Klasse der

Klassen 1 bis 19 zugeordnet, sofern überhaupt eine Klasse mit hinreichend genauer Übereinstimmung gefunden werden kann. Wird eine solche Klasse gefunden, so wird dem Objekt bzw. der Flasche das entsprechende Sortierkriterium zugeordnet. Wenn also im eigentlichen Sortierbetrieb eine intakte Flasche auftritt, deren Messwertkombination auf Orangensaft hin deutet, so wird bei genügender Übereinstimmung mit der Messwertkombination der Klasse 10 die Flasche dieser Klasse zugeordnet. Auf diese Weise wird der Flasche weiter das zugehörige Sortierkriterium "gut" zugeordnet, da alle Flaschen, deren Häufigkeit der Klasse 10 entspricht, als gut zu bewerten sind. Es ist nämlich statistisch auszuschliessen, dass bei rücklaufenden Mehrwegflaschen als schlecht zu bezeichnende Flaschen mit einer derartigen Häufigkeit auftreten. Hingegen wird im eigentlichen Sortierbetrieb eine Flasche, deren Messwertkombination in der Bibliothek nur mit einer geringen, im gezeigten Beispiel unter 15 % liegenden Häufigkeit auftritt, als schlecht bewertet. Diese Flasche kann z.B. eine Messwertkombination aufweisen, die in der Klasse 2 zu finden ist. Diese Flasche wird aus dem Mehrweg-Umlauf ausgeschieden, da die geringe Häufigkeit der ihr zukommenden Messwertkombination statistisch darauf schliessen lässt, dass eine als schlecht zu beurteilende Flasche vorliegt. Flaschen, die gar keiner Klasse zugeordnet werden können, werden ebenfalls als schlechte Flaschen ausgeschieden.

Es wird nun noch einmal auf den Aufbau der Bibliothek eingegangen, wobei verschiedene Möglichkeiten gezeigt werden, wie die verschiedenen Messwerte in einer Messwertkombination vereinheitlicht werden können. Jeder Messvorgang an einem Behälter ergibt eine Vielzahl von Messwerten (z.B. Massenspektrum, Farbspektrum, Messung des PAK-Detektors (PAK = polyaromatische Kohlenwasserstoffe), Messung der Füllhöhe, Höhe der Flasche, Deckel, etc.). Die Menge aller Messwerte bilden ein Messspektrum. Die Messspektren verschiedener Messinstrumente können in verschiedenen Varianten verarbeitet werden:

1. Alle Messdaten werden in einem Messspektrum zusammengefasst (z.B. Massenspektrum und PAK) und verarbeitet.
2. Die Messdaten werden als unabhängige Messspektren (z.B. Farbmessung) behandelt und die verschiedenen einzelnen Messspektren in einer höheren logischen Ebene zusammen verarbeitet.
3. Die Messdaten werden als unabhängige Messspektren (z.B. Farbmessung) behandelt und die verschiedenen einzelnen Messspektren in einer Kreuzkorrelation verarbeitet.
4. Eine Kombination der Varianten 1.-3.

Mehrere Referenz-Messspektren werden in einem Datenfile abgespeichert und als Referenz-Bibliothek

verwendet und zusammen mit jedem Messspektrum wird auch eine Zusatzinformation abgespeichert, welche die Sortierkriterien definiert, z.B. "GUT", "SORTIEREN" oder "SCHLECHT" für gute, weiterzusortierende und auszuscheidende Flaschen. In dieser Referenz-Bibliothek ist auch eine Referenzmessung abgespeichert, welche die veränderlichen Umwelteinflüsse kompensiert (Hintergrundsignale). Die Bibliothek kann unverändert bleiben, oder periodisch resp. kontinuierlich der Statistik des Objektflusses (Flaschenflusses) angepasst werden. Bei selbstadaptiven Bibliotheken kommt der Vermeidung einer Fehlerfortpflanzung besondere Bedeutung zu (Stabilität der Bibliothek).

Der Aufbau und die Anpassung einer Bibliothek erfolgt vorzugsweise selbstlernend. Die Anzahl von möglichen Inhaltsstoffen in Behältern ist äusserst vielfältig und wird zusätzlich vergrössert durch verschiedenste Umwelteinflüsse (Gefrieren, Schimmel, Fermentierung, Fremdstoffe, etc.) Aus diesem Grund ist der Aufbau von einzelnen Messspektren nur über empirische Messung möglich. Da für eine repräsentative Statistik eine grosse Zahl von Messspektren erforderlich ist, die manuell nicht zu handhaben ist, wird für den Aufbau oder die Anpassung einer Bibliothek in einem Selbstlernverfahren die ganze oder eine definiert eingeschränkte Auswahl der Gesamtheit aller Messspektren abgespeichert und nach statistischen Gesichtspunkten angeordnet. Statische Informationen und andere Kriterien erlauben die manuelle oder automatische Zuordnung der Messspektren zu einem der Sortierkriterien. Für diese Zuordnung werden bekannte Informationen der statistischen Verteilung der verschiedenen Behälter-eigenschaften zugrundegelegt. Die Zuordnung der Klasse 3 zum Sortierkriterium "SCHLECHT" erfolgt also aufgrund solcher Kriterien.

Bei der eigentlichen Sortierung müssen die Messwerte ausgewertet werden. Zur Charakterisierung eines Behälters oder seines Inhalts wird sein Messspektrum mit dem Inhalt der Bibliothek verglichen oder beliebig verrechnet und dann einem bestimmten Bibliothekseintrag zugeordnet (positive Erkennung) und seiner entsprechenden Sortierklasse zugeordnet. Ueber diese Zuordnung wird durch einen Rechner eine Entscheidung getroffen und der Behälter entsprechend sortiert.

Die Verrechnung des Messspektrums mit der Referenzbibliothek kann mit folgenden Verfahren erfolgen:

- Mustererkennung
- Schwellwerte
- Kombination von Mustererkennung und Schwellwert
- Clusteranalyse

In einer Variante können die Bibliotheksdaten in eine "Look-up Table" umgewandelt werden. Dabei wird der Bibliotheksinhalt in eine mehrdimensionale "Landkarte" abgebildet, welche die statistische Verteilung der Objekte wiedergibt. In diesem Fall müssen beim Zugriff auf die Bibliothek nicht sämtliche Daten geprüft werden.

Stattdessen reicht es aus, die Dichteverteilung in der "Umgebung" der zu prüfenden Einzelmessung zu prüfen, um eine relevante Aussage über das Einzelobjekt machen zu können. Als Vorteil ergibt sich erhöhte Geschwindigkeit durch kürzere Rechenzeiten.

Es wird natürlich nicht immer möglich sein eine aktuelle Messwertkombination genau einer der Messwertkombinationen der Bibliothek zuzuordnen, mit andern Worten, es bestehen Grenzen der positiven Erkennung.

Bei jeder Beurteilung eines Messspektrums basierend auf der Referenz-Bibliothek kann dem Behälter nicht nur ein Sortierkriterium, sondern auch eine Beurteilungssicherheit (S) zugeordnet werden. Zum Beispiel: 100 % Übereinstimmung mit einem Bibliothekseintrag: $S = 100$. Je schlechter die Übereinstimmung, desto kleiner der Wert S. Bei schlechter Übereinstimmung des Messspektrums mit einem Bibliothekseintrag kann die Flasche nicht mehr mit genügender Sicherheit einer Bibliothekseintragung zugeordnet werden. Der "Unbekannt-Grenzwert" definiert in diesem Falle die Eigenschaften eines Behälters als "unbekannt", wodurch andere Sortierkriterien angewandt werden können.

Zum Beispiel: $S = 85 < \text{Unbekannt-Grenzwert} = 90$: Sortierentscheid: SCHLECHT. Mit diesem Vorgehen wird verhindert, dass nur als positiv gut erkannte Flaschen mit beliebigen unbekannten Gemischen und Fremdstoffen ausgeleitet werden.

Memory-Effekt-Kompensation:

Bei hohen Konzentrationen von Verunreinigungen kann es vorkommen, dass die Messkammer nicht hinreichend schnell gespült werden kann, bis die nächste Flasche analysiert wird. In diesem Fall können eine oder mehrere nachfolgende Flaschen falsch erkannt werden. Durch Kontrolle der letzten paar Messspektren können solche Flaschen erkannt und einer zweiten Prüfung zugeführt werden.

Figur 2 zeigt grob schematisch eine Prüfvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens. Dabei sind in der Regel mehrere Prüfeinrichtungen vorgesehen, welche Messwerte über den Zustand des Gegenstandes an eine Auswerteinrichtung abgeben. Im gezeigten Beispiel ist eine erste Prüfeinrichtung 3 gezeigt, an welcher die zu prüfenden Gegenstände 8 mittels einer Förderanlage 9 vorbeigefördert werden. Die Prüfeinrichtung 3 kann z.B. eine Prüfeinrichtung zur Entnahme und Analyse von Gasproben aus Behältern sein, wie sie in EP-A-0 579 952 gezeigt ist. In Figur 2 ist nur eine weitere Prüfeinrichtung 4 z.B. ein PAK-Detektor dargestellt, aber es können natürlich noch mehrere Prüfeinrichtungen vorgesehen sein, wie vorstehend bereits erwähnt. Die Prüfeinrichtungen 3, 4 liefern ihre Messdaten entweder als Rohdaten oder bereits in einer bearbeiteten Form an eine Steuereinrichtung 5. Diese wird in der Regel von einem entsprechend programmierten Rechner gebildet. Bei der Erstellung der Bibliothek sind die Behälter 8 die Behälter der Stichprobe. Die Steuereinrichtung erstellt wie bereits beschrieben als Auswertein-

richtung die Bibliothek mit den Sortierkriterien und legt diese in einem Speichermedium 6 ab. Die Steuereinrichtung 5 steuert weiter ein Sortierelement 7, das die Behälter aufgrund ihrer gemessenen Eigenschaften aus dem Förderstrom aussortiert oder sie im Förderstrom belässt. Die Sammlung der Daten für die Erstellung der individuellen Bibliothek kann dabei während eines Betriebs erfolgen, bei dem das Sortieren der Gegenstände anhand einer Standard-Bibliothek erfolgt. Sobald die individuelle Bibliothek im Speichermedium 6 erstellt ist, kann die Vorrichtung das Sortieren gemäß der Erfindung aufgrund dieser Bibliothek ausführen, was ein schärferes Sortieren erlaubt als jenes mit einer Standard-Bibliothek. Damit kann die fälschliche Erkennung von Gut-Flaschen als Schlecht-Flaschen (Falsch-Auswurf) drastisch reduziert werden, wobei die fälschliche Erkennung von Schlecht-Flaschen als Gut-Flaschen weiterhin unterdrückt wird. Die Steuereinrichtung 5 arbeitet dann als Vergleichseinrichtung zum Vergleich der aktuellen Messwerte mit der Bibliothek. Die Ermittlung der Bibliothek erfolgt entweder mit der gleichen Prüfvorrichtung die auch das spätere Sortieren ausführt, oder die Prüfvorrichtung zur Aufnahme der Bibliothek ist eine andere Prüfvorrichtung als die nachfolgende sortierende Prüfvorrichtung. In diesem Fall werden die Bibliotheksdaten aus der ersten Prüfvorrichtung auf die zweite Prüfvorrichtung übertragen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Sortieren von Gegenständen in mindestens zwei Sortierklassen aufgrund einer Mehrzahl von durch mindestens eine Prüfeinrichtung (3, 4) an den Gegenständen (8) festgestellten Eigenschaften, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Prüfeinrichtung zunächst vor dem Sortierbetrieb die Eigenschaften bei einer grossen Anzahl der Gegenstände festgestellt werden und die dabei ermittelten Messwerte durch eine Auswerteinrichtung (5) nach der Häufigkeit des Vorkommens eingeteilt und gespeichert werden, und dass nachfolgend im eigentlichen Sortierbetrieb die Eigenschaften der einzelnen zu sortierenden Gegenstände festgestellt werden und der Sortierentscheid durch eine Vergleichseinrichtung (5) danach gefällt wird, ob die am jeweiligen Gegenstand festgestellten Eigenschaften bei der grossen Zahl von Gegenständen mit einer vorbestimmten Häufigkeit und Ähnlichkeit aufgetreten sind oder nicht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Messwerte mindestens ein Spektrum umfassen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass den nach Häufigkeit eingeteilten und gespeicherten Messwerten mindestens zwei Sortierkriterien hinzugefügt und ebenfalls gespeichert werden.
4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 3, gekennzeichnet durch mindestens eine Prüfeinrichtung (3, 4) zur Feststellung der Eigenschaften von zu prüfenden Gegenständen (8) eine Auswerteinrichtung (5, 6), die die von der Prüfeinrichtung (3, 4) ermittelten Messwerte nach der Häufigkeit von deren Vorkommen einteilt und speichert und eine Vergleichseinrichtung (5), die im Sortierbetrieb die am jeweiligen Gegenstand (8) festgestellten Eigenschaften mit den gespeicherten Messwerten vergleicht und einen Sortierentscheid aufgrund der Häufigkeitsverteilung der Messwerte fällt.
5. Anwendung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 3 beim Sortieren von rücklaufenden Mehrweg-Flaschen.
6. Anwendung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass physische Eigenschaften der Flaschen selber sowie Eigenschaften von aus den Flaschen entnommenen Fluidproben als Messwerte nach der Häufigkeit des Vorkommens eingeteilt und gespeichert werden, und dass mindestens ein Sortierkriterium Wiederverwenden und ein Sortierkriterium Ausscheiden getrennt durch eine bestimmte Häufigkeitsschwelle hinzugefügt werden.

FIG. 1

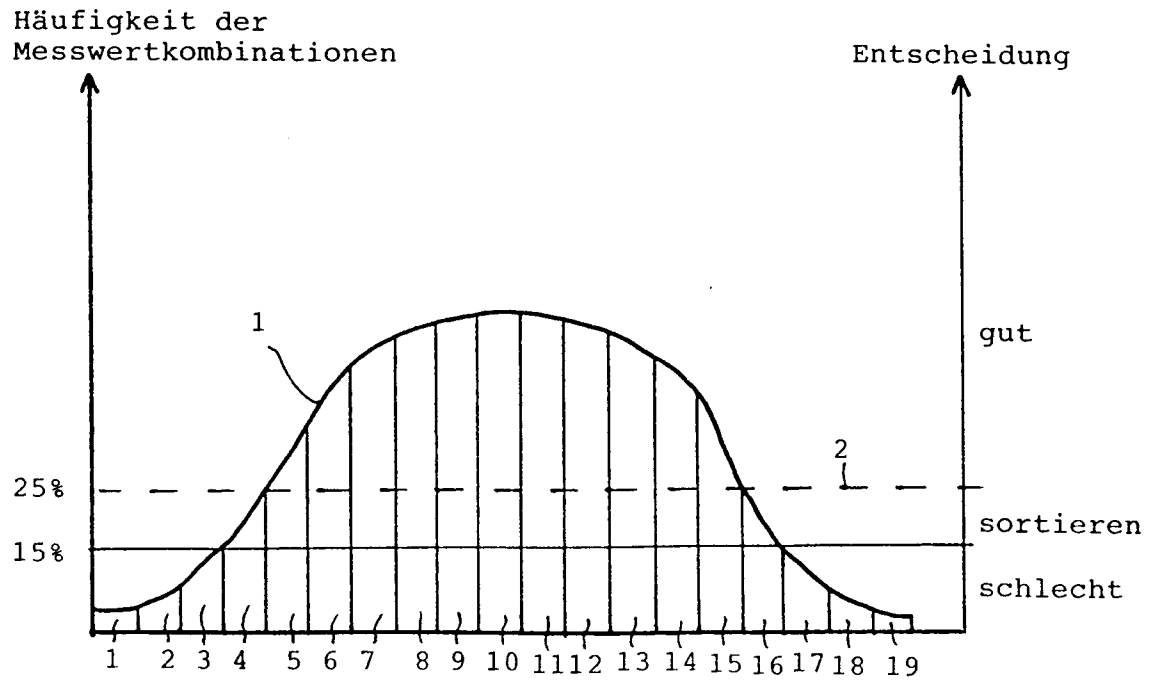


FIG. 2

