

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Sortieren von Schüttgut in zwei Fraktionen nach Farbe und/oder Form nach dem Oberbegriff des Hauptanspruches.

Vorrichtungen zum Aussortieren werden in jüngerer Zeit zunehmend zum Aussortieren von bestimmten Steinen nach Partikelgröße oder -farbe aus einem Schüttgutstrom zum Aussortieren von Mutterkorn aus Getreideschüttgut, zum Aussortieren von Glas verschiedener Farben und zum Aussortieren von Verunreinigungen aus Glas, zum Sortieren von Kunststoff nach Farbe oder Durchsichtigkeit und zum Sortieren von Nahrungsmitteln und Pharmazeutika nach Farbe, z. B. bei Pommes Frites und Corn Flakes, oder nach Form, z. B. bei Tablettenbruch, und nach Mindestgrößen, z. B. von Obst, verwandt.

Eine gattungsgemäße Vorrichtung ist aus der EP 0 550 944 bekannt, in der nichtdurchsichtige Partikel von durchsichtigen Partikeln getrennt werden.

Die dort beschriebene Vorrichtung hat sich zur Aufgabe gesetzt, Partikel unterschiedlicher Größe zu sortieren. Problematisch hierbei ist die unterschiedliche Flugbahn verschieden großer Objekte. Dies wird durch ein mit Rillen versehenes Förderband gelöst. Nachdem die Partikel sich vom Förderband getrennt haben, durchlaufen sie eine Flugstrecke, wobei sie von einer CCD-Kamera beobachtet werden, deren Signal zur Ansteuerung von Ausblasdüsen, die die einzelnen Bildpunkten der CCD-Kamera entsprechend zugeordnet sind, benutzt wird.

Problematisch hierbei ist, daß bereits bei Erfassen eines ersten Abschnittes eines größeren Teilchens eine Ausblasdüse ausgelöst wird, die dadurch, daß sie auf den vorderen Rand des Teilchens bläst, dieses Teilchen in eine unkontrollierte Taumelbewegung versetzt, die unter Umständen bewirken kann, daß das Teilchen eben nicht, wie beabsichtigt, in eine andere Richtung ausgeblasen wird, sondern nur in Drehung versetzt wird.

Durch die mangelnde Anpassung an große bzw. kleine Teilchen ergibt sich eine je nach Einstellung der vorgewählten Zeitverzögerung schlechte Sortiercharakteristik für unterschiedlich große Teilchen. Weiter wird für unterschiedlich schwere Teilchen, beispielsweise die Aussortierung von Aluminium aus Glas, die schlechte Anpassung an die unterschiedlichen Flug- bzw. Fallkurven und Geschwindigkeiten bewirken, daß unterschiedlich schwere Teilchen schlecht ausgeblasen werden können. Da der Aufbau in seiner Geometrie fest ist, läßt er sich nicht auf verschiedene auszusortierende Materialien kalibrieren. Auch kann nicht, beispielsweise durch langsames Fortbewegen des Schüttgutes, eine Anpassung an anderes Schüttgut vorgenommen werden. Die Sortierung nach unterschiedlichen Farbcharakteristika ist nicht möglich.

Durch die längere Fallstrecke, in der die Teilchen sich drehen, bzw. taumelnd (jedenfalls nicht gerade)

bewegen, ist es bei der Vorrichtung nach der genannten Druckschrift möglich, daß Teilchen an den angesteuerten Düsen vorbeifallen. Ein die Vorrichtung steuernder Benutzer hat nicht die Möglichkeit, durch Veränderung einzelner Systemparameter gezielt auf den momentanen Sortiercharakteristen einzuwirken. Um bestimmte Sortiercharakteristiken an das Schüttgut anzupassen, muß er langwierige Sortierversuche mit Auswertung der jeweils erzielten Ergebnisse durchführen. Dies macht das Sortieren von sich verändernden Schüttgutzusammensetzungen praktisch unmöglich.

Schließlich ist die Vorrichtung aus der genannten Druckschrift nicht dazu in der Lage, Schüttgut verschiedener Formen bzw. Größen nach diesen Charakteristiken zu sortieren.

Eine andere Druckschrift, EP 0 426 893, betrifft eine ähnliche Vorrichtung, bei der durch Abtastung bei zwei Wellenlängen eine farbliche Unterscheidung von grünem und braunem Glas vorgenommen werden soll. Eine universeller Anpassung an andere Farben ist jedoch nicht ohne weiteres möglich, und die Bildverarbeitungsgeschwindigkeit ist konzeptbedingt zu langsam, um rationell arbeiten zu können.

So wird dort zwar vorgeschlagen, das Licht nur einer Lichtquelle zu nutzen und Strahlenteiler vor einer Vielzahl von Photodioden zu verwenden, vor denen dann Interferenzfilter verwandt werden sollen. Die Steuerung durch die Signale der Photodioden wird jedoch nicht weiter ausgeführt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, die zum Sortieren verschiedenster Schüttgüter in der Lage ist, und die eine verbesserte Sortierung mit möglichst geringen Fehlsortierungen bei hohem Drucksatz schafft. Die Unteransprüche geben weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung wieder, die einzeln oder in Kombination für spezielle Zwecke realisiert werden können.

Insbesondere können statt einer im Schüttgutstrom unter Gegenlicht betrachtenden Kamera auch Kameras benutzt werden, die unter Auflicht arbeiten, oder es kann eine Kombination zweier einander entgegen gerichteter Kameras benutzt werden, die jeweils unter Auf- bzw. Durchlichtbedingungen arbeiten. Bevorzugt wird eine unter Auflichtbedingungen arbeitende Kamera, bei der zwei Leuchtröhrenelemente an beiden Seiten des Beobachtungsstrahlenganges angeordnet sind. Hiermit kann eine für die meisten Anwendungsfälle günstige Beleuchtung erreicht werden.

Erfindungsgemäß besonders vorteilhaft ist die Verwendung einer Schüttgutrutsche, die an die Flugbahn des freien Falls angenähert, jedoch noch leicht waagerechte, so daß sich alle Teilchen noch auf der Schüttgutrutsche gleitend bewegen, vorzusehen ist, die dazu dient, eine gleichartige Flugbahn für alle Teilchen herzustellen und weiterhin dafür sorgt, daß sich die Teilchen zwischen dem Zeitpunkt der Beobachtung und dem Ausblasen nicht drehen und in ihrer relativen Ortsbeziehung mit den anderen benachbarten Teilchen möglichst gleich bleiben. Hierdurch wird ermöglicht,

daß ein Aluminiumschnipsel, das bei längeren Freifallstrecken anders fliegt, als beispielsweise Glasscherben, auf der Schütttrutsche von den Glasscherben mitgenommen wird, so daß es die gleiche Geschwindigkeit erreicht.

Weiterhin macht die Schüttguttrutsche es möglich, die einzelnen Schüttguteilchen auf einem Förderband durch eine Schwingeinrichtung zu vereinzeln. Die Schwingeinrichtung ohne Schüttguttrutsche würde bei einem Verlassen des Förderbandes ansonsten ungleichmäßige Ausgangsgeschwindigkeiten erzeugen. Durch die Schüttguttrutsche haben sich die Ausgangsgeschwindigkeiten vergleichmäßig.

In einer weiter bevorzugten Ausführungsform kann die vorteilhafterweise leicht austauschbare Schüttguttrutsche auch mit Führungsgrillen versehen werden, die mit trapezförmigem Querschnitt in Richtung der Erstreckung der Schüttguttrutsche dafür sorgen, daß Querbewegungen einzelner Schüttguteilchen weitestgehend in gerade Fortbewegung überführt wird. Weiter ist es vorteilhaft, die Schüttguttrutsche für unterschiedliche Materialien aus unterschiedlichen Materialien herzustellen. Außer einer Ausführung aus Plastik, die in einigen Anwendungsfällen aufgrund elektrostatischer Aufladungen durch eine Schüttguttrutsche aus Glas ersetzt werden kann, ist auch denkbar, für lebensmitteltechnische Anwendungen (z. B. Reis oder Getreide zu sortieren) eine Schüttguttrutsche aus Metall mit einprofilierten Führungsgrillen zu verwenden.

Insbesondere ist jedoch die elektronische Bildverarbeitung nach der Erfindung vorteilhaft, die aus aufeinanderfolgenden Zeilensignalen ein zweidimensionales, für einen kurzen Moment stehendes Bild des Schüttgutstromes erzeugt.

Zweidimensionale Bilder werden üblicherweise in der Fernsehtechnik durch Abtasten einer zweidimensionalen Bildfläche erreicht. Es ist jedoch auch möglich, einen eindimensionalen Strich abzutasten, wenn sich das Schüttgut, wie im vorliegenden Fall, gleichförmig weiterbewegt.

Dieses erzeugte zweidimensionale Bild kann auf einem Bildschirm angezeigt werden, wobei insbesondere vorteilhaft ist, wenn nach Bildsignalverarbeitung die auszublaseenden Teilchen andersfarbig dargestellt werden. Dies ermöglicht es dem Benutzer, das ihm auf dem Förderband ersichtliche Aussortierverhältnis mit dem von der Vorrichtung erkannten Aussortierverhältnis optisch zu vergleichen. Weiter kann das korrekte Erfassen der Objekte anschaulich dem Benutzer zu jedem Zeitpunkt dargestellt werden. Sollten sich beispielsweise Objekte in wesentlich anderer Form oder Zahl auf dem Bildschirm nach Bildsignalverarbeitung als tatsächlich beispielsweise auf dem Förderband zu sehen, ergeben, ist ein Parameter der Vorrichtung, z. B. die Geschwindigkeit nachzuregeln. Selbstverständlich kann diese Nachregelung auch automatisch nach den erfaßten Ausblasstatistiken erfolgen und das Vornehmen dieser Nachregelung dem Benutzer durch entspre-

chende Signale, beispielsweise an einen Leitstand oder Alarmsignale bekanntgegeben werden.

Vorteilhaft hierbei ist insbesondere die Benutzung eines rekursiven Filters, der bei homogen verteilten auszusortierenden Schüttguteilchen, beispielsweise Mutterkorn und Roggengetreide, bei einer sich verändernden Aussortierstatistik dem Benutzer rechtzeitig Mitteilung machen kann.

Wenn beispielsweise die Farbe des nicht auszusortierenden Schüttgutes, des Nicht-Mutterkorngetreides, sich erheblich verändert, und sich beispielsweise nun der Anteil des als Mutterkorn erkannten Schüttgutes verdreifacht, kann durch den rekursiven Filter die Aussortiercharakteristik entsprechend geändert werden, so daß wieder nur ein vorgewählter Bestandteil des Getreides aussortiert wird. Da dieses voraussetzt, daß das auszusortierende, beispielsweise das Mutterkorn, tatsächlich homogen verteilt ist, sollte dem Benutzer entsprechend Mitteilung gemacht werden, so daß dieser das Vorliegen der Annahme nochmals kontrollieren kann.

Durch die individuelle Anpaßbarkeit der elektronischen Bildsignalverarbeitung an verschiedene Teilchengrößen oder Bedingungen, die die Form erfüllen muß, ist es möglich, verschiedenste Schüttgüter zu sortieren, ohne daß es eines größeren Hardware-Umbaues bedarf. Durch die Verwendung von Farb-Kameras ist eine Echtzeitfarbbetrachtung möglich, wobei durch die verwendete elektronische Bildsignalverarbeitung jedem erfaßten Objekt ein bestimmter Farbton durch Mittelung oder dergleichen zugeordnet werden kann. Nötigenfalls kann ein Objekt auch aus verschiedenen Richtungen durch zwei Kameras betrachtet werden, so daß beispielsweise bei Tablettenbruch alle möglichen Lagen von beschädigten Tabletten erfaßt werden können und in allen diesen Lagen geprüft werden kann, ob ganze oder nur halbe Tabletten vorliegen.

Ebenso ist die Farbe auf beiden Seiten eines Objektes unabhängig voneinander überprüfbar, so daß gegebenenfalls sowohl die Durchlicht- wie auch die Auflichtinformation durch Kombination in der elektronischen Bildsignalverarbeitung für ein einzelnes Objekt bestimmbar ist und dieses entsprechend sortiert werden kann.

Durch die Möglichkeit, den Schüttgutstrom und die Aussortierstatistiken und sogar die aktuellen Bildinformationen über die auszusortierenden Objekte weiterzuleiten, ist es möglich, Leitstände für unter Umständen eine Mehrzahl dieser Vorrichtungen mit Bildinformation sowohl des Schüttgutes selber, beispielsweise durch Betrachtung auf dem Förderband und detaillierter Informationen über die Menge und Art der aussortierten Teilchen und möglicherweise einer zweiten Objektklasse, die den aussortierten Teilchen am nächsten kommt, sowie mit einer Anzeige über die bei Veränderung der Sortiercharakteristika aussortierten Teilchen zu versorgen.

Hierdurch wird es dem Benutzer erheblich erleichtert, zu entscheiden, ob er durch Verändern bestimmter

Sortiercharakteristika auch das Aussortieren dieser weiteren Klasse wünscht.

Weiter wird durch die Verwendung der Schüttgutrutsche erreicht, daß sich flächige Partikel entlang der Erstreckung der Schüttgutrutsche ausrichten und auch in dieser Richtung ihre gegenüber dem genannten Stand der Technik wesentlich kürzere Flugbewegung beginnen, so daß es den Luftausblasdüsen wesentlich zuverlässiger möglich ist, sie flächig mit Luft zu beaufschlagen. Eine Beschleunigung, die zum Vereinzeln der Schüttgutteilchen im Schüttgutstrom erwünscht ist, findet dennoch in wenigstens gleichem Maße statt. Durch die Möglichkeit der Objektbildung in einem zweidimensionalen Bild können die Schwerpunkte der Teilchen angeblasen werden, es kann also vermieden werden, daß eine vordere Kante des Teilchens mit Druckluft beaufschlagt wird, was eine unerwünschte Taumelbewegung des Teilchens zur Folge hätte.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung erheben sich aus nachfolgender Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine Schnittdarstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung von der Seite, und

Fig. 2 ein Blockdiagramm für den Fall der Echtfarb-Echtzeit-Verarbeitung.

In der Fig. 1 sind die sowohl in den Lateralrichtungen aufwärts und abwärts in Führungen 22 verfahrbar wie verschwenkbaren Ausblasdüsen 10, die von einer Druckluftsteuerung 24 angesteuert werden, dargestellt.

Die Führungen 22, 36 usw., die zum Verstellen der Winkel- und Ortsrelationen der Einzelteile zueinander dienen, sind jeweils seitlich an den Seitenwänden der Maschine angeordnete kugelgelagerte Führungen.

Ein mit einer Rüttleinrichtung versehenes Transportband (nicht dargestellt) wird im oberen Bereich von rechts kommend das Schüttmaterial auf die Schüttgutrutsche 12 befördern, auf der es herabrutschend auf die gewünschte Geschwindigkeit beschleunigt wird, wobei der Schüttgutstrom "auseinandergezogen" und somit die Teilchen vereinzelt werden. Unter im wesentlichen gradliniger Fortsetzung ihrer Flugbewegung werden sie, wie durch den durchgezogenen Strich und das eine Teilchen angedeutet, fallen. Die im wesentlichen vertikal hierzu angeordneten Ausblasdüsen 10 bewirken ein Ausblasen bestimmter Schüttgutteilchen in einen Aussortier-Schüttgutkanal 26.

In diesem Schüttgutkanal 26, in dem die Luft zum Ausblasen hineingeblasen wird, sind zum Ausbilden stetiger Luftverhältnisse, zur Vermeidung von Luftwirbelbildung ein Absauggebläse 28 sowie an der angeblasenen Seitenwand des Schachtes 26 vorgesehene Luftansaugdüsen 30 vorgesehen.

Zwischen dem Schacht für ausgeblasenes Schüttgut und einem Schacht 32 für nicht ausgeblasenes, ordnungsgemäßes Schüttgut ist eine Trennwand 16

vorgesehen, die mit einer Verschwenkeinrichtung 18 über eine durchgehende gradlinige Stangen- oder Plattenverbindung gekoppelt ist, um die Oberkante der Trennwand 16 ortsgenau wie gewünscht zu plazieren. Unterhalb der Schächte 26 und 32 sind jeweils austauschbare Schubkästen zum Auffangen des sortierten Gutes in der Figur dargestellt. Selbstverständlich können hier größere Behälter oder weitere Verarbeitungsanlagen folgen.

Außer den Ausblasdüsen 10, die in Richtung des punktiert dargestellten Pfeils blasen, sind Beleuchtungsmittel 14 vorgesehen, die aus jeweils zwei parallel zur Erstreckung der Schüttgutrutsche, also senkrecht zur Zeichnungsebene parallel verlaufenden Leuchtstoffröhren bestehen, zwischen denen ein Abstand verbleibt. Durch diesen Abstand, der auch als Spalt eine Durchstrahlung von außerhalb der Vorrichtung her erlaubt, werden die erfindungsgemäß eingesetzten Zeilenkameras den Schüttgutstrom beobachten. Hierbei ist sowohl möglich, unter Auf- wie auch Durchlichtbedingungen mit wenigstens einer Kamera (nicht dargestellt) rechts und/oder links oben von dem in der Zeichnung dargestellten Teil der Vorrichtung plaziert, zu beobachten. Schüttgutteilchen werden dabei entweder auf der durchsichtigen Schüttgutrutsche oder bevorzugt aufgrund der geringeren optischen Störungen kurz hinter der Schüttgutrutsche beobachtet. Kurz hinter der Schüttgutrutsche haben die Teilchen nach wie vor die gleiche Flugrichtung wie auf der Rutsche, also in einer Ebene und mit gleicher Geschwindigkeit. Verschiedene Schüttgutteilcheneigenschaften können die Flugbahn dort noch nicht verändern. Dicht neben dem Spalt zwischen je zwei Leuchtröhren ist eine ca. ein bis zwei Centimeter weiße Streifen vorgesehen, der der jeweils gegenüberliegenden Kamera als gut ausgeleuchteter Hintergrund dient.

Mit Bezugszeichen 34 ist eine Einrichtung zum Verschwenken der Schüttgutrutsche 12 dargestellt, mit Bezugszeichen 36 die seitlich angebrachten Führungen zum Höhenverstellen der Schüttgutrutsche. Dies ist außerdem auch in seitlicher Richtung verstellbar, wie dies auch für die Ausblasdüsen durch die Führungen 22 und für die Leuchtelemente 14 durch in ihrer Befestigung vorgesehene Führungen vorgesehen ist.

Das mit dieser Vorrichtung erzeugte zweidimensionale Bild wird auf einem Farbmonitor dargestellt, wobei insbesondere vorteilhaft ist, daß ein Bild zum Aufbau seiner vielen Zeilen eine gewisse Zeit, beispielsweise eine halbe Sekunde benötigt, während der Rest des Bildes stillsteht. Während dieser halben Sekunde wird ein erfaßtes Schüttgutteilchen ortsfest auf dem Bildschirm zu erkennen sein, so daß dessen Umfang, Farbe und Größe sowie die Menge solcher Teilchen leicht von Benutzer abgelesen werden kann. Erst nachdem die Zeilenkamera genügend Zeilen am gleichen Ort, jedoch bei bewegtem Schüttgutstrom aufgezeichnet hat, um ein gesamtes Bild zu füllen, wird auf dem Bildschirm die Anzeige durch ein neues Bild ersetzt.

Ein Benutzer kann durch diese vergleichsweise lange Betrachtungszeit eines Pixels erkennen, ob das Zusammenfassen objektanzeigender Pixel zu zweidimensionalen Bildobjekten, die den Schüttgutteilchen entsprechen sollen, von der Elektronik richtig bewältigt wird, oder ob zu große oder zu kleine Objekte erkannt werden. Gegebenenfalls kann nachreguliert werden.

Besonders vorteilhaft ist jedoch auch, daß durch diese Darstellung auch Objektein Schlüsse andersfarbig dargestellt werden können. Dies ist insbesondere für Anwendungen von Vorteil, in denen Erz oder Gestein auf Einschlüsse hin untersucht werden soll.

Zusätzlich zu Schwarzweiß-Information kann auch Farbinformation zu einem Objekt erfaßt werden. Hierbei können auch die Farbinformationen sowohl auf der Vorderwie auch der Rückseite durch rechnerische Mittel zu einer Gesamtfarbinformation zusammengefaßt werden, die beispielsweise bei Altglas das Sortieren nach verschiedenen Farben wesentlich erleichtert.

Durch Einstufung der gebildeten Bildobjekte in eine Mehrzahl von Grauwert- und/oder Farbwertklassen, ist es möglich, Statistiken über die aussortierten und ggf. aussortierbaren Mengen wesentlich zu verfeinern. Weiter kann durch beispielsweise Darstellung mit einer weiteren Farbe auf dem Bildschirm eine Vorabinformation gegeben werden, was bei Verändern der Parameter aussortiert werden könnte, ohne daß es langwieriger Versuche des Benutzers bedarf, um festzustellen, ob er durch Verändern gewisser Parameter das gewünschte Aussortierungsergebnis erreicht. Gleichzeitig kann überprüft werden, ob der Inhalt der Sammelbehälter 20 während des Betriebs mit den Statistiken der auszublasenden Teilchen übereinstimmt, oder die Ausblasgeometrie angepaßt werden muß.

Da auch Einschlüsse erfaßt werden können, ist es möglich, die Anlage auch dazu zu benutzen, Schüttgutteilchen nach einer Relation zwischen eigener Größe und Größe eines Einschlusses auszusortieren. Dies kann sowohl ein Aussortieren derjenigen Schüttgutteilchen sein, bei denen die Schüttgutteile mit größeren Einschlüssen eine Aufbereitung lohnend machen, als auch im umgekehrten Fall ein Aussortieren derjenigen Schüttgutteile, die so große Einschlüsse aufweisen, daß eine Nachbearbeitung bzw. Verwendung nicht sinnvoll erscheint.

Durch Einsatz rekursiver Bildverarbeitungsfilter ist es möglich, bei homogen verteiltem Bildmaterial unter Zugrundelegung der Annahme, daß diese homogene Verteilung anhält, immer dann, wenn sich die Aussortierstatistik verändert, entsprechend auch die Sortiercharakteristiken zu verändern, so daß wieder der gleiche Anteil an Fehlmaterial aussortiert wird.

Dies ist insbesondere für Grundmaterial sich verändernder Farbe, beispielsweise Getreide, von Interesse, wo davon auszugehen ist, daß das Mutterkorn immer einen konstanten Beimengungsfaktor hat, jedoch das Grundgetreide stark in der Farbe schwanken kann.

Zur Farbinformationserfassung wird ein Farbzeilen-sensor, der mit einem Farbzeilenkamerainterface

FZKINT versehen ist, vorgeschlagen. Wie in der Fig. 2 dargestellt, werden die einlaufenden Pixeldatenströme mit Hilfe einer mehrstufigen Pipeline verarbeitet. Als Eingangsdaten dienen die drei Farbkanäle Rot, Grün und Blau. Sie müssen in digitalisierter, 8 Bit breiter Form vorliegen, wie sie zum Beispiel einige Farbzeilenkameras oder die zu Simulationszwecken verwendete FZKSAIM-Baugruppe liefert. Am Ausgang der Verarbeitung steht für jede Pixel einer Zeile eine 8 Bit breite Farbklasseninformation bereit, welche einer SBIP/L-Baugruppe zugeführt werden kann. Die gewünschte Farbraumcodierung der einzelnen Klassen wird durch den Inhalt mehrerer Lookup-Tabells (LUT's) bestimmt. Im folgenden wird auf die einzelnen Verarbeitungsstufen der Pipeline näher eingegangen.

In einem ersten Schritt wird eine Zeilenverzögerung (Color Divergence) vorgenommen. Ihre Funktion ist eng mit dem geometrischen Verhältnissen der verwendeten Kamera verknüpft und wurde deshalb physikalisch dem Farbzeilenkamerainterface zugeordnet.

Das FZKINT wird speziell der Tatsache gerecht, daß bei manchen Farbzeilenkameras die einzelnen Farben (Rot, Grün und Blau) räumlichen getrennten CCD-Sensoren zugeordnet sind. Hieraus ergeben sich erhebliche Probleme bei der Farbidentifikation von Kanten, die parallel zu der CCD-Kamera verlaufen, da die einzelnen Sensoren erst nacheinander den neuen Farbwert erhalten. Während des Übergangs werden deshalb falsche Farbwerte ausgelesen. Das Problem läßt sich jedoch dadurch beheben, daß die einzelnen Farbkanäle abhängig von ihrer räumlichen Trennung entsprechend verzögert werden. Voraussetzung für diese Vorgehensweise ist die konstante Bewegungsgeschwindigkeit der Objekte, die auch softwaregesteuert an die entsprechende Verzögerungszeit gekoppelt ist.

Mit Hilfe des Color-Divergence-Wertes läßt sich ein variabler Zeilenversatz für die einzelnen Farbkomponenten programmieren und damit bewegungsbedingte Farbdivergence eliminieren. Als maximaler Zeilenversatz zwischen zwei räumlich benachbarten Farbkanälen (Rot:Grün, Grün:Blau) lassen sich 8 Zeilen einstellen.

Zu beachten ist, daß der Blaukanal mit keiner Verzögerung versehen ist. Die Objekte müssen immer zuerst die rote, dann die grüne und schließlich die blaue Farbzeile passieren.

Nach Durchlauf der entsprechenden Zeilenverzögerung verläßt der Pixeldatenstrom das FZKINT und gelangt an die CCD Lookup-Tabells auf einer Farbzeilenvorverarbeitungseinrichtung. Pro Farbkanal steht dann eine eigene LUT zur Verfügung (rccd-LUT, gccd-LUT, bccd-LUT). Sie dient der Linearisierung und der Offset-Korrektur des CCD-Sensors. Sie kann auch für den Weißabgleich benutzt werden.

Die einlaufenden Farbdaten werden hier aus dem RGB Raum in den YUV Farbraum konvertiert. Hierbei entspricht Y der Intensität und U, V den Farbanteilen nach folgender Formel:

$$Y = 0,299 R + 0,587 G + 0,114 B$$

$$U = B - Y$$

$$V = R - Y.$$

Um die maximale Datenbreite von 8 Bit zu nutzen, werden die Größen U und V so skaliert, daß sie im Wertebereich -127 bis +127 liegen.

$$u = 0,5649 U$$

$$v = 0,7138 V.$$

Vorteil des YUV-Farbraums ist, daß man eine "Farbe" erhält, die helligkeitsunabhängig ist. Dickenunterschiede oder Unterschiede in der Beleuchtung werden daher keine Farbunterschiede mehr bewirken.

Nach anschließender Normierung und Skalierung anhand fest einprogrammierter Tabellen wird den Farben ein 8-Bit-Wert zugeordnet, so daß beispielsweise aus einer Menge von 16 Millionen Farben im YUV-Raum nur noch bspw. 1000 ausgewählt werden. Anschließend können mehrere solcher Farben zu einer Klasse zusammengefaßt werden.

Infolge ungleichmäßiger Ausleuchtung kann der Helligkeitswert Y in Rändern der Zeile abfallen. Die Umwandlung in den YUV-Farbenraum trägt diesem "shading"-Fehler Rechnung.

Ebenso wie in den schwarz-weißen Verfahren ist auch im Farbverfahren der Einsatz eines rekursiven Filters möglich. Der rekursive Filter wirkt ebenso wie die shading-Korrektur auf das Helligkeitssignal. Im Gegensatz zu letzterer, die die Helligkeitsunterschiede innerhalb einer Zeile ausgleichen, wirkt das rekursive Filter als Helligkeitskorrektur über mehrere Zeilen hinweg.

Die Farbsignale im YUV-Raum werden auch als Chrominanz bezeichnet, die vorteilhafterweise unabhängig von der Luminanz sind.

In der Fig. 2 ist schließlich noch innerhalb gestrichelter Kästchen die optionale Online-Statistik dargestellt, die über die jeweils erfaßten Objekte geführt werden. Der optionale Morphologieprozessor dient der Rekursion.

Bei sich verändernden mechanischen Eigenschaften, beispielsweise feuchterem Getreide, können die Winkelbeziehungen, insbesondere der Schüttguttrutsche aber auch der Ausblasdüsen sowie die relative Lage dieser zueinander entlang der vorgesehenen Führungen und Winkelverstellvorrichtungen ggf. automatisiert verändert werden. Geeignete Sensoren für beispielsweise Feuchte, Temperatur oder ähnliche umgebungsbedingte Faktoren können ggf. zusätzlich vorgesehen werden.

Bevor derartige Verstellungen der Winkelbeziehungen vorgenommen werden oder rekursive Filter, die Aussortiermerkmale stark ändern, kann vorgesehen werden, daß Alarmmittel den Benutzer hiervon vorher in Kenntnis setzen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Sortieren von Schüttgut in wenigstens zwei Fraktionen nach Farbe und/oder Form mit:

- schüttgutfördernden Mitteln, die die Schüttgutteilchen in einem Schüttgutstrom einer vorbestimmten Breite fortbewegen,

- optoelektronischen Abtastmitteln, die die Schüttgutteilchen über die Breite des Schüttgutstroms erfassen, und

- Ausblasdüsen, die entlang der Breitenerstreckung des Schüttgutstromes in einem Fallbereich durch selektive Betätigung einzelne Schüttgutteilchen aufgrund der Abtastungsergebnisse der Abtastungsmittel in einen weiteren, abgezweigten Schüttgutstrom umlenken,

gekennzeichnet durch

- eine Schüttguttrutsche im Bereich von deren Ende Schüttgutteilchen von den optoelektronischen Abtastmitteln erfaßt werden, und

- elektronische Bildverarbeitungsmittel, die aus den aufeinanderfolgenden Zeilensignalen der optoelektronischen Abtastmittel ein zweidimensionales Bild des Schüttgutstromes erzeugen, zur Erfassung der Objekte und Anwenden der vorbestimmten Parameter auf jedes Objekt zu dem eine Vielzahl von Abtastinformationen vorliegen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, das mit Methoden der Bildsignalverarbeitung gefilterte Abtastinformation zur Anzeige und/oder zur Betätigung zugeordneter Düsen zu einem Zeitpunkt, bei dem diese auf den Schwerpunkt des aufzublasenden Teilchens wirken, dient.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schüttguttrutsche eine Leitrutsche für das Schüttgut ist, die der Flugrichtung der Teilchen im freien Fall im wesentlichen entspricht.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch auf der Schüttguttrutsche einprofilierte gerade, in Richtung der gewünschten Fallrichtung verlaufende Führungsrillen.

5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Luftabsaugeinrichtung im abgezweigten Schüttkanal für die ausgeblasenen Teilchen.

6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Verstellen des Winkels der Schüttgutrutsche.
7. Verfahren zum Sortieren von Schüttgut in zwei Fraktionen nach Farbe und/oder Form mit einer Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch
- Zusammenfassen objektanzeigender Pixel zu wenigstens zweidimensionalen Bildobjekten, die den Schüttguteilchen entsprechen, und zuordnen von Grauwertinformationen zu den Bildobjekten des zweidimensionalen Bildes.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Verfahrensansprüche, gekennzeichnet durch
- Einstufung der gebildeten Bildobjekte in eine von einer Mehrzahl von Grauwert- und/oder Farbwertklassen,
 - Anzeige und/oder Protokollierung der als auszublasend eingestuften Objekte neben der Gesamtzahl der erfaßten Objekte,
 - Ermitteln einer zweiten Einstufungsklasse, die der Klasse der auszublasenden Objekte am nächsten kommt, und deren Protokollierung zur optionalen Aussortierung auch solcher
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Verfahrensansprüche, gekennzeichnet durch
- Einsatz eines rekursiven Bildsignalverarbeitungsfilters bei homogen verteiltem Fehlmateri- al im Schüttgut zur automatischen Anpassung an Schüttgutverfärbungen.
10. Verfahren nach einem der vorangehenden Verfahrensansprüche, gekennzeichnet durch
- Veränderung der mechanischen Winkelbeziehungen insbesondere der Schüttgutrutsche in Abhängigkeit von Veränderungen in den mechanischen Schüttgutcharakteristika.

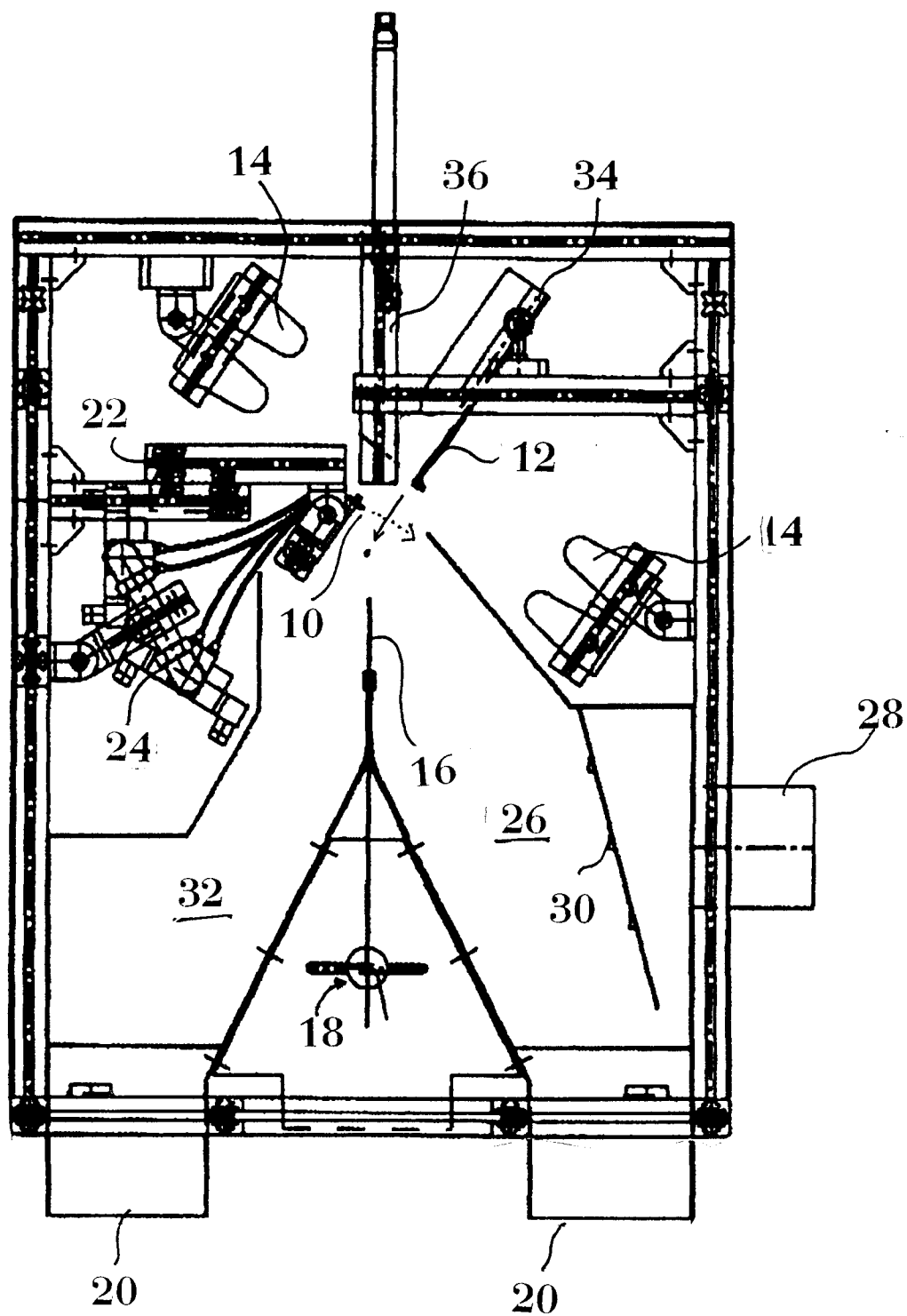


Fig. 1

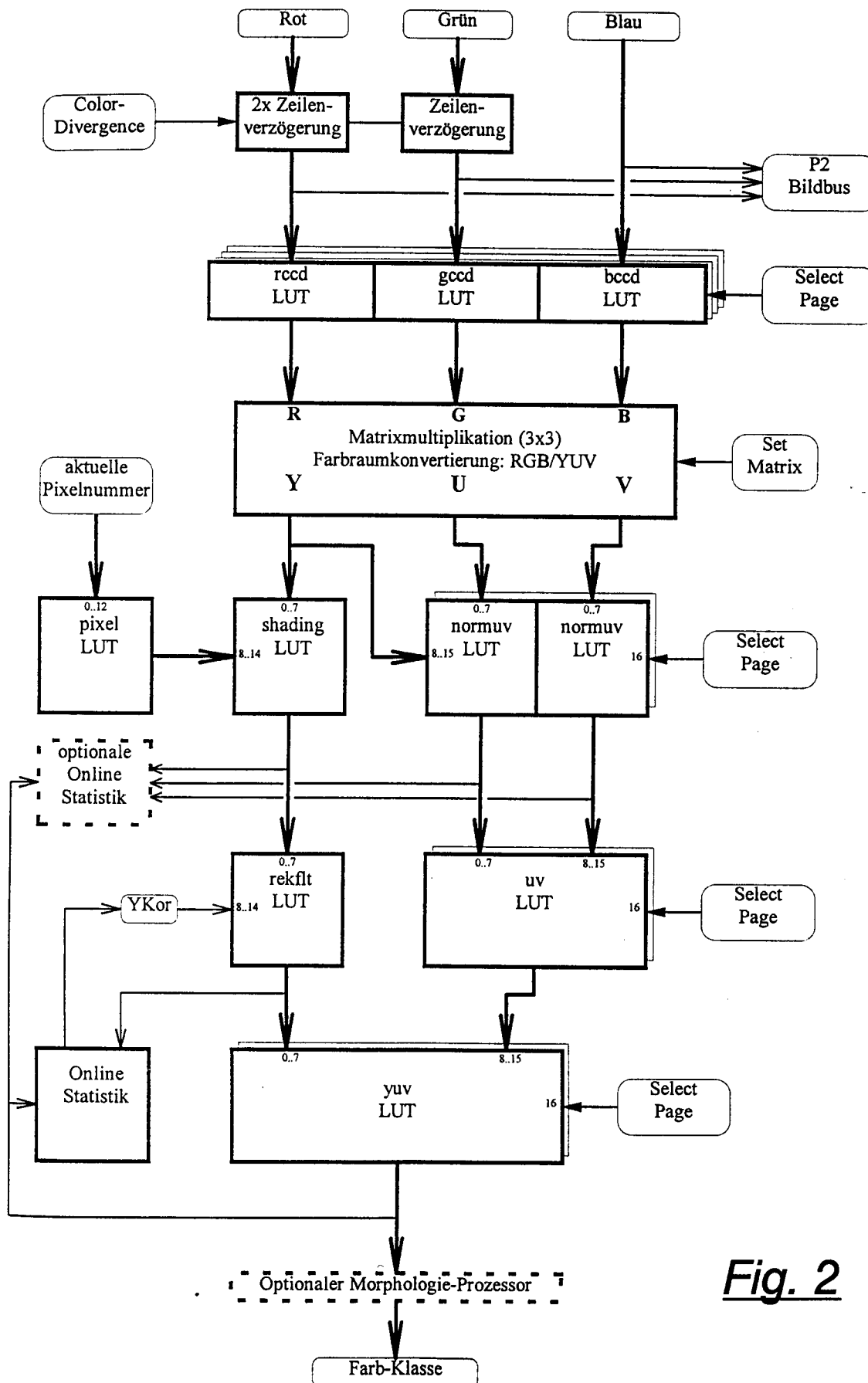


Fig. 2