



(11) **EP 3 020 562 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
27.06.2018 Patentblatt 2018/26

(51) Int Cl.:
B41J 29/393^(2006.01) B41J 2/165^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15183793.7**

(22) Anmeldetag: **04.09.2015**

(54) **VERFAHREN ZUR KOMPENSATION AUSGEFALLENER DRUCKDÜSEN IN INKJET-DRUCKSYSTEMEN**

METHOD FOR COMPENSATING FOR MULTIPLE PRINT NOZZLES FAILING IN INK JET PRINT SYSTEMS

PROCEDE DE COMPENSATION DE BUSES D'IMPRESSION DEFECTUEUSES DANS DES SYSTEMES D'IMPRESSION A JET D'ENCRE

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

(30) Priorität: **01.10.2014 DE 102014219965**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.05.2016 Patentblatt 2016/20

(73) Patentinhaber: **Heidelberger Druckmaschinen AG 69115 Heidelberg (DE)**

(72) Erfinder:
• **Hauck, Dr. Axel 76227 Karlsruhe (DE)**
• **Schmitt-Lewen, Martin 69118 Heidelberg (DE)**
• **Köhler, Hans 68535 Edingen-Neckarhausen (DE)**
• **Tita, Ralf 69434 Hirschhorn (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
US-A1- 2003 085 949 US-A1- 2005 150 411

EP 3 020 562 B1

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kompensation ausgefallener Druckdüsen in Inkjet-Drucksystemen.

[0002] Die Erfindung liegt in dem technischen Gebiet des Digitaldrucks.

[0003] Im Allgemeinen umfassen Inkjet-Druckmaschinen einen oder mehrere Druckköpfe und jeder Druckkopf umfasst eine Vielzahl von Druckdüsen. Die Inkjet-Druckmaschinen verwenden die Düsen zum Drucken, indem Tinte ausgestrahlt wird. Diese Druckmaschinen haben Düsenplatten mit spezifischen Anordnungen der Einzeldüsen, die eine Auflösung bis 1200 dpi erlauben. Dies erfordert Düsenabstände von ca. 20µm. Bei Ausfall einer einzelnen Druckdüse entstehen Bereiche, die nicht durch die dafür vorgesehene Düse in dem Einzelfarbenauszug, nach BCMY, bebildert werden können. Es entstehen daher farbfreie Stellen, die sich als White Lines zeigen können. Handelt es sich um einen mehrfarbigen Druck, so fehlt die entsprechende Farbe an dieser Stelle und die Farbwerte werden verzerrt. Zu beachten ist auch, dass der Strahlverlauf einer Einzeldüse nicht ideal verläuft sondern davon mehr oder weniger abweichen kann, außerdem ist die Größe eines gejeteten Punktes zu berücksichtigen. Somit betrifft eine fehlfunktionierende Düse die Druckqualität jedes gedruckten Dokuments. Die Ursachen für den Ausfall von Einzeldüsen sind verschiedenartig, dabei kann es sich um einen temporären Ausfall oder um einen dauernden Ausfall handeln.

[0004] Um die Auswirkungen auf das Druckbild insbesondere in Vollflächen zu reduzieren, sind aus dem Stand der Technik mehrere Ansätze zur Kompensation bekannt. In einem dieser Ansätze wird versucht, den Fehler durch andere Düsen in derselben Farbe und derselben Inkjet Einheit, zu überdecken. D.h. es werden zur Kompensation einzelner ausgefallener Inkjet-Druckdüsen nach Feststellung, um welche Einzeldüse es sich handelt, die benachbarten Düsen so angesteuert, dass die Punktgrößen dieser Düsen so vergrößert werden, dass die Stelle der ausgefallenen Düse mit überdeckt wird. Die Nachbardüsen schreiben damit das Bild der ausgefallenen Düse mit. White Lines, welche durch das Nichtdrucken einzelner Düsen entstehen, können so verhindert werden. Die Patentanmeldung US 020060125850 A1 beschreibt ein Verfahren und eine Druckmaschine, welche nach diesem Prinzip arbeiten. Das Verfahren hat jedoch Auswirkungen auf das Druckbild - insbesondere wird es problematisch, wenn direkt benachbarte Düsen ausfallen. Die Kompensation über den doppelten oder mehrfachen Abstand ist nur schlecht möglich.

Andere Ansätze zur Kompensation ausgefallener Druckdüsen sehen doppelte Düseneinheiten in derselben Farbe vor, um über Redundanz den Ausfall einzelner Düsen kompensieren zu können. Beispiele für diese Vorgehensweise sind aus den Patentanmeldungen US 20060256157 A1 und US 20060268034 A1 bekannt. Dies ist zwar effizient, aber auch entsprechend teuer, braucht zusätzlichen Bauraum und bringt weitere Probleme, wie die kompliziertere Steuerung der doppelten Einheiten mit sich.

[0005] Ein Verfahren zur Kompensation ausgefallener Druckdüsen ist auch in US 2003/0085949 A1 offenbart.

[0006] Ein weiterer bekannter Ansatz ist es die Kompensation über Druckdüsen aus anderen Systemen durchzuführen. D.h. mehrere positionierbare Druckköpfe werden zum Druck eines Bildes benutzt. Fallen Druckdüsen aus, werden die Druckköpfe neu positioniert, um die ausgefallene Düse möglichst gut zu ersetzen. Die Patente bzw. Patentanmeldungen US 20120075373 A1 und US 7607752 B2 offenbaren Verfahren, welche diesen Ansatz realisieren. Auch hier ist de facto eine Redundanz an Druckköpfen derselben Farbe erforderlich, was die bereits genannten Probleme mit sich bringt. Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, mittels ein Verfahrens ein Verfahren zur Kompensation ausgefallener Druckdüsen in Inkjet-Druckmaschinen zu offenbaren, welches die Nachteile der bekannten Verfahren hinsichtlich redundanter Hardware und mangelnder Performance überwindet.

Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe stellt ein Verfahren mit den Merkmalen von Hauptanspruch 1 dar.

Es handelt sich dabei um ein Verfahren zur automatisierten Kompensation ausgefallener Druckdüsen in einer Inkjet Druckmaschine, mittels eines Steuerungsrechners, welches die folgenden Schritte umfasst:

1. Berechnung aller sich aus den verwendeten Prozessfarben ergebenden reduzierten Farbprofile mit jeweils einer fehlenden Prozessfarbe durch den Rechner
2. Detektion eines Düsenausfall einer Druckdüse mit einer der Prozessfarben während der Durchführung eines Druckauftrages durch den Rechner
3. Ermittlung der Sollfarborte an den Stellen auf dem Drucksustrat, die von der ausgefallenen Druckdüse bedruckt werden, durch den Rechner
4. Ermittlung der Ersatzfarborte mit minimalem Farbabstand zu den Sollfarborten an den Stellen auf dem Drucksustrat, die von der ausgefallenen Druckdüse bedruckt werden, durch den Rechner
5. Auswahl eines geeigneten reduzierten Farbprofils abhängig von der fehlenden Prozessfarbe der detektierten ausgefallenen Druckdüse
6. Fortsetzung des Druckauftrages mit der neu ermittelten Zusammensetzung der verbleibenden Prozessfarben an den Stellen auf dem Drucksustrat, die von der ausgefallenen Druckdüse bedruckt werden

[0007] Grundlage des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Berechnung von reduzierten Farbprofilen für alle ver-

wendeten Prozessfarben. Da der Ausfall einer Druckdüse den Wegfall der von der Düse verteilten Prozessfarbe im von der Düse abgedeckten Druckbereich nach sich zieht, stehen für diesen Druckbereich nur noch die Prozessfarben der funktionierenden Druckdüsen zur Verfügung. Um eine farbmetrische Kompensation zu ermöglichen, muss also berechnet werden, mit welcher Farbverteilung der noch vorhandenen Farben, sprich welchen Ersatzfarben, sich die jeweils ausgefallene Farbe möglichst genau ersetzen lässt. Dazu werden reduzierte Farbprofile erstellt, welche den Farbraum der Prozessfarben minus jeweils eine Farbe, nämlich die Farbe der ausgefallenen Druckdüse, beschreiben. Die Berechnung der reduzierten Farbprofile ist für alle möglichen Farbkombinationen durchzuführen. D.h. da jede Prozessfarbe von einem Düsenausfall betroffen sein kann, muss für jede Prozessfarbe eine Ersatzkombination mit den restlichen Prozessfarben vorhanden sein, welche dann durch das reduzierte Farbprofil beschrieben wird. Detektiert nun, durch die Überwachung des Druckbildes und/oder der Druckköpfe, der Steuerungsrechner den Ausfall einer Düse, so wird aus den jeweiligen Sollfarborten die Verteilung der Ersatzfarben an den entsprechenden Stellen, d.h. die Ersatzfarborte, bestimmt. Mit Sollfarborten ist dabei der an der Stelle der ausgefallenen Druckdüse auf dem Drucksustrat zu erreichende Sollfarbwert gemeint. Der Ersatzfarbort beschreibt dementsprechend den mit den noch zur Verfügung stehenden Prozessfarben erreichbaren Farbwert an der Stelle der ausgefallenen Druckdüse auf dem Drucksustrat. Dann wird das jeweils passende reduzierte Farbprofil ausgewählt und mit diesen Informationen kann der Steuerungsrechner die nötigen Anpassungen in der Farbkontrolle vornehmen und der Druckauftrag fortgesetzt werden.

[0008] Vorteil dieses Verfahrens ist einerseits gegenüber bekannten Kompensationsverfahren mit redundanten Drucksystemen, bzw. -düsen der Wegfall eben dieser teuren Redundanz, und andererseits gegenüber Kompensationsverfahren die benachbarte Druckdüsen verwenden, dass die Tintenverteilung der Nachbardüsen nicht mehr manipuliert werden muss. Auch der Ausfall mehrerer benachbarter Druckdüsen ist damit zu kompensieren.

[0009] Vorteilhaft und daher bevorzugte Weiterbildungen des Verfahrens ergeben sich aus den zugehörigen Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung mit den zugehörigen Zeichnungen.

[0010] Eine bevorzugte Weiterbildung ist dabei, dass die Festlegung der Ersatzfarborte geschieht, indem auf farbmetrischer Basis die Anteile der zur Verfügung stehenden Prozessfarben so ermittelt werden, dass sich ein möglichst minimaler Farbstand zu den Sollfarborten ergibt. Entscheidendes Zielkriterium des Verfahrens ist es, den Farbabstand der Ersatzfarborte gegenüber den Sollfarborten möglichst minimal werden zu lassen, so dass die ausgefallene Farbe möglichst gut ersetzt werden kann.

[0011] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung ist dabei, dass bei Verwendung eines Mehrfarbendrucks mit Sonderfarben, die Auswahl der Sonderfarben sowohl unter dem Aspekt der Farbraumerweiterung als auch unter dem Aspekt einer effizienten Farbkompensation ausgefallener Düsen geschieht.

Werden zusätzlich oder anstatt der Standard-Prozessfarben weitere Sonderfarben verwendet, so ist die Auswahl dieser Sonderfarben nicht unter nur dem Kriterium der Erweiterung des Farbraums zu treffen, sondern es muss auch berücksichtigt wie gut unter Einbezug dieser Sonderfarben ausgefallene Farben ersetzt werden können. Durch Benutzung von Sonderfarben ergibt sich zudem die Möglichkeit den Farbabstand und damit die Erkennbarkeit einer Störung noch optimaler zu reduzieren.

[0012] Eine bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgebenden Verfahrens ist dabei, dass das Auswahlkriterium der Sonderfarben für eine effiziente Farbkompensation ein minimaler Farbabstand ist.

Auch bei der Auswahl der Sonderfarben ist das Auswahlkriterium eines möglichst geringen Farbstandes bei der jeweiligen Kompensation zu beachten.

[0013] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung ist dabei, dass die reduzierten Farbprofile mit jeweils einer fehlenden Prozessfarbe um reduzierte Farbprofile mit den verwendeten Sonderfarben ergänzt werden.

Bei Verwendung von zusätzlichen Sonderfarben entstehen zusätzliche Kombinationsmöglichkeiten von ausgefallener Sonder- oder Prozessfarbe und den übrigbleibenden Ersatzfarben, welche in Form von zusätzlich zu berechnenden reduzierten Farbprofilen zu erfassen sind.

[0014] Eine bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgebenden Verfahrens ist dabei, dass die zur Kompensation benutzten, verbleibenden Prozessfarben amplitudenmoduliert oder frequenzmoduliert gerastert sind.

Die ermittelten Ersatzfarborte können rasterförmig strukturiert werden, falls dies dem Ziel eines minimalen Farbabstandes zu den Sollfarborten dient. Dabei werden sowohl amplitudenmodulierte als auch frequenzmodulierte Raster eingesetzt.

[0015] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung des Verfahrens ist dabei, dass der Ausfall einer Druckdüse auch durch das Reduzieren einer anderen Druckdüse und die Hinzunahme einer Druckdüse mit schwarzer Farbe zu kompensieren ist.

Eine weitere Möglichkeit einen minimalen Farbabstand zu erreichen ist es, eine Druckdüse mit schwarzer Farbe hinzuzunehmen und die Druckdüsen mit den anderen Ersatzfarben entsprechend zu reduzieren. Damit wird ein Verfahren analog zum Bildaufbau mit UCR (Under Color Removal) oder GCR (Gray Component Replacement) verwendet.

[0016] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist dabei, dass farbmetrische Maßzahlen wie die Minimierung des Farbabstandes in der Buntebene bei vorgegebener Helligkeit als Zielgröße für die Kompensation gewählt werden.

Auch andere Zielkriterien für die Kompensation ausgefallener Druckdüsen sind neben dem minimalen Farbstand ΔE

möglich. Zum Beispiel Minimierung des Farbabstandes in der Bunzebene, was bedeutet das Zielkriterium ist hier eine gleiche Helligkeit mit möglichst minimalem Farbabstand. Auch der minimale Farbabstand ΔE lässt sich nach verschiedenen CIE Standards (CIE76, CIE94, CIE2000) berechnen.

[0017] Eine bevorzugte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist dabei, dass die Berechnung und Durchführung der Kompensation vom Steuerungsrechner der Druckmaschine automatisiert durchgeführt wird.

Die Berechnung der Ersatzfarbprofile sowie deren Anwendung im Rahmen einer Druckdüsen-Ausfallüberwachung sind Bestandteil einer Druckmaschinensteuerung und lassen sich nur im Rahmen einer automatisierten Durchführung durch einen internen oder externen Steuerungsrechner sinnvoll durchführen. Das schließt eine manuelle Überwachung und Korrektur einzelner Farbprofile bzw. Steuerbefehle durch den Anwender mit ein.

[0018] Das erfindungsgemäße Verfahren sowie funktionell vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens werden nachfolgend unter Bezug auf die zugehörigen Zeichnungen anhand wenigstens eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher beschrieben. In den Zeichnungen sind einander entsprechende Elemente mit jeweils denselben Bezugszeichen versehen.

Die Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: ein Beispiel einer Inkjet-Rollendruckmaschine

Fig. 2: ein Beispiel eines Fehlerbildes verursacht durch einen Druckdüsenausfall

Fig. 3: ein Beispiel für einen Farbraum mit Sonderfarbe Grün

Fig. 4: ein Beispiel für einen Farbraum mit Sonderfarbe Grün mit einem Druckdüsenausfall der Prozessfarbe Gelb

Fig. 5: das offenbarte Verfahren zur Kompensation eines Druckdüsenausfalls

[0019] Anwendungsgebiet ist in der bevorzugten Ausführungsvariante eine Inkjet-Druckmaschine. Ein Beispiel für den Aufbau einer solchen Maschine ist in Figur 1 dargestellt. Beim Betrieb dieser Druckmaschine kann es, wie bereits einleitend beschrieben, zu Ausfällen einzelner Druckdüsen in den Druckköpfen im Druckwerk kommen. Folge sind dann White Lines, bzw. im Falle eines mehrfarbigen Drucks, verzerrte Farbwerte. Ein Beispiel einer solchen White Line ist in Figur 2 dargestellt.

[0020] Grundlage des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Kompensation ausgefallener Druckdüsen ist es, nicht andere Düsen derselben Farbe oder ein redundantes System in gleicher Farbe zu verwenden, sondern Düsen anderer Farben mehr oder weniger exakt an den Stellen der ausgefallenen Düsen. Neu ist dabei der farbmétrische Ansatz zur Kompensation der ausgefallenen Farbe, sowie im Falle der Verwendung von Sonderfarben deren gezielte Auswahl unter dem Aspekt der Kompensation. Das heißt beim Mehrfarbendruck wird die Auswahl der Sonderfarben auch unter dem Aspekt einer optimalen Kompensation festgelegt und dabei auf einen besonders großen Farbraum zumindest teilweise verzichtet. Es muss also ein Kompromiss aus Farbraumerweiterung und Kompensationsfähigkeit getroffen werden.

[0021] Die Entscheidung bzw. Festlegung, welche Farbe durch welche Anteile an einer oder mehreren Kompensationsfarben ersetzt werden soll, erfolgt auf farbmétrischer Basis. Ziel ist die Minimierung des Farbabstandes also kleinstes ΔE - also des Farbabstandes im CieLab Farbraum - zum korrekt gedruckten Bild ohne Ausfall einzelner Düsen in der Originalfarbe.

[0022] Um die Farbunterschiede an der zu kompensierenden Stelle zur Ursprungsfarbe zu minimieren, werden aus den vorhandenen Restfarben im Standard-Vierfarbendruck (BCMY) die minimalen Farbabstände berechnet und die entsprechenden Farben zur bestmöglichen Kompensation eingesetzt. Dabei können die Einzelfarben zur Minimierung des Farbabstandes auch gerastert eingesetzt werden. Hier sind amplitudenmodulierte Raster AM oder frequenzmodulierte Raster FM möglich.

[0023] Bei Systemen mit Sonderfarben also mehr als 4 Prozessfarben z.B. beim Mehrfarbendruck mit 6 (Hexachrom), 7 oder mehr Prozessfarben, sowie beim Einsatz von Sonderfarben (HKS, Pantone), werden ebenfalls aus den vorhandenen Restfarben - d.h. den Prozessfarben minus die Farbe der ausgefallenen Druckdüse - die minimalen Farbabstände berechnet und zur bestmöglichen Kompensation eingesetzt. Zusätzlich werden jedoch die Sonderfarben so ausgewählt und festgelegt, dass eine optimale Kompensation der verschiedenen Restfarben damit ermöglicht wird. Auch hierbei ist das Auswahlkriterium eine möglichst gute Reduzierung des Farbabstandes zu den Sollfarbwerten. Bei dieser Variante wird der Grundgedanke der Kompensation durch Sonderfarben progressiv verfolgt und daher die Farbauswahl von vorneherein so ausgelegt, dass eine bestmögliche Kompensation bei Farbausausfall möglich wird; d.h. robuste Farbseparation und Farbwahl im Hinblick auf die erwarteten Düsenausfälle.

[0024] Der Ablauf der bevorzugten Ausführungsvariante des offenbarten Verfahrens ist in Figur 5 dargestellt. Zunächst werden aus dem vierfarbigen Ausgangsprofil mit den Prozessfarben BCMY (black, cyan, magenta, yellow) die 3-farbigen Profile jeweils mit einer fehlenden Prozessfarbe berechnet. Die Farbprofile werden in der Form von ICC Profilen benutzt, welche den Zusammenhang zwischen den Zielwerten - beschrieben als farbmétrische Lab Werte - und den BCMY Farbwerten der verwendeten Tinten - beschrieben als Raster-Prozent-Werte.

[0025] Daraus ergeben sich folgende ICC-Farbprofile:

1. ICC Profil 4-farbig BCMY → vollständiger Farbraum in den Skalenfarben
2. ICC Profil 3-farbig CMY → reduzierter Farbraum in den Skalenfarben ohne B
3. ICC Profil 3-farbig B MY → reduzierter Farbraum in den Skalenfarben ohne C
4. ICC Profil 3-farbig BC Y → reduzierter Farbraum in den Skalenfarben ohne M
5. ICC Profil 3-farbig BCM → reduzierter Farbraum in den Skalenfarben ohne Y

[0026] Sind die reduzierten ICC-Farbprofile 13 erstellt, kann der eigentliche Druckauftrag durchgeführt werden. Wird dabei von der Druckmaschine, bzw. deren Steuerungsrechner, der Ausfall einer einzelnen Druckdüse 15 in der Druckeinheit detektiert, so wird anhand der Information welche der Prozessfarben B, C, M, Y davon betroffen ist, das geeignete reduzierte Farbprofil 16 ausgewählt. Handelt es sich z.B. um eine Cyan-Düse, so wird Profil mit BMY verwendet. Mit der Ortsinformation 15, welche Düse ausgefallen ist, werden zudem die Sollfarborte 17 an den Stellen der ausgefallenen Düse entlang des Drucks, d.h. von Sujetvorderkante bis zur -hinterkante an denen die Düse (Farbe C) einen Beitrag im Sujet hat, ermittelt. Für alle diese Stellen entlang der Drucklinie wird ein geeigneter Ersatzfarbort 18 im gewählten 3-farbigem Profil 16 ausgewählt und die Flächendeckungsanteile in B M Y dem Ersatzfarbort 18 der entsprechenden Stelle zugewiesen. Zielkriterium ist dabei der geringste mögliche Farbabstand ΔE zum entsprechenden Sollfarbort 17. Anschließend wird der Druckauftrag mit den neu ermittelten Zusammensetzungen der verbleibenden Farben an den Stellen der ausgefallenen Düse fortgesetzt.

[0027] Bei Einsatz zusätzlicher Sonderfarben 12 sind diese vorab auszuwählen. Dabei kann neben dem Hauptaspekt einer Farbraumerweiterung, auch eine gute Kompensation ausgefallener Düsen mit in die Entscheidung einbezogen werden. So wäre es z.B. möglich bei der Entwicklung von Sonderfarben spezielle Ersatzfarben zu entwickeln bei deren Einsatz bei Ausfall einer normalen CMYK-Farbe nur ein geringer Farbraumverlust auftritt. So könnte z.B. für einen angenommen Ausfall von Cyan das 4-farbige Profil B BI M Y mit der Sonderfarbe Blau (BI) zu verwenden. Dieses beinhaltet zum großen Teil die Sollfarborte 17 die mit Cyan erreicht werden können; in dem Fall kann im Idealfall sogar $\Delta E = 0$ erreicht werden. Dafür ist natürlich die entsprechende Farbraumerweiterung aller verwendeten Farben geringer. Hier gilt es den optimalen Kompromiss zu finden, indem z.B. die spezielle Sonderfarbe 12 nicht nur allein die Farborte 17 der ausgefallenen Druckfarbe Cyan ersetzt.

[0028] In Figur 3 wird der Farbumfang, sowie die Zusammenhänge bei Druck mit und ohne Sonderfarbe G (grün) veranschaulicht. Der mit den Skalenfarben CMY erreichbare Farbumfang ist mit A_0 bezeichnet. Die Sonderfarbe G erweitert diesen um den Anteil A_{+G} .

[0029] Figur 4 zeigt die Veränderung dieses Farbraums bei Ausfall der Farbe Y (Yellow). Dabei reduziert sich A_0 auf A_{CM} , welcher nur mit den Farben C und M erreicht werden kann. Die Differenz $A_0 - A_{CM}$ geht durch den Ausfall verloren. Mit der Sonderfarbe G kann der Verlust auf A_{Y+G} reduziert werden. Die Sonderfarbe G kann sich je nach ihrer Pigmentierung auf einem Kurvenzug bewegen. Ihr Farbort hat Einfluss auf die Größen von A_{+G} und A_{Y+G} . Bewegt sich der Farbort in Richtung Y wird die Erweiterung durch die Sonderfarbe G und auch die Reduzierung durch Ausfall von Y reduziert. Im Extremfall ist die Sonderfarbe G gleich wie Y, dann ist die Farbraumerweiterung gleich 0, aber auch die Farbraumreduzierung bei Ausfall einer Druckdüse mit Y gleich 0.

[0030] Mit den Gewichtungsfaktoren F_+ für die Bedeutung der Erweiterung sowie F_- für die Reduzierung folgt dann als Auswahlkriterium für die Lage der Sonderfarbe auf dem Kurvenzug z.B.:

$$\text{Optimale Lage von G} = \text{Maximum} (F_+ * A_{+G} - F_- * A_{-Y+G})$$

[0031] Die Druckfarbe B schwarz wird nur in der Nähe der neutralen Unbuntpunktes wirksam und spielt bei den Betrachtungen keine Rolle.

[0032] Da eine manuelle Durchführung des beschriebenen Verfahrens durch einen Anwender ineffizient wäre, wird die Durchführung automatisiert vom Steuerungsrechner 19 der Inkjet-Druckmaschine durchgeführt. Das automatisierte Verfahren ist dabei in den Workflow der Druckmaschine, dessen Teil z.B. auch die Detektion ausgefallener Druckdüsen ist, integriert. Die verwendeten ICC-Farbprofile 13, 14 werden in einem Speicher abgelegt, auf welchen der Steuerungsrechner 19 der Druckmaschine 1 Zugriff hat. Die Konfiguration des Steuerungsrechners 19 hinsichtlich einzelner Verfahrensschritte, sowie die Kriterien für die Auswahl der Sonderfarben können dabei im Bedarfsfall vom Anwender manuell korrigiert werden.

Bezugszeichenliste

[0033]

1 Inkjet-Druckmaschine

2	Abwickler
3	Druckvorbereitungsstufe
4	Flexo-Werk für Weiß-/Vollfläche
5	Flexo-Werk für Primer
5	6 Inkjet-Druckwerk
7	Inkjet-Druckkopf
8	Flexo-Werk für Lack
9	Weiterverarbeitungsstufe
10	Aufwickler
10	11 Druckauftragsinformationen
12	zusätzliche Sonderfarbe(n)
13	Ersatzfarbprofile ohne Sonderfarbe(n)
14	Ersatzfarbprofile mit Sonderfarbe(n)
15	festgestellter Druckdüsenausfall
15	16 ausgewähltes Ersatzfarbprofil
17	ermittelter Sollfarbort
18	berechneter Ersatzfarbort
19	Steuerungsrechner
20	Drucksubstrat
20	21 Nutzen
22	durch ausgefallene Druckdüse verursachter Bildfehler
C	Cyan
M	Magenta
Y	Yellow
25	G Sonderfarbe Grün
A ₀	druckbarer Farbumfang (CMY)
A _{+G}	zusätzlich zu A ₀ mit G druckbarer Farbumfang (CMYG)
A _{CM}	druckbarer Farbumfang bei Ausfall von Y (CM)
A _{-Y+G}	zusätzlich zu A _{CM} mit G druckbarer Farbumfang (CMG)
30	

Patentansprüche

- 35 1. Verfahren zur automatisierten Kompensation ausgefallener Druckdüsen in einer Inkjet-Druckmaschine (1) mittels eines Steuerungsrechners (19), die folgenden Schritte umfassend:
- Berechnung aller sich aus den verwendeten Prozessfarben ergebenden reduzierten Farbprofile (13) mit jeweils einer fehlenden Prozessfarbe durch den Rechner (19)
 - 40 • Detektion eines Düsenausfall einer Druckdüse mit einer der Prozessfarben während der Durchführung eines Druckauftrages (11) durch den Rechner (19)
 - Ermittlung der Sollfarborte (17) an den Stellen auf dem Drucksubstrat, die von der ausgefallenen Druckdüse (15) bedruckt werden, durch den Rechner (19)
 - Ermittlung der Ersatzfarborte (18) mit minimalem Farbabstand zu den Sollfarborten (17) an den Stellen auf dem Drucksubstrat, die von der ausgefallenen Druckdüse (15) bedruckt werden, durch den Rechner (19)
 - 45 • Auswahl eines geeigneten reduzierten Farbprofils (16) abhängig von der fehlenden Prozessfarbe der detektierten ausgefallenen Druckdüse
 - Fortsetzung des Druckauftrages (11) mit der neu ermittelten Zusammensetzung der verbleibenden Prozessfarben an den Stellen auf dem Drucksubstrat, die von der ausgefallenen Druckdüse (15) bedruckt werden
- 50 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Festlegung der Ersatzfarborte (18) geschieht, indem auf farbmometrischer Basis die Anteile der zur Verfügung stehenden Prozessfarben so ermittelt werden, dass sich ein möglichst minimaler Farbabstand zu den Sollfarborten (17) ergibt.
- 55 3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Verwendung eines Mehrfarbendrucks mit Sonderfarben (12), die Auswahl der Sonderfarben (12) sowohl

unter dem Aspekt der Farbraumerweiterung als auch unter dem Aspekt einer effizienten Farbkompensation ausgefallener Düsen geschieht.

- 5 4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Auswahlkriterium der Sonderfarben (12) für eine effiziente Farbkompensation ein minimaler Farbabstand ist.
- 10 5. Verfahren nach Anspruch 3 oder Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die reduzierten Farbprofile (13) mit jeweils einer fehlenden Prozessfarbe um reduzierte Farbprofile (14) mit den verwendeten Sonderfarben (12) ergänzt werden.
- 15 6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zur Kompensation benutzten, verbleibenden Prozessfarben amplitudenmoduliert oder frequenzmoduliert gerastert sind.
- 20 7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Farbprofile in der Form von ICC-Profilen gestaltet sind.
- 25 8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Ausfall einer Druckdüse (15) auch durch das Reduzieren einer anderen Druckdüse und die Hinzunahme einer Druckdüse mit schwarzer Farbe zu kompensieren ist.
- 30 9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass farbmetrische Maßzahlen wie die Minimierung des Farbabstandes in der Buntebene bei vorgegebener Helligkeit als Zielgröße für die Kompensation gewählt werden.

Claims

- 35 1. Method for an automated compensation of failed printing nozzles in an ink jet printing machine (1) by means of a control computer (19) comprising the following steps of
- 40 • calculating, by means of the computer (19), all reduced colour profiles (13) resulting from the process colours in use with a respective process colour missing
- detecting, by means of the computer (19), a nozzle failure of a printing nozzle printing one of the process colours while a print job (11) is being carried out
- determining, by means of the computer (19), the target colour locations (17) at the places on the printed substrate that are printed by the failed printing nozzle (15)
- 45 • determining, by means of the computer (19), the replacement colour locations (18) that have a minimum colour distance from the target colour locations (17) at the places on the printed substrate that are printed by the failed printing nozzle
- selecting a suitable reduced colour profile (16) as a function of the missing process colour of the detected failed printing nozzle
- 50 • continuing the print job (11) by means of the newly determined composition of the remaining process colours at the places on the printing substrate that are printed by the failed printing nozzle (15)
- 55 2. Method according to claim 1,
characterized in
that the replacement colour locations (18) are defined in that, on a colorimetric basis, the proportions of the available process colours are determined in such a way that the result is a minimum possible colour distance relative to the target colour locations (17).

3. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in
that for a multicolour printing operation including special colours (12), the selection of the special colours (12) occurs both in view of colour space expansion and in view of efficient colour compensation of failed nozzles.
- 5
4. Method according to claim 3,
characterized in
that the criterion for selection of the special colours (12) for efficient colour compensation is a minimum colour distance.
- 10
5. Method according to claim 3 or claim 4,
characterized in
that the reduced colour profiles (13) including a respective missing process colour are supplemented by reduced colour profiles (14) including the special colours (12) that are used.
- 15
6. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in
that the remaining process colours that are used for the compensation are screened in an amplitude-modulated or frequency-modulated way.
- 20
7. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in
that the colour profiles are in the form of ICC profiles.
- 25
8. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in
that the failure of a printing nozzles (15) is also compensatable for by reducing a different printing nozzle and adding a black ink printing nozzle.
- 30
9. Method according to any one of the preceding claims,
characterized in
that colorimetric measured numbers such as the minimization of the colour distance at the multicolour level at a defined brightness are selected as the target value for the compensation.

35

Revendications

1. Procédé pour la compensation automatisée de buses de pression défailtantes dans une machine d'impression à jet d'encre (1) au moyens d'un ordinateur de commande (19), comprenant les étapes suivantes :
- 40
- calcul de tous les profils d'encre (13) réduits résultant des couleurs de processus utilisées' à l'aide d'une encre de processus manquante par l'ordinateur (19)
 - détection d'une défaillance d'une buse de pression avec l'une des couleurs de processus pendant l'exécution d'une tâche de pression par l'ordinateur
 - 45 • détermination par l'ordinateur (19), des lieux (17) d'encre de consigne aux endroits sur le substrat imprimé, lesquels sont imprimés parla buse d'impression défectueuse (15)
 - détermination des lieux d'encre de remplacement (18) avec une distance d'encre minimale par rapport aux lieux d'encre de consigne (17) aux endroits sur le substrat imprimé, lesquels sont imprimés aux endroits sur je substrat imprimé, par l'ordinateur (19)
 - 50 • sélection d'un profil d'encre approprié réduit (16) en fonction de l'encre de processus manquante de la buse d'impression défectueuse détectée.
 - poursuite de la tâche d'impression (11) avec la nouvelle composition déterminée des encres de processus restantes aux endroits sur le substrat d'impression (15) imprimés par les buses d'impression défectueuses (15).
- 55
2. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce
que la détermination des lieux d'encre de remplacement (8) se présente par couche, dans le fait que les parts des couleurs de processus disponibles sont déterminées sur une base colorimétrique de sorte qu'une distance d'encre

la plus minimale en résulte par rapport aux endroits de couleur de consigne (17).

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes

caractérisé en ce

que lors de l'utilisation d'une impression multicolore avec des encres spéciales (12), la sélection des encres spéciales (12) se produit aussi bien sous l'aspect de l'extension de l'espace d'encrage que sous l'aspect d'une compensation efficace de buses défectueuses.

4. Procédé selon la revendication 3

caractérisé en ce

que le critère de sélection des encres spéciales (12) est une distance minimale d'encrage pour une compensation efficace de l'encre.

5. Procédé selon la revendication 3 ou revendication 4

caractérisé en ce

que les profils d'encrage réduits (13) avec une encre de processus manquante sont complétés respectivement d'un profil d'encrage réduit (14) avec les encres spéciales utilisées (12).

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes

caractérisé en ce

que les encres de processus restantes utilisées pour la compensation sont tramées par modulation en amplitude ou par fréquence.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes

caractérisé en ce

que les profils d'encrage sont configurés sous forme de profils ICC.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes

caractérisé en ce

que la défaillance d'une buse (15) peut être compensée également par la réduction d'une autre buse d'impression et l'intervention d'une buse d'impression avec de l'encre noire.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes

caractérisé en ce

que des chiffres métriques tels que la minimisation de la distance d'encrage dans le plan de liaison sont sélectionnés pour une luminosité prescrite en tant que valeurs cibles pour la compensation.

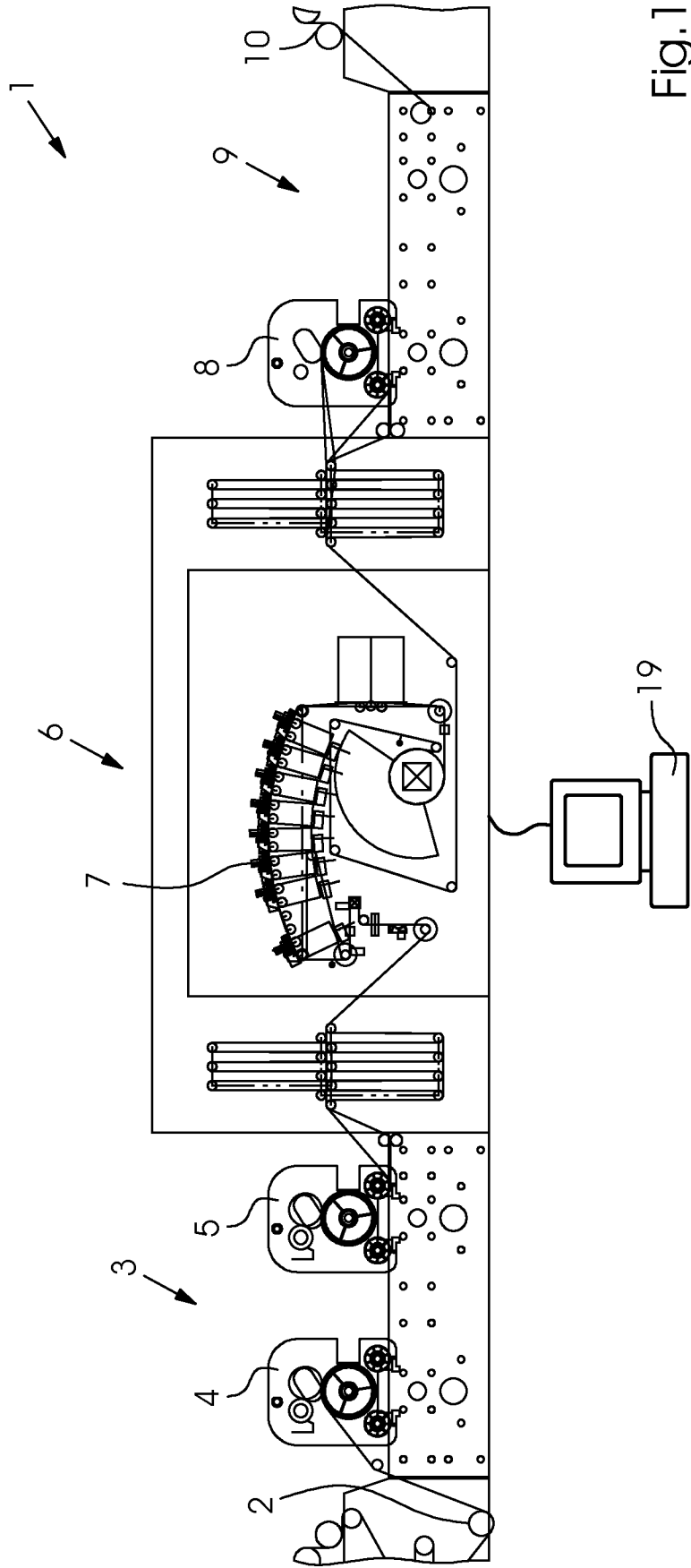


Fig.1

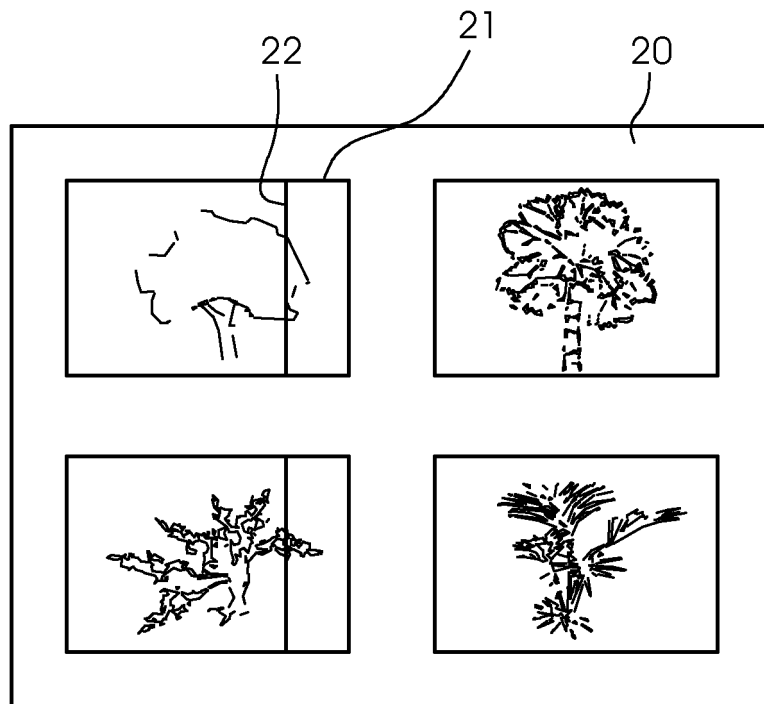


Fig.2

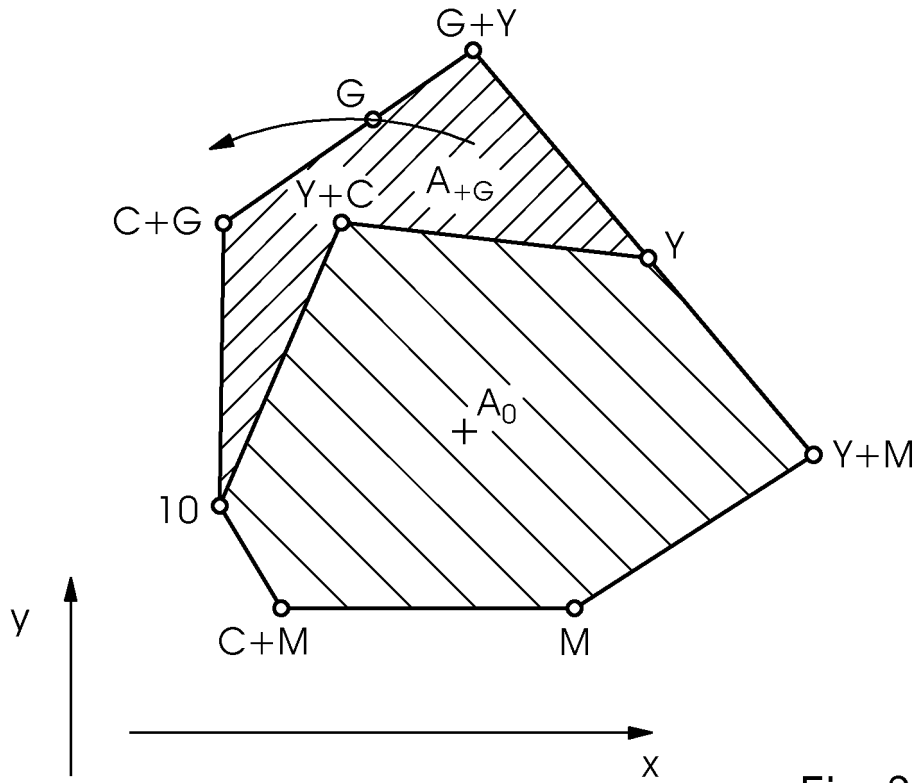


Fig.3

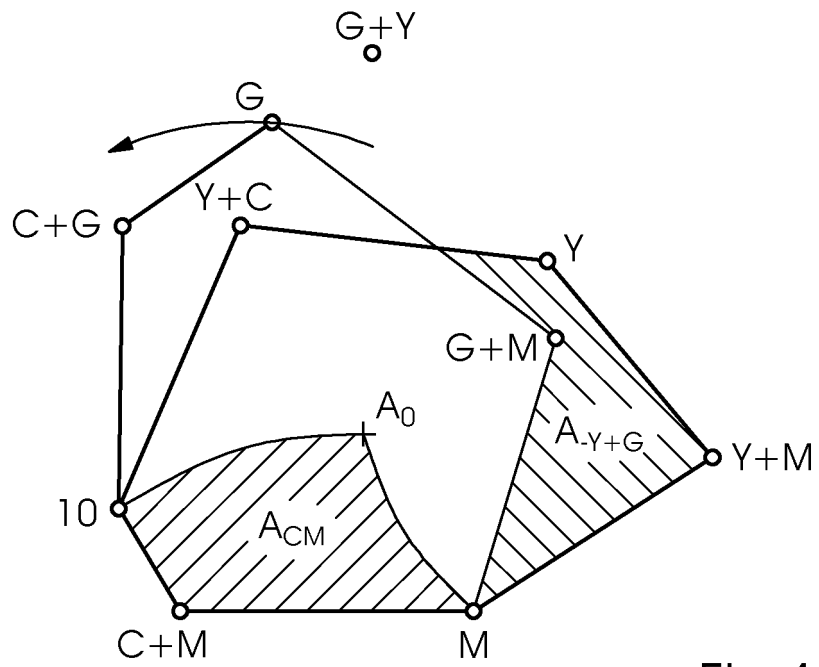


Fig.4

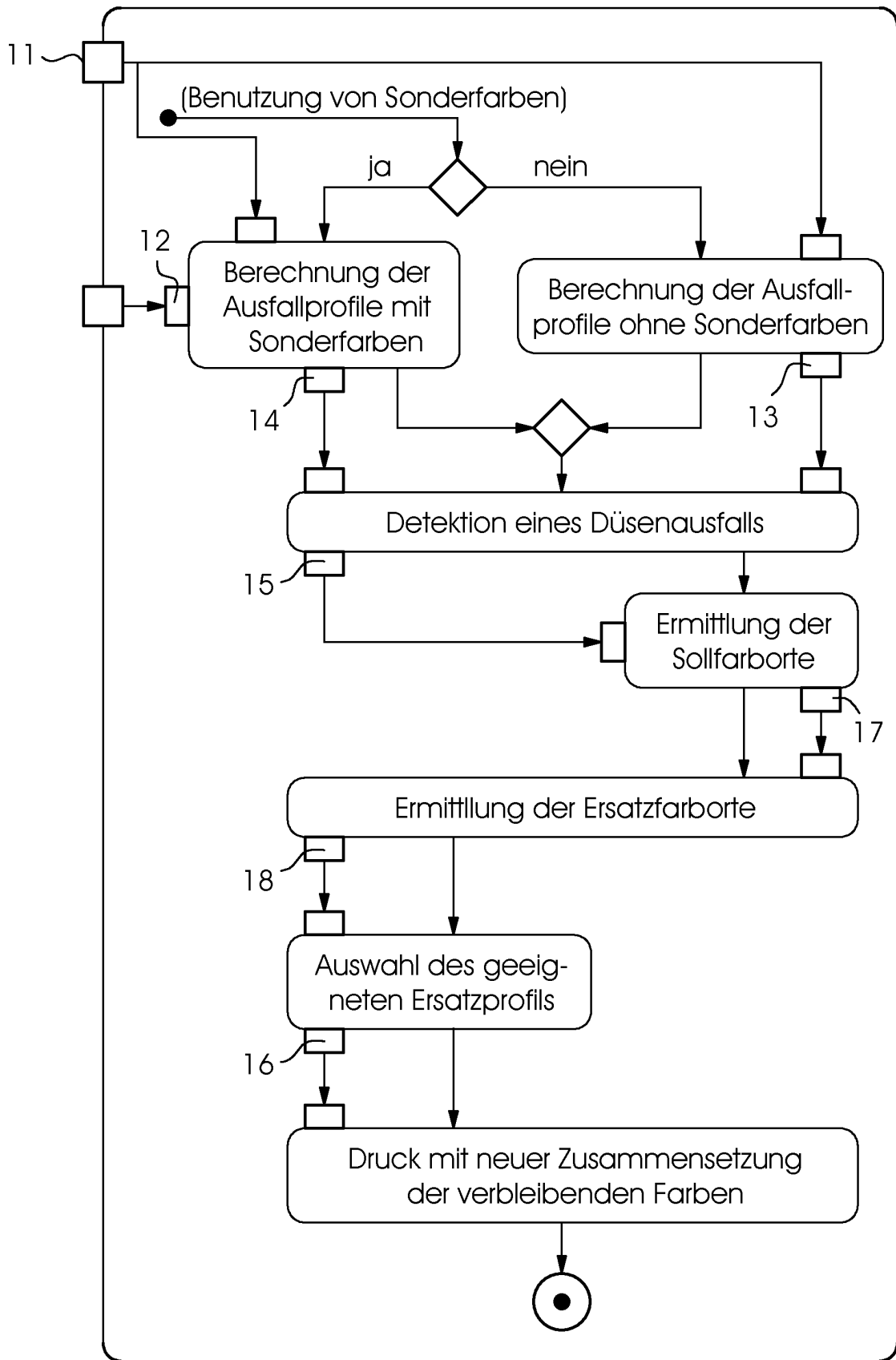


Fig.5

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 020060125850 A1 [0004]
- US 20060256157 A1 [0004]
- US 20060268034 A1 [0004]
- US 20030085949 A1 [0005]
- US 20120075373 A1 [0006]
- US 7607752 B2 [0006]