



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.09.2017 Patentblatt 2017/37

(51) Int Cl.:
B41J 2/165^(2006.01) B41J 2/21^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17155103.9**

(22) Anmeldetag: **08.02.2017**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **Heidelberger Druckmaschinen AG**
69115 Heidelberg (DE)

(72) Erfinder: **Hauck, Axel**
76227 Karlsruhe (DE)

(30) Priorität: **10.03.2016 DE 102016203917**

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

(57) Ein Verfahren zur Kompensation ausgefallener Druckdüsen in einer Inkjet-Druckmaschine, wobei ausgefallene Druckdüsen durch ein vergrößertes Tintentropfenvolumen benachbarter Druckdüsen kompensiert werden und welches dadurch gekennzeichnet ist, dass die realen Positionen der Druckpunkte aller Druckdüsen er-

mittelt werden und für jede Druckdüse, zur Kompensation ihres Ausfalls, die notwendigen Tintentropfenvolumina der jeweils benachbarten Druckdüsen in Abhängigkeit von der realen Position des Druckpunktes der Druckdüse und von den realen Positionen der Druckpunkte der jeweils benachbarten Druckdüsen berechnet werden.

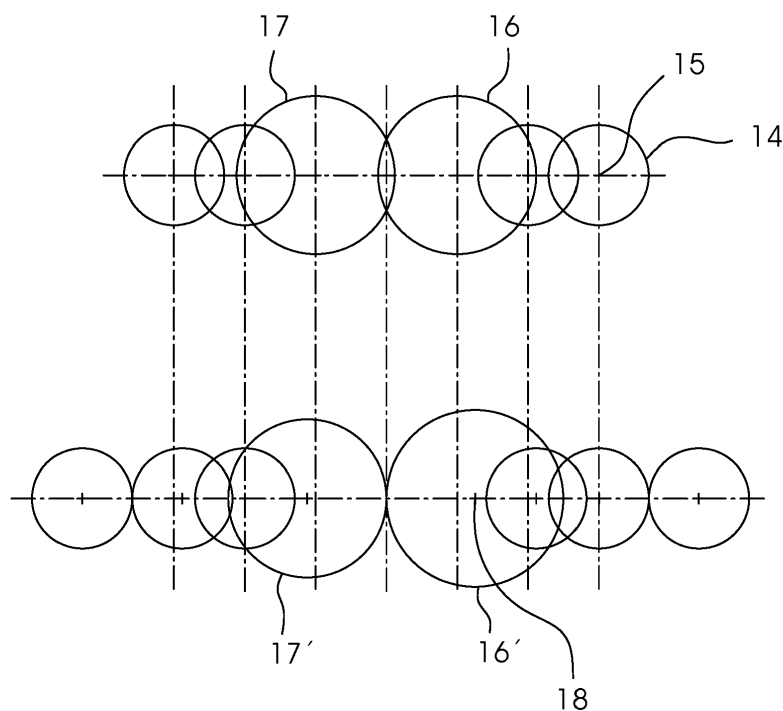


Fig.3

Beschreibung

[0001] Die Erfindung liegt in dem technischen Gebiet des Digitaldrucks.

[0002] 1m 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. Bei Ausfall einer einzelnen Druckdüse entstehen Bereiche, die nicht durch die dafür vorgesehene Düse in dem Einzelfarbenauszug 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.

[0003] Um die Auswirkungen auf das Druckbild insbesondere in Vollflächen zu reduzieren, sind aus dem Stand der Technik mehrere Ansätze zur Kompensation bekannt.

[0004] Ein bekannter Ansatz zur Kompensation ausgefallener Druckdüsen besteht darin, die ausgefallene Druckdüse durch die Düsen der jeweils anderen benutzten Druckfarben an gleicher Stelle zu ersetzen. Dabei wird versucht, durch gezielten und gesteuerten Übereinanderdruck der noch verfügbaren Farben, der ausgefallenen Druckfarbe möglichst nahe zu kommen. Dadurch ist weder eine Redundanz an Druckdüsen oder -köpfen erforderlich, noch stellt der Ausfall benachbarter Druckdüsen ein Problem dar. Hauptnachteil dieser Kompensationsmethode ist jedoch, dass sie nur für den Mehrfarbendruck eingesetzt werden kann. Zudem ist ein erhöhter Rechen- und Steuerbedarf durch den Rechner der Druckmaschine erforderlich, um die notwendigen Farbkombinationen zu ermitteln. Außerdem kann - je nach Farb-
abstand der ausgefallenen Farbe zum noch druckbaren Farbraum der Restfarben - das resultierende Druckergebnis durchaus deutlich von den Sollwerten abweichen.

[0005] Ein anderer Ansatz zur Kompensation ausgefallener Druckdüsen sieht 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.

[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.

[0007] Der wichtigste bekannte Ansatz, mit dem sich die vorliegende Erfindung befasst, sieht jedoch vor, den Fehler durch benachbarte Druckdüsen 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 mehrere, direkt benachbarte Düsen ausfallen. Die Kompensation über den doppelten oder mehrfachen Abstand ist nur schlecht möglich.

[0008] Eine weitere Umsetzung dieses Ansatzes ist aus der europäischen Patentschrift EP 1157840 B1 bekannt. Hier werden Bildwerte, die mit der defekten Druckdüse verknüpft sind, zu einem oder mehreren Bildwerten, die mit nicht defekten Druckdüsen verknüpft sind und die unmittelbar neben der defekten Druckdüse gelegen sind und die gleiche Farbe wie die defekte Druckdüse besitzen, umverteilt. Auch hier ist es jedoch ein Problem, wenn mehrere, direkt benachbarte Düsen ausfallen.

[0009] Ein grundlegend auftretendes Problem, was sich jedoch bei diesem Ansatz besonders bemerkbar macht, ist die in der Realität abweichende Position der Druckpunkte einzelner Druckdüsen. Ein Druckpunkt ist dabei der durch den Tintentropfen erzeugte Farbkreis. Die Positionen der Druckpunkte der Druckdüsen, gemessen an ihrem Kreismittelpunkt, sind in der Realität keinesfalls immer im gleichen Abstand zu den Druckpunkten benachbarter Druckdüsen. Sie sind, fertigungsbedingt oder durch teilweise Verstopfung, quer oder auch längs zur Druckrichtung mehr oder weniger abgelenkt. Dies führt beim Ansatz der Kompensation ausgefallener Druckdüsen durch erhöhtes Tintentropfenvolumen der benachbarten Druckdüsen dazu, dass falls der Druckpunkt einer oder beider Druckpunkte der benachbarten Druckdüsen weg von der ausgefallenen Druckdüse verschoben ist, trotz Kompensation eine, wenn auch geringere, White Line entsteht. Sind die Druckpunkte dagegen hin zur ausgefallenen Druckdüse verschoben, kommt es zu einer Überkompensation. Dann entsteht das Gegenteil einer White Line - eine Black Line. Um dieses Problem zu beheben, müssten

die realen Positionen der Druckpunkte aller Druckdüsen berücksichtigt werden.

[0010] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, ein Verfahren zur Kompensation ausgefallener Druckdüsen in einer Inkjet-Druckmaschine zu offenbaren, welches die aus dem Stand der Technik bekannten Probleme behebt und über eine bessere Performance verfügt.

[0011] Die Lösung dieser Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Kompensation ausgefallener Druckdüsen in einer Inkjet-Druckmaschine gelöst, wobei ausgefallene Druckdüsen durch ein vergrößertes Tintentropfenvolumen benachbarter Druckdüsen kompensiert werden und welches dadurch gekennzeichnet ist, dass die realen Positionen der Druckpunkte aller Druckdüsen ermittelt werden und für jede Druckdüse, zur Kompensation ihres Ausfalls, die notwendigen Tintentropfenvolumina der jeweils benachbarten Druckdüsen in Abhängigkeit von der realen Position des Druckpunktes der Druckdüse und von den realen Positionen der Druckpunkte der jeweils benachbarten Druckdüsen berechnet werden.

[0012] Kern der Erfindung ist dabei das Ermitteln der realen Druckpunkte aller Druckdüsen, bevor es zur Kompensation möglicher ausgefallener Druckdüsen kommt. Da die realen Positionen der Druckpunkte der Druckdüsen fertigungsbedingt stets um einen gewissen Betrag von der idealen, d. h. theoretischen Position des Druckpunktes abweichen, kann mit den ermittelten realen Positionen der Druckpunkte der Druckdüsen eine genauere Kompensation ausgefallener Druckdüsen vorgenommen werden. Entscheidend sind dafür die realen Positionen der Druckpunkte der benachbarten Druckdüsen einer ausgefallenen Druckdüse. Sind diese zum Beispiel um einen jeweils bestimmten Betrag weg von der ausgefallenen Druckdüse verschoben, so wird die Kompensation durch allgemeingültig vergrößerte Tintentropfenvolumina ein anderes Ergebnis bringen, als wenn die Druckpunkte der benachbarten Druckdüsen zur ausgefallenen Druckdüse hin verschoben sind.

[0013] Vorteilhafte und daher bevorzugte Weiterbildungen dieser Erfindung ergeben sich aus den zugehörigen Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung und den zugehörigen Zeichnungen.

[0014] Eine bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dabei, dass ein größerer Abstand der Druckpunkte zu einem größeren Tintentropfenvolumen jeweils benachbarter Druckdüsen führt und ein kleinerer Abstand der Druckpunkte zu einem kleineren Tintentropfenvolumen der jeweils benachbarten Druckdüsen, wobei die Kompensation ausgefallener Druckdüsen jeweils mit dem minimal erforderlichen Tintentropfenvolumen erfolgt.

[0015] Sind die realen Positionen der Druckpunkte der benachbarten Druckdüsen also weiter auseinander als die idealen Positionen der Druckpunkte, so wird zur Kompensation ein größeres Tintentropfenvolumen verwendet als das Standard-Tintentropfenvolumen; ist der Abstand der realen Positionen der Druckpunkte der beiden benachbarten Druckdüsen dagegen verringert, so wird auch das verwendete Tintentropfenvolumen, welches zur Kompensation notwendig ist, entsprechend verringert. Dabei wird grundsätzlich in allen Fällen nur mit dem minimal erforderlichen Tintentropfenvolumen agiert, welches notwendig ist, um die white line zu schließen.

[0016] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dabei, dass für alle Druckeinheiten der Inkjet-Druckmaschine ein Düsenmuster gedruckt und zur Ermittlung der realen Positionen der Druckpunkte dieses gedruckte Düsenmuster ausgewertet wird.

[0017] Zur Ermittlung der realen Positionen der Druckpunkte bietet sich am ehesten der Druck eines Düsenmusters an, welches dann ausgewertet wird. Mit den realen Positionen aller Druckpunkte aller Druckdüsen können dann alle notwendigen Parameter, die zu einer abstandsabhängigen Kompensation benötigt werden, ermittelt werden.

[0018] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dabei, dass mit den ermittelten, realen Positionen der Druckpunkte die Abweichung der realen Positionen der Druckpunkte von ihrer Soll-Position berechnet wird, einschließlich der statistischen Verteilung der Abweichung, und daraus die notwendigen Tintentropfenvolumina der jeweils benachbarten Druckdüsen ermittelt werden.

[0019] Aus den realen Positionen der Druckdüsen sowie der sich daraus ableitenden statistischen Verteilung der Abweichung können für jede Druckdüse die optimalen notwendigen Tintentropfenvolumina der benachbarten Druckdüsen ermittelt werden, die zur Kompensation der jeweiligen Druckdüse erforderlich sind.

[0020] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass das Düsenmuster zur Ermittlung der realen Positionen der Druckpunkte mehrfach gedruckt wird, mit entsprechender mehrfacher Auswertung der realen Positionen der Druckpunkte, um die Stabilität und Reproduzierbarkeit der ermittelten realen Positionen der Druckpunkte zu bestimmen und diese Stabilität und Reproduzierbarkeit als Parameter in die Berechnung der notwendigen Tintentropfenvolumina der jeweils benachbarten Druckdüsen einfließen zu lassen.

[0021] Um mögliche Messungenauigkeiten auszuschließen, und eine möglichst korrekte Ermittlung der realen Positionen der Druckpunkte zu gewährleisten, ist es sinnvoll, die Düsenmuster mehrfach zu drucken und auszuwerten, um so etwaige Messungenauigkeiten und Messfehler von vornherein auszuschließen.

[0022] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass die realen Positionen der Druckpunkte in regelmäßigen Abständen, nach Durchführung einer bestimmten Anzahl von Druckaufträgen neu ermittelt werden.

[0023] Da sich die realen Positionen der Druckpunkte im Laufe des fortdauernden Betriebs verändern können, zum Beispiel durch teilverstopfte Druckdüsen, die dann entsprechend schräg spritzen, ist es angebracht, in regelmäßigen Abständen die Ermittlung der Positionen der Druckpunkte zu wiederholen. Die Häufigkeit der Wiederholung hängt der

jeweiligen Druckmaschine und ihrer Druckqualität ab. In diesem Fall ist die Erfahrung des Anwenders entscheidend. Es ist jedoch denkbar, Wiederholungen nach einer festen Anzahl von Druckvorgängen durchzuführen oder eine automatisierte Regelung zu verwenden, die in bestimmten Situationen, z.B. bei Unterschreitung gewisser Druckqualität, eine Wiederholung durchführt.

[0024] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass die Ermittlung der realen Positionen der Druckpunkte durch eine zweidimensionale Druckpunktermittlung in und quer zur Druckrichtung realisiert wird.

[0025] Obwohl üblicherweise die Abweichungen der realen von den theoretisch idealen Positionen der Druckpunkte in einer Reihe, das heißt quer zur Druckrichtung, hauptsächlich von Bedeutung sind, sollten auch Abweichungen in Druckrichtung, also orthogonal zur Reihe der zeilenförmig angeordneten Druckdüsen, mit berücksichtigt werden. Somit lässt sich eine möglichst genaue Anpassung der Tintentropfenvolumina zur Kompensation ausgefallener Druckdüsen erreichen.

[0026] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dabei, dass das Verfahren nur für den Druck von Vollflächen im Druckbild angewandt wird.

[0027] Da die white lines in der Hauptsache in Vollflächen zu einer Verschlechterung der Druckqualität führen, macht es Sinn, das erfindungsgemäße Verfahren auch nur für Vollflächen einzusetzen. Dennoch schließt dies einen Einsatz auch für Halbtonflächen natürlich nicht aus, umso mehr, als die Ermittlung der realen Positionen der Druckpunkte ohnehin für alle Druckdüsen durchgeführt wird und somit alle erforderlichen Parameter für das erfindungsgemäße Verfahren unabhängig von der Art des Druckbildes sowieso vorliegen.

[0028] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dabei, dass nur detektierte, ausgefallene Druckdüsen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren kompensiert werden.

[0029] Zur Kompensation ausgefallener Druckdüsen durch die Erhöhung der Tintentropfenvolumina benachbarter Druckdüsen gibt es zwei mögliche Einsatzarten. In einer ersten Einsatzart werden nur detektierte ausgefallene Druckdüsen durch die benachbarten Druckdüsen kompensiert. Ergo kann auch das erfindungsgemäße Verfahren in diesem Fall nur für detektierte ausgefallene Druckdüsen durchgeführt werden.

[0030] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass alle Druckdüsen unabhängig von ihrem Zustand nach dem erfindungsgemäßen Verfahren kompensiert werden.

[0031] Die zweite Einsatzart der Kompensation ausgefallener Druckdüsen durch benachbarte Druckdüsen besteht darin, die Druckdüsen grundsätzlich immer im Kompensationsmodus zu betreiben, da in der Praxis sowieso ständig mehrere Druckdüsen ausgefallen sind und man sich somit die komplexe Ansteuerung einzelner Druckdüsen, welche jeweils ausgefallene benachbarte Druckdüsen kompensieren sollen, erspart. In diesem Betriebsmodus werden somit alle Druckdüsen im Kompensationsmodus betrieben, was zwar zu Performance-Einbußen und leicht erhöhtem Tintenverbrauch führt, jedoch die sowohl die Ansteuerung einzelner Druckdüsen nicht mehr notwendig macht, sowie auch die aufwändige Detektion ausgefallener Druckdüsen überflüssig macht. In diesem Betriebsmodus werden somit logischerweise sämtliche Druckdüsen unabhängig von ihrem Zustand mit dem erfindungsgemäßen Verfahren betrieben.

[0032] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dabei, dass das Tintentropfenvolumen nicht frei eingestellt werden kann, sondern nur in quantisierten Schritten über die Pulszahl einer Waveform.

[0033] Diese Ansteuerungsvariante für die Tintentropfenvolumina der entsprechenden Druckdüsen bedeutet, dass in der Praxis oft nur bestimmte Tintentropfenvolumen in entsprechend quantisierten Schritten für das erfindungsgemäße Verfahren zur Verfügung stehen. Da die Ansteuerung für die Tintentropfenvolumina keine beliebig kleinen Auflösungen ermöglicht, sondern ohnehin eine Untergrenze für das minimal realisierbare Tintentropfenvolumen besitzt, muss irgendeine Form der Quantisierung erfolgen. In dieser Weiterbildung geschieht dies über die Pulszahl einer Waveform.

[0034] Eine weitere Lösung der gestellten Aufgabe stellt eine Inkjet-Druckmaschine, eingerichtet zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche 1 bis 11 dar.

[0035] Die Erfindung als solche sowie konstruktiv oder funktionell vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung 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.

[0036] Die Zeichnungen zeigen:

- Figur 1: das System einer Bogen-Inkjet-Druckmaschine, schematisch dargestellt
- Figur 2: einen Beispielbogen mit einem stilisiert dargestellten Missing-Nozzle-Fehler
- Figur 3: eine schematische Darstellung idealer und realer Positionen von Druckpunkten
- Figur 4: den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens

[0037] Das Anwendungsgebiet der bevorzugten Ausführungsvariante ist eine Inkjet-Druckmaschine 10. Ein Beispiel für den Aufbau einer solchen Maschine 10 ist in Figur 1 dargestellt. Beim Betrieb dieser Druckmaschine 10 kann es, wie bereits beschrieben, zu Ausfällen einzelner Druckdüsen in den Druckköpfen 4 im Druckwerk 2 kommen. Folge sind

dann white lines 13, bzw. im Falle eines mehrfarbigen Drucks, verzerrte Farbwerte. Ein Beispiel einer solchen white line 13 in einem Druckbild 12 ist in Figur 2 dargestellt.

[0038] Der Druckvorgang wird von einem Steuerungsrechner 20 überwacht. Dabei wird der Bogen 11 vom Anleger 1 in Transportrichtung T über den Transferylinder 5 zum Druckzylinder 7 und zu den Druckköpfen 4 transportiert, wobei die Druckköpfe 4 aus einer oder mehreren Reihen von Druckdüsen bestehen. Die Zylinder 5, 7 werden von einem oder mehreren Antrieben 6 beschleunigt. Über die Druckdüsen in den Druckköpfen 4 wird dann die Farbe auf den Bogen 11 aufgebracht um das Druckbild 12 zu erzeugen. Der Bogen 11 wird weiter transportiert, getrocknet und über den Transferzylinder 5 zum Ausleger 3 weiter transportiert.

[0039] In Figur 3 ist in der oberen Abbildung ein Beispiel von ideal positionierten Druckpunkten 15, 16, 17 der Druckdüsen dargestellt. In der Mitte befindet sich die ausgefallene Druckdüse, wodurch zur Kompensation die beiden benachbarten Druckdüsen 16, 17 ein entsprechend vergrößertes Tintentropfenvolumen 19 verwenden, um die ausgefallene Druckdüse zu kompensieren und die dadurch aufgetretene white line 13 zu füllen. Im unteren Bereich von Figur 3 ist dieselbe Darstellung noch einmal für reale Positionen von Druckpunkten 16', 17', 18 für die Druckdüsen angezeigt. Wie gut zu erkennen ist, sind einige der Druckpunkte 18 quer zur jeweiligen Druckrichtung verschoben, was zu unterschiedlichen Überlappungen zwischen den Druckbereichen jeweils benachbarter Druckdüsen führt. Die Darstellung ist schematisch und aus Gründen der besseren Sichtbarkeit sind die Abweichungen der Druckpunkte von ihren Zielpositionen übertrieben dargestellt. Wie auch zu sehen ist, sind beide benachbarte Druckdüsen zur ausgefallenen Druckdüse hinsichtlich ihrer Druckpunkte 16', 17' weg von der ausgefallenen Druckdüse verschoben. Der Druckpunkt der rechten benachbarten Druckdüse 16' ist dabei weiter weg von der ausgefallenen Druckdüse verschoben als der der linken benachbarten Druckdüse 17'. Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren und wie in Figur 3 dargestellt, muss somit die rechte benachbarte Druckdüse zur Kompensation ein größeres Tintentropfenvolumen 19 verwenden, um die Lücke, verursacht durch die ausgefallene Druckdüse, zu kompensieren als die linke benachbarte Druckdüse. Dies ist der Kern des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0040] In Figur 4 ist noch einmal der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens schematisch dargestellt. Der erste Verfahrensschritt besteht darin, über ein Düsentestmuster, welches für alle Druckköpfe 4 gedruckt werden muss, die realen Dot-Positionen der Druckpunkte 18 für die Druckdüsen zu ermitteln. Die gedruckten Düsenmuster werden untersucht und daraus die Abweichung von den theoretisch vorliegenden, idealen Positionen der Druckpunkte 15 ermittelt. Um mögliche Fehler auszuschließen, werden die Düsentestmuster mehrfach gedruckt und mehrfach ausgemessen. Daraus lässt sich dann neben den eigentlichen realen Positionen der Druckpunkte 18 auch die statistische Verteilung der Abweichung der realen Druckpunkte 18 von den theoretischen Druckpunkten 15 ermitteln. Mit diesen Größen kann dann durch den Rechner 20 für jede einzelne Druckdüse berechnet werden, wie groß das Tintentropfenvolumen 19 dieser Druckdüse sein muss, um jeweils die linke benachbarte oder die rechte benachbarte Druckdüse bei Ausfall kompensieren zu können.

[0041] Der Durchmesser des benötigten Kompensationstintentropfens 19 wird dabei gemäß der Formel:

$$D_{\text{Komp}} = D_0 + 4 * \text{Standardabweichung (der Druckpunkte)}$$

für die Vollfläche berechnet. So ist zum Beispiel bei einer Auflösung von 1200 dpi mit einem Düsenabstand 21,17 µm und einem geometrischen Standardkompensationstropfendurchmesser von 47,33 µm, mit einer Standardabweichung von S = 1,2 µm und einem Kompensationstropfendurchmesser von 52,13 µm mit einem Spreizfaktor von 1,85 gemäß dieser Formel Kompensationstropfenvolumen 19 bei maximal erlaubtem Abstand der Druckpunkte benachbarter Druckdüsen gleich 11,72 picoliter. Beim Standardabstand der Druckpunkte benachbarter Druckdüsen 16', 17' ist dagegen ein Kompensationstropfenvolumen 19 von 8,77 picoliter notwendig; bei einem minimalen Abstand der Druckpunkte zur benachbarten Druckdüse jedoch nur noch ein Tropfenvolumen 19 von 6,36 picoliter erforderlich, um die benachbarte Druckdüse bei Ausfall kompensieren zu können.

[0042] Wie man sieht, unterscheidet sich das notwendige Kompensationstropfenvolumen 19 im Falle eines maximalen Abstands um fast das Doppelte vom notwendigen Kompensationstropfenvolumen 19 bei einem minimalen Druckpunktteabstand. Es lässt sich leicht vorstellen, was passiert, wenn man mit dem Standardkompensationstropfenvolumen 19 von 8,77 picoliter kompensieren würde, wenn die benachbarte ausgefallene Druckdüse nur einen minimalen Abstand hinsichtlich ihres Druckpunkts aufweist. Man hätte eine Überkompensation, die sich in einem Druckfehler einer black line realisieren würde. Um diese Überkompensation zu vermeiden, wird daher für jede Druckdüse das individuelle Kompensationstropfenvolumen 19 jeweils für die linke und/oder rechte benachbarte Druckdüse berechnet und abgespeichert. Mit diesen geänderten Kompensationstropfenvolumina 19 wird dann der eigentliche Druck des Druckauftrages in der Inkjet-Maschine 10 durchgeführt. Dabei kann die Druckmaschine 10 im Dauerkompensationsmodus betrieben werden, für den Fall, dass keine Detektion ausgefallener Druckdüsen durchgeführt wird. In diesem Falle würden sämtliche

Druckdüsen mit dem Mittelwert zwischen dem Kompensationstropfenvolumen 19 für die linke benachbarte Druckdüse und dem Kompensationstropfenvolumen 19 für die rechte benachbarte Druckdüse drucken. Bei den Druckdüsen jeweils ganz außen würde selbstverständlich nur der eine vorhandene Wert zur Kompensation des Ausfalls der benachbarten Druckdüse verwendet.

5 **[0043]** Für den Fall, dass der Betriebsmodus der Druckmaschine 10 verwendet wird, wo nur tatsächlich ausgefallene Druckdüsen kompensiert werden, so werden selbstverständlich die hierfür relevanten Werte verwendet. Sind beide benachbarte Druckdüsen ausgefallen, so wird entsprechend der Mittelwert der dann beiden relevanten Werte verwendet.

Bezugszeichenliste

10

[0044]

	T	Transportrichtung
	1	Anleger
15	2	Druckwerk
	3	Ausleger
	4	Inkjetköpfe
	5	Transferzylinder
	6	Antrieb
20	7	Druckzylinder (Jettingzylinder)
	8	Bogenhaltebereich
	9	Kanal
	10	Bogendruckmaschine
	11	Bogen
25	12	Druckbild
	13	White Line
	14	Druckpunkt
	15	ideale Position eines Druckpunktes (Mittelpunkt)
	16	idealer Druckpunkt der rechten benachbarten Druckdüse
30	17	idealer Druckpunkt der linken benachbarten Druckdüse
	16'	realer Druckpunkt der rechten benachbarten Druckdüse
	17'	realer Druckpunkt der linken benachbarten Druckdüse
	18	reale, verschobene Position eines Druckpunktes (Mittelpunkt)
	19	Kompensationsvolumina für ausgefallene Druckdüsen
35	20	Steuerungsrechner

Patentansprüche

- 40 **1.** Verfahren zur Kompensation ausgefallener Druckdüsen in einer Inkjet-Druckmaschine, wobei ausgefallene Druckdüsen durch ein vergrößertes Tintentropfenvolumen benachbarter Druckdüsen kompensiert werden, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die realen Positionen der Druckpunkte aller Druckdüsen ermittelt werden und für jede Druckdüse, zur Kompensation ihres Ausfalls, die notwendigen Tintentropfenvolumina der jeweils benachbarten Druckdüsen in Abhängigkeit von der realen Position des Druckpunktes der Druckdüse zu den realen Positionen der Druckpunkte der jeweils benachbarten Druckdüsen berechnet werden.
- 45 **2.** Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** ein größerer Abstand der Druckpunkte zu einem größeren Tintentropfenvolumen jeweils benachbarter Druckdüsen führt und ein kleinerer Abstand der Druckpunkte zu einem kleineren Tintentropfenvolumen der jeweils benachbarten Druckdüsen, wobei die Kompensation ausgefallener Druckdüsen jeweils mit dem minimal erforderlichen Tintentropfenvolumen erfolgt.
- 50 **3.** Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** für alle Druckeinheiten der Inkjet-Druckmaschine ein Düsenmuster gedruckt und zur Ermittlung der realen Positionen der Druckpunkte dieses gedruckte Düsenmuster ausgewertet wird.
- 55

4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass mit den ermittelten, realen Positionen der Druckpunkte die Abweichung der realen Positionen der Druckpunkte von ihrer Soll-Position berechnet wird, einschließlich der statistischen Verteilung der Abweichung und daraus die notwendigen Tintentropfenvolumina der jeweils benachbarten Druckdüsen ermittelt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Düsenmuster zur Ermittlung der realen Positionen der Druckpunkte mehrfach gedruckt wird, mit entsprechender mehrfacher Auswertung der realen Positionen der Druckpunkte, um die Stabilität und Reproduzierbarkeit der ermittelten realen Positionen der Druckpunkte zu bestimmen und diese Stabilität und Reproduzierbarkeit als Parameter in die Berechnung der notwendigen Tintentropfenvolumina der jeweils benachbarten Druckdüsen einfließen zu lassen.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die realen Positionen der Druckpunkte in regelmäßigen Abständen, nach Durchführung einer bestimmten Anzahl von Druckaufträgen, neu ermittelt werden.
7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ermittlung der realen Positionen der Druckpunkte durch eine zweidimensionale Druckpunktermittlung in und quer zur Druckrichtung realisiert wird.
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Verfahren nur für den Druck von Vollflächen im Druckbild angewandt wird.
9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass nur detektierte, ausgefallene Druckdüsen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren kompensiert werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass alle Druckdüsen unabhängig von ihrem Zustand nach dem erfindungsgemäßen Verfahren kompensiert werden.
11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Tintentropfenvolumen nicht frei eingestellt werden kann, sondern nur in quantisierten Schritten über die Pulszahl einer Waveform.
12. Inkjetdruckmaschine eingerichtet zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche.

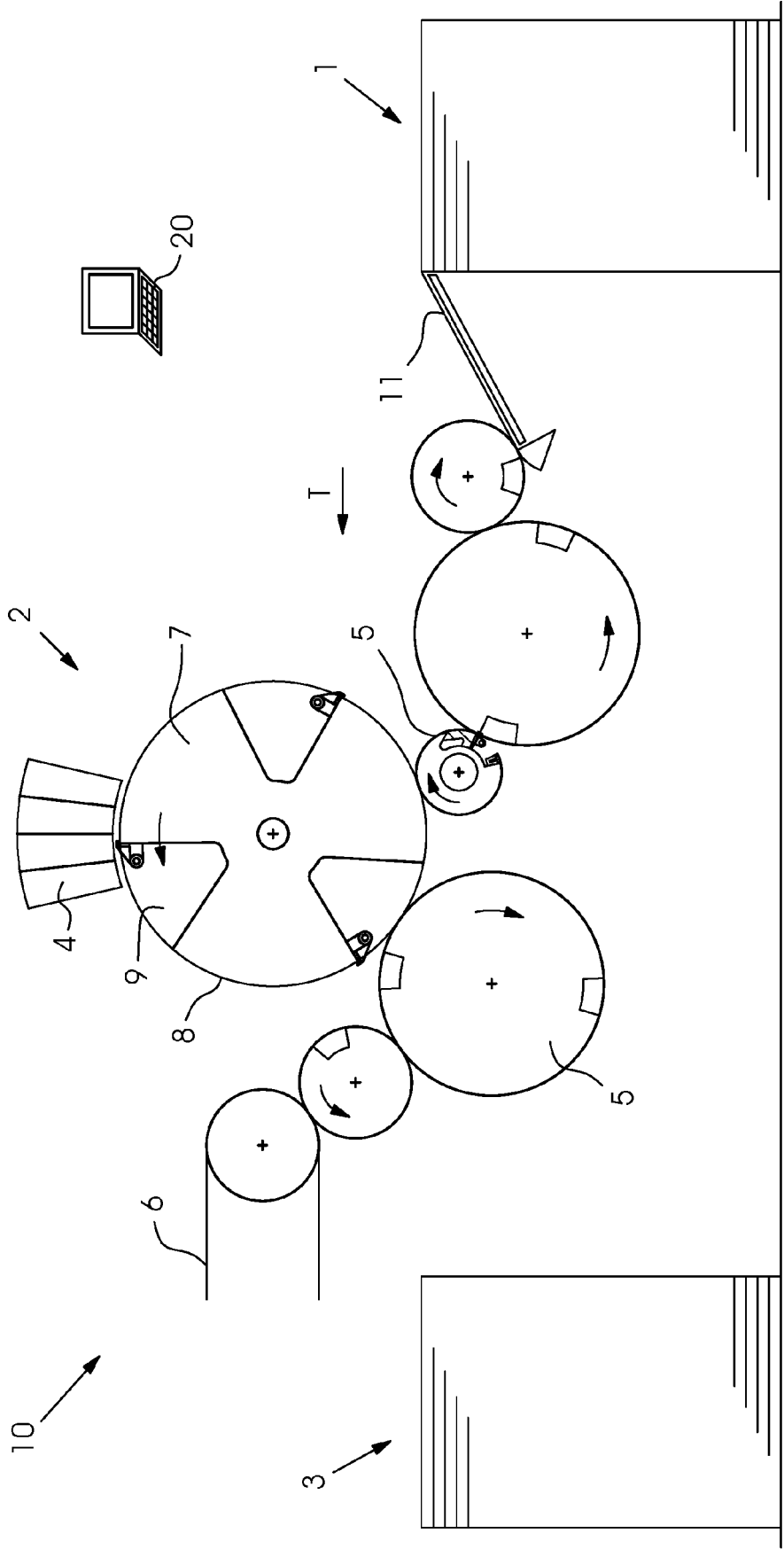


Fig.1

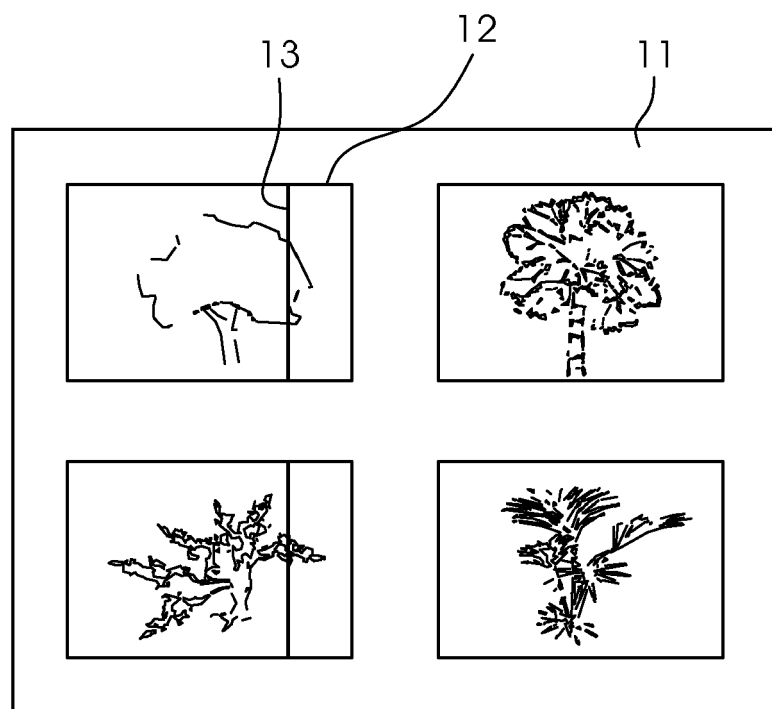


Fig.2

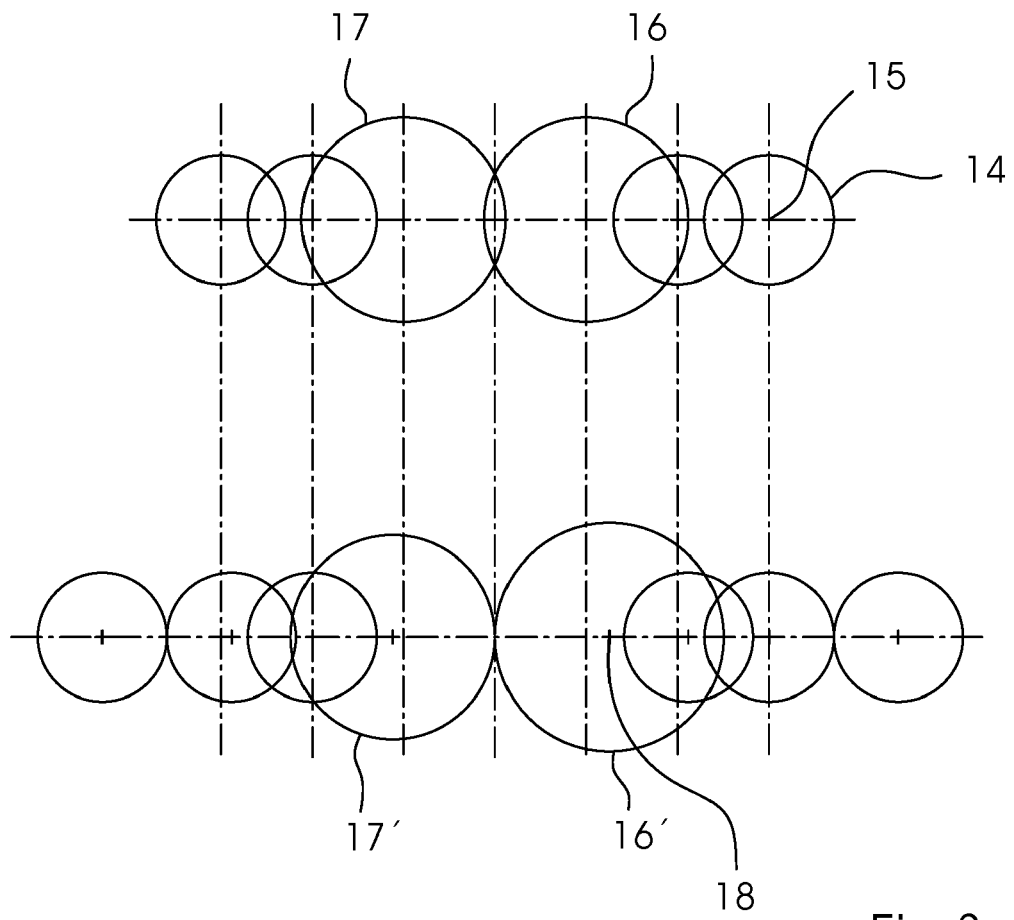


Fig.3

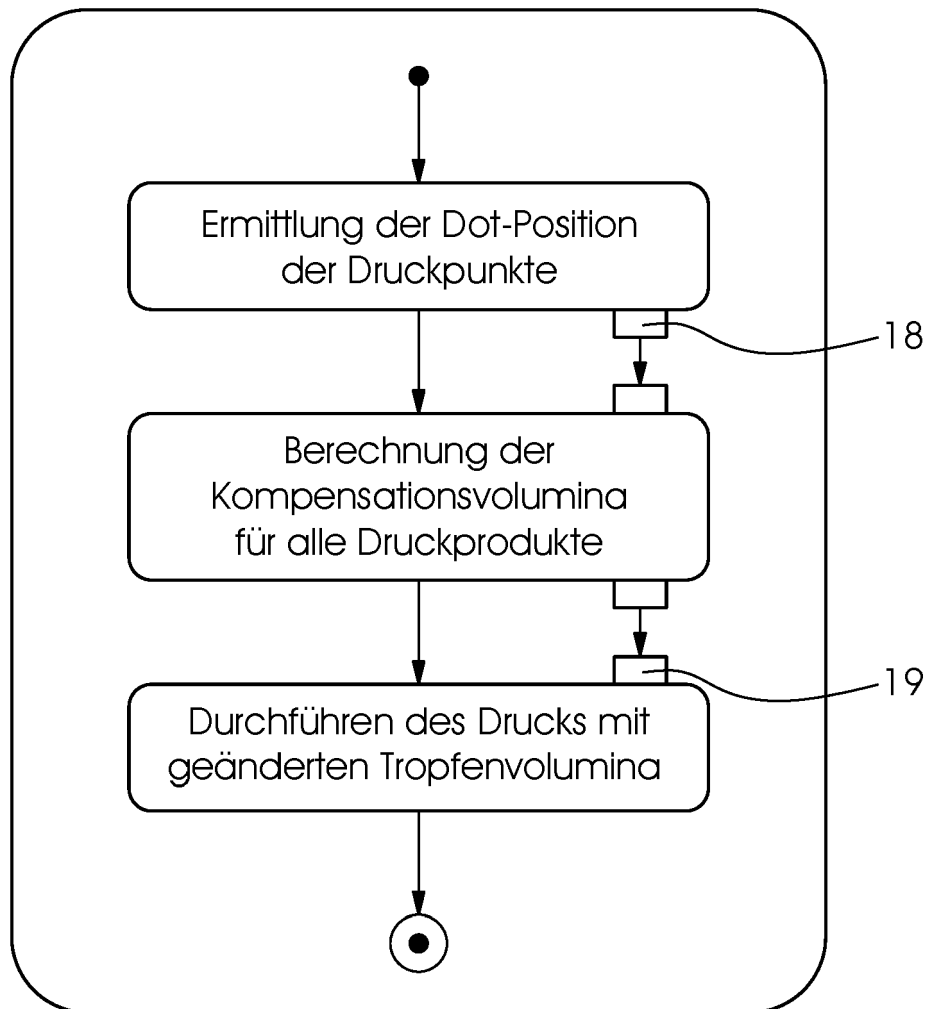


Fig.4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 15 5103

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2004/104951 A1 (SHIBATA TSUYOSHI [JP] ET AL) 3. Juni 2004 (2004-06-03) * Absatz [0012] - Absatz [0013] * * Absatz [0026] * * Absatz [0076] * * Absatz [0092] * * Absatz [0149] * * Absatz [0154] * * Ansprüche 14-16,20 * * Absatz [0091] * -----	1-12	INV. B41J2/165 B41J2/21
X	US 2011/090276 A1 (HIRANO MASANORI [JP]) 21. April 2011 (2011-04-21) * Absatz [0007] * * Absatz [0122] * * Absatz [0138] - Absatz [0140] * * Abbildungen 21,25,31 * * Anspruch 1 * -----	1-12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B41J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. Juli 2017	Prüfer Christen, Jérôme
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 15 5103

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-07-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
	US 2004104951	A1	03-06-2004	CN	1473707 A		11-02-2004	
				DE	60302188 D1		15-12-2005	
15				DE	60302188 T2		13-07-2006	
				EP	1384585 A1		28-01-2004	
				US	2004104951 A1		03-06-2004	

	US 2011090276	A1	21-04-2011	CN	102083628 A		01-06-2011	
				EP	2293943 A1		16-03-2011	
20				JP	4909321 B2		04-04-2012	
				JP	2010017918 A		28-01-2010	
				US	2011090276 A1		21-04-2011	
				WO	2010004946 A1		14-01-2010	

25								
30								
35								
40								
45								
50								
55								

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 20060256157 A1 [0005]
- US 20060268034 A1 [0005]
- US 20120075373 A1 [0006]
- US 7607752 B2 [0006]
- US 020060125850 A1 [0007]
- EP 1157840 B1 [0008]