

(19)



(11)

EP 3 086 945 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
04.03.2020 Patentblatt 2020/10

(51) Int Cl.:
B41J 2/205^(2006.01) B41J 2/21^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14835624.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/IB2014/002866

(22) Anmeldetag: **23.12.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/097535 (02.07.2015 Gazette 2015/26)

(54) **TINTENSTRAHLDRUCKER SOWIE VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES TINTENSTRAHLDRUCKERS**

INK-JET PRINTER AND METHOD FOR OPERATING AN INK-JET PRINTER

IMPRIMANTE À JET D'ENCRE ET PROCÉDÉ PERMETTANT DE FAIRE FONCTIONNER UNE IMPRIMANTE À 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: **23.12.2013 DE 102013021882**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.11.2016 Patentblatt 2016/44

(73) Patentinhaber: **Franck, Jan**
95466 Weidenberg (DE)

(72) Erfinder: **Franck, Jan**
95466 Weidenberg (DE)

(74) Vertreter: **Küchler, Stefan**
Patentanwalt
Färberstrasse 20
90402 Nürnberg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 078 770 EP-A1- 1 312 653
EP-A1- 1 780 027 EP-A2- 0 124 190
US-A- 6 158 858

EP 3 086 945 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 Erfindung richtet sich auf ein Verfahren zum Betrieb eines Tintenstrahldruckers, so dass damit Bilddateien mit einer vorgegebenen Farbtiefe von b bpc (bits per color), b c N, ausgedruckt werden können, wobei ggf. die in einer Bilddatei angegebenen Farbtiefe-Signale von dem dort verwendeten System von Farben F_1, F_2, F_3 , beispielsweise Rot, Grün, Blau, in Farbtiefe-Signale der zur Verfügung stehenden Druckfarben D_1, D_2, D_3 , etc., bspw. Cyan, Magenta, Gelb, sowie ggf. Schwarz, derart umgerechnet werden, dass dabei die für die Farbtiefe verwendete Auflösung von b bpc in dem auf die Druckfarben D_μ bezogenen Farbtiefe-Signal erhalten bleibt, wobei für eine oder mehrere, insbesondere alle Druckfarben D_μ , jeweils wenigstens zwei Tinten $T_{h,\mu}, T_{d,\mu}$ mit gleicher Farbe D_μ , aber unterschiedlicher Farbintensität verwendet werden, nämlich wenigstens eine hellere Tinte $T_{h,\mu}$ mit einer hellen Farbintensität $J_{h,\mu} > 0$ oder gar eine farblose, aufhellende Tinte $T_{f,\mu}$ mit einer aufhellenden, virtuellen Farbintensität $J_{f,\mu} < 0$ und wenigstens eine dunklere Tinte $T_{d,\mu}$ mit einer dunklen Farbintensität $J_{d,\mu}$, wobei im Fall einer hellen, aber nicht farblosen Tinte $T_{h,\mu}$ gilt:

$$J_{d,\mu} - n * J_{h,\mu} = 0$$

und im Fall einer farblosen Tinte $T_{f,\mu}$:

$$J_{d,\mu} + n * J_{f,\mu} = 0$$

mit $n \in \mathbb{N}$, $n \geq 2$; und $\mu = 1, 2, 3 \dots$; wobei auf der einem Bildpunkt zugeordneten Fläche mehrere Tropfen der selben Tinte $T_{h,\mu}, T_{d,\mu}$ übereinander gedruckt werden können, nämlich maximal $(n - 1)$ Tintentropfen der helleren Tinte $T_{h,\mu}$ und maximal $(m - 1)$ Tintentropfen der dunkleren Tinte $T_{d,\mu}$, so dass mit der dunkleren Tinte $T_{d,\mu}$ m Helligkeitsstufen erzielt werden können, nämlich $0 \dots (m * J_{d,\mu})$, und mit der helleren Tinte $T_{h,\mu}$ n Helligkeitsstufen, nämlich $0 \dots (n * J_{h,\mu})$, woraus sich insgesamt $(n * m)$ verschiedene Helligkeitsstufen ergeben, nämlich $0 \dots [(m - 1) * J_{d,\mu} + (n - 1) * J_{h,\mu}]$.

[0002] Ein hierfür geeigneter Drucker umfasst für eine oder mehrere, insbesondere alle Druckfarben, also bspw. Cyan, Magenta, Gelb, sowie ggf. Schwarz,

a) jeweils zwei Tintenvorratsbehälter für zwei Druckertinten mit gleicher Farbe, aber von unterschiedlicher Farbintensität, nämlich für wenigstens eine hellere Tinte $T_{h,\mu}$ mit einer hellen Farbintensität $J_{h,\mu} > 0$ oder gar eine farblose, aufhellende Tinte $T_{f,\mu}$ mit einer aufhellenden, virtuellen Farbintensität $J_{f,\mu} < 0$, und wenigstens eine dunklere Tinte $T_{d,\mu}$ mit einer dunklen Farbintensität $J_{d,\mu}$, wobei im Fall einer hellen Tinte $T_{h,\mu}$ gilt:

$$J_{d,\mu} - n * J_{h,\mu} = 0$$

und im Fall einer farblosen Tinte $T_{f,\mu}$:

$$J_{d,\mu} + n * J_{f,\mu} = 0$$

mit $n \in \mathbb{N}$, $n \geq 2$; sowie

b) jeweils zwei Druckeinrichtungen, von denen eine aus dem Tintenvorratsbehälter für die hellere Tinte $T_{h,\mu}$ gespeist wird, die andere dagegen aus dem Tintenvorratsbehälter für die dunklere Tinte $T_{d,\mu}$.

[0003] Thermosublimationsdrucker oder Fotodrucker haben beispielsweise eine Auflösung von 300 dpi und beispielsweise 255 verschiedene Farbintensitäten pro Pixel. Damit lassen sich sehr gute Bildqualitäten erstellen, wobei keinerlei Rasterung zu sehen ist. Dies resultiert daraus, dass beim Thermosublimationsdruck ein Farbstoff mit einer wachsartigen Beschaffenheit Verwendung findet. Durch hohe Temperaturen von etwa 300 °C oder darüber wird das Wachs in einen gasförmigen Zustand versetzt und kann aufgedampft werden. In der Praxis werden dazu einzelne Bereiche eines Druckkopfes erhitzt, um Farbstoffe stellenweise von einer Trägerfolie zu verdampfen, die sodann auf das Papier übertragen werden. Anhand der Temperatur lässt sich die Menge des zu übertragenden Farbstoffs vorgeben, und damit kann die

Helligkeit oder Farbtintensität des betreffenden Bildpunktes variiert werden. Da dies theoretisch stufenlos möglich ist, lässt sich eine große Farbtiefe und Farbsättigung erzeugen; in der Praxis werden zumeist diskrete Heizwerte vorgegeben, beispielsweise 255 verschiedene Heizwerte. Auch sind einzelne Bildpunkte nicht unterscheidbar. Dem stehen jedoch hohe Investitions- und/oder Betriebskosten gegenüber.

[0004] Demgegenüber sind gängige Tintendrucker oder Tintenstrahldrucker, beispielsweise mit Piezodruckköpfen, zwar preiswerter. Hier wird der Druck entweder durch individuelle elektrostatische Aufladung eines kontinuierlichen Tintenstrahls gesteuert, welcher sodann abhängig von seiner elektrischen Ladung in einem Feld abgelenkt werden kann (Continuous Inkjet-Verfahren, CIJ), oder durch die Abgabe einzelner Tropfen bei Bedarf (Drop-on-Demand-Verfahren, DOD). Solche Drucker beherrschen jedoch pro Druckfarbe zumeist nur 2 oder 3 verschiedene Farbtintensitäten. Während sich dies vor allem beim Ausdrucken von Texten oder von sonstigen Schwarz-Weiss-Dokumenten mit einem kräftigen Kontrast zwischen Hell und Dunkel kaum bemerkbar macht, sind Tintenstrahldrucker beim Ausdrucken von Farbfotos weniger geeignet. Um sie dennoch als Fotodrucker verwenden zu können, wurde bereits versucht, die eigentlich unzulängliche Farbwiedergabe von Tintenstrahldruckern dadurch zu verbessern, dass jeder einzelne Bildpunkt in ein kleineres Raster von beispielsweise 4 mal 4 kleinere Punkte zerlegt wird und sodann 0, 1, 2 ... 15, 16 von diesen kleineren Rasterpunkten bedruckt werden, so dass man - bei einer eher makroskopischen Betrachtung - dann bereits 16 verschiedene Farbtintensitäten unterscheiden kann. Das Problem ist jedoch, dass diese kleineren Helligkeitsrasterpunkte eines Bildpunktes durchaus vom Auge noch als Punkte oder jedenfalls als optische Unruhe wahrgenommen werden. Schlimmer noch, bei Bildpunkten mit exakt gleicher Farbe würde eine dann eine immer wiederkehrende Rasterpunktanordnung zu einem sogenannten Moirée-Effekt führen, d.h., die mikroskopischen Strukturen wiederholen sich regelmäßig und erzeugen dadurch ein deutlich wahrnehmbares oder gar unübersehbares makroskopisches Muster.

[0005] Ein gattungsgemäßes Verfahren ist in EP 1 312 653 A1 oder beispielsweise in dem Dokument EP 0 899 937 A2 offenbart. Dort werden Tinten mit den Graustufen 0, 80, 130 und 255 verwendet, wobei in einem Farbtintensitätsintervall zwischen 0 und 80 nur Tinten mit den Grauwerten 0 und 80 anteilig verwendet werden, in einem Farbtintensitätsintervall zwischen 81 bis 130 werden die Tinten der Grauwerte 80 und 130 verwendet, usw. Es ist allerdings relativ kompliziert, hier aus einem Farbwert eines Bildes auf die Anteile zweier Tinten unterschiedlicher Helligkeitswerte bzw. Intensitäten zu gelangen; dies erfordert u.a. Matrizenberechnungen, insbesondere Berechnungen anhand einer sog. Dither-Matrix. Beispielsweise ist eine Tinte mit einer Farbtintensität von 130 gegenüber einer Tinte mit einer Farbtintensität von 80 um den Faktor 1,625 intensiver, so dass die Zuordnung geeigneter Tropfenmengen sich als komplex erweist.

[0006] Aus diesen Nachteilen des beschriebenen Standes der Technik resultiert das die Erfindung initiiierende Problem, einen Tinten- oder Tintenstrahldrucker derart weiterzubilden oder ein für Tinten- oder Tintenstrahldrucker geeignetes Druckverfahren zu entwickeln, damit auch solche Drucker als Fotodrucker mit einer optimalen Farbtiefe verwendbar sind.

[0007] Die Lösung dieses Problems gelingt nach der Lehre der Erfindung durch folgende Maßnahmen: Zum einen werden für jede Druckfarbe, also bspw. Cyan, Magenta, Gelb, jeweils wenigstens zwei Tinten mit gleicher Farbe, aber unterschiedlicher Farbtintensität verwendet, nämlich eine Tinte mit einer helleren Farbtintensität $J_{h,\mu}$ und wenigstens eine Tinte mit einer dunkleren Farbtintensität $J_{d,\mu}$, wobei im Idealfall exakt oder mit möglichst guter Näherung gilt:

$$J_{d,\mu} - 2^x \cdot J_{h,\mu} = 0$$

dabei ist x eine natürliche Zahl, also eine positive, ganze Zahl wie 2, 3 oder 4; 2^x ist in diesen Fällen dann beispielsweise $2^2 = 4$, oder $2^3 = 8$, oder $2^4 = 16$.

[0008] Ferner können auf einen Bildpunkt mehrere Tintentropfen gedruckt werden, beispielsweise 0 ... $(2^x - 1)$ Tintentropfen. Dies bedeutet, mit der helleren Tinte können 2^x Helligkeitsstufen erzielt werden, und mit der dunkleren Tinte beispielsweise ebenfalls 2^x Helligkeitsstufen. Insgesamt ergeben sich daraus dann $2^x \cdot 2^x = 2^{2x}$ verschiedene Helligkeitsstufen. Dies sind bei $x = 2$ beispielsweise $2^4 = 16$ verschiedene Farbtintensitätsstufen, bei $x = 3$ sind es $2^6 = 64$ verschiedene Farbtintensitätsstufen, und bei $x = 4$ erhält man $2^8 = 256$ verschiedene Farbtintensitätsstufen.

[0009] Dies kann u.a. dadurch erreicht werden, dass bis zu 2^x Tintentropfen sehr schnell hintereinander abgegeben werden.

[0010] Durch die hohe Frequenz der Tintentropfen und durch die Tatsache, dass die einem Bildpunkt zugeordneten Tropfen der selben Tinte aus ein und der selben Düse stammen, reißen die einzelnen Tintentropfen nicht voneinander ab, sondern bleiben selbst während ihres Fluges durch die Luft miteinander durch einen dünnen Tintenstrang verbunden. Infolge der Oberflächenspannung oder inneren Spannung eines solchen Tintenstrangs sind die einzelnen Tropfen während ihres Fluges durch die Luft bestrebt, sich zusammenzuziehen und zu vereinigen. Sie treffen daher als ein einziger großer Tropfen auf dem Drucksustrat auf.

[0011] Es bleiben also weder voneinander getrennte Tropfen mit einer Mikrostruktur sichtbar, noch eine daraus resultierende, moiréartige Makrostruktur. Vielmehr lässt sich mit dieser Methode eine hohe Farbauflösung realisieren, ohne dass dazu die Hardware substantiell geändert werden muss, und ohne dass dadurch ein unruhiges Druckbild

resultiert.

[0012] Da im Übrigen nicht beispielsweise 16 kleine Punkte pro Bildpunkt gedruckt werden müssen, wofür mindestens 4 Druckdüsen erforderlich wären, sondern nur höchstens zwei, nämlich ein Tintentropfen mit der dunklen Farbintensität und ein Tintentropfen mit der hellen Farbintensität, werden nur 2 Druckdüsen pro Bildpunkt benötigt. Damit ist der Hardwareaufwand gegenüber der oben beschriebenen, herkömmlichen Methode reduziert.

[0013] Will man im Stand der Technik den Moiree-Effekt vermeiden, müssen benachbarte Bildpunkte mit gleicher Farbintensität auf unterschiedliche Weise gedruckt werden, d.h., es werden zwar an diesen Bildpunkten jeweils die gleiche Anzahl n von kleinen Punkten gedruckt, mit $0 \leq n \leq 16$, jedoch befinden diese sich stets an unterschiedlichen Positionen, damit keine makroskopisch als Moiree-Effekt wahrnehmbare Regelmäßigkeit auftritt.

[0014] Außerdem bringt die Verwendung von Tinten mit ungeradzahligem Vielfachen der Farbintensität ebenfalls einen größeren Rechenaufwand mit sich, oder verhindert gar eine exakte, photorealistische Bildauflösung.

[0015] All dies führt zu einer Vielzahl von Berechnungen, welche sich negativ auf die erreichbare Druckgeschwindigkeit und/oder auf die erreichbare Farbtiefe auswirken.

[0016] Durch das erfindungsgemäße Druckverfahren wird einerseits der Rechenaufwand deutlich reduziert und andererseits die Farbtiefe und Bildqualität erheblich gesteigert. Dabei kann u.a. die Steuerelektronik für einen erfindungsgemäßen Drucker weitaus einfacher und billiger realisiert werden als im Stand der Technik.

[0017] Es hat sich gezeigt, dass auch das Drucken einer farblosen Tinte, also nur des reinen Lösungsmittels, eine aufhellende Wirkung hat. Dies rührt daher, dass der Farbstoff "verwischt" wird und also an Kraft verliert. Man kann in diesem Fall annehmen, dass die eigentlich farblose Tinte aufgrund ihrer aufhellenden Wirkung eine negative Farbintensität $J_{f,\mu} < 0$ hätte. Für diesen Falle kann man schreiben:

$$J_{d,\mu} + 2^x * J_{f,\mu} = 0$$

[0018] Die negative Farbintensität $J_{f,\mu} < 0$ lässt sich beispielsweise mit der Tropfengröße der Druckeinrichtung einstellen, nötigenfalls auch durch Beimischung einer aufhellenden, milchigen bis weißen Substanz bzw. eines weißen Farbstoffs.

[0019] Ein erfindungsgemäßer Tintenstrahldrucker zum Ausdrucken von Bilddateien mit einer vorgegebenen Farbtiefe

von b bpc, $b \in \mathbb{N}$, in Fotoqualität, umfasst für eine oder mehrere, insbesondere alle Druckfarben, also bspw. Cyan, Magenta, Gelb, sowie ggf. Schwarz, und/oder andere Farben, jeweils zwei Tintenvorratsbehälter vorgesehen sind für zwei Druckertinten mit gleicher Farbe, aber von unterschiedlicher Farbintensität, nämlich für eine hellere Tinte mit einer hellen Farbintensität J_h und für eine dunklere Tinte mit einer dunklen Farbintensität J_d , wobei gilt:

$$J_{d,\mu} - n * J_{h,\mu} = 0$$

mit $n \in \mathbb{N}$, $n \geq 2$; sowie jeweils zwei Druckeinrichtungen vorgesehen sind, von denen eine aus dem Tintenvorratsbehälter für die hellere Tinte gespeist wird, die andere dagegen aus dem Tintenvorratsbehälter für die dunklere Tinte. Dabei ist ein erfindungsgemäßer Drucker derart ausgelegt dass $n \in \mathbb{N}$, $n = 2^x$, so dass gilt:

$$J_{d,\mu} = 2^x * J_{h,\mu},$$

wobei $x \in \mathbb{N}$, $x \geq 2$ sein kann, beispielsweise 2, 3 oder 4; 2^x ist in diesen Fällen dann $2^2 = 4$, oder $2^3 = 8$, oder $2^4 = 16$; und wobei die Ansteuersignale für eine Druckeinrichtung $E_{h,\mu}$ für die hellere Tinte $T_{h,\mu}$ aus den x niederwertigen Bits des auf die verwendeten Druckfarben D_μ bezogenen Farbtiefe-Signals gewonnen werden, derart, dass eine der Dualzahl in den x niederwertigen Bits entsprechende Anzahl von Tropfen der helleren Tinte $T_{h,\mu}$ in kurzen Abständen hintereinander geschossen werden, und wobei die Ansteuersignale für eine Druckeinrichtung $E_{d,\mu}$ für die dunklere Tinte $T_{d,\mu}$ aus höchstens $(b-x)$ höherwertigen Bits des auf die auf die Druckfarben D_μ bezogenen Druckfarben bezogenen Farbtiefe-Signals gewonnen werden, während eine der Dualzahl in den höchstens $(b-x)$ höherwertigen Bits entsprechende Anzahl von Tropfen die dunklere Tinte $T_{d,\mu}$ in kurzen Abständen hintereinander geschossen werden, jedoch um ein der physischen Entfernung $+d$, $-d$ beider Druckeinrichtungen $E_{h,\mu}$, $E_{d,\mu}$ in der Transportrichtung des Substrats entsprechendes Zeitintervall $+\tau$, $-\tau$ zeitversetzt, und wobei zur Erzeugung eines der Bildinformation für einen Bildpunkt entsprechenden Tintenkleckses auf dem Substrat an jeder Druckeinrichtung nur jeweils eine einzige Düsenöffnung vorgesehen ist.

[0020] Im Fall einer aufhellenden, farblosen Tinte ist anstelle von $J_{h,\mu}$ der negative Wert $J_{f,\mu}$ anzusetzen:

$$J_{d,\mu} + 2^x * J_{f,\mu} = 0$$

5

[0021] Indem solchenfalls auf den Druck verschiedener Tropfen auf unterschiedliche Bereiche eines Bildpunktes verzichtet wird, genügt pro Bildpunkt und Druckfarbe sowie Tintenelligkeit jeweils eine einzige Düse, anstatt wie bisher beispielsweise 16.

10 **[0022]** Da es im Rahmen der Erfindung nicht auf die Art der Abgabe der einzelnen Tintentropfen ankommt, ist eine Unterscheidung zwischen CIJ-Druckern und DOD-Druckern nicht erforderlich. Beide Arten von Druckern können nach dem erfindungsgemäßen Prinzip betrieben werden.

[0023] Die Erfindung umfasst ferner einen Datensplitter, welcher die höherwertigen, maximal $(b - x)$ Bits des Farbtiefesignals eines Bildpunktes der Druckeinrichtung für die dunklere Tinte zuleitet, die niederwertigen x Bits des Farbtiefesignals desselben Bildpunktes dagegen der Druckeinrichtung für die hellere Tinte. Aufgrund der erfindungsgemäßen Helligkeitseinstellung der verschiedenen Tinten kann dieser Datensplitter extrem einfach aufgebaut sein.

15 **[0024]** Beispielsweise kann dazu ein $b = 8$ Bit umfassendes Farbtiefesignal für eine Farbe im Falle von $x = 4$ in zwei jeweils 4 Bit umfassende Teile zerlegt werden.

[0025] Im Rahmen einer Datensplittung kann einfach das gesamte Datenwort oder -byte in ein Register übertragen und dann dort jeweils mit Nullen an den $(b - x)$ höherwertigen Bits überschrieben werden, um die verbleibenden niederwertigen Bits der Druckeinrichtung für die hellere Tinte zur Verfügung zu stellen. Solchenfalls erhält man schließlich - rechtsbündig innerhalb des betreffenden Registers bzw. Datenwortes oder -bytes ausgerichtet - eine Dualzahl, welche unmittelbar als gewünschte Anzahl von abzugebenden Tropfen der betreffenden - helleren - Tinte interpretiert werden kann.

25 **[0026]** Andererseits kann - ggf. zu einem anderen Zeitpunkt, an welchem sich der betreffende Bildpunkt genau unterhalb der Druckeinrichtung für die zweite, bspw. dunklere Tinte befindet - das gesamte Datenwort oder -byte in ein Register übertragen und dann dort jeweils mit Nullen an den x niederwertigen Bits überschrieben werden, um die verbleibenden höherwertigen Bits der Druckeinrichtung für die dunklere Tinte zur Verfügung zu stellen.

[0027] Bevorzugt können daraufhin noch die höherwertigen Bits um x Stellen nach rechts geschoben werden, so dass man schließlich - rechtsbündig innerhalb des betreffenden Registers bzw. Datenwortes oder -bytes ausgerichtet - eine Dualzahl vorfindet, welche unmittelbar als gewünschte Anzahl von abzugebenden Tropfen der betreffenden - dunkleren - Tinte interpretiert werden kann.

30 **[0028]** Weitere Vorteile bietet ein Verzögerungsbaustein, welcher nur einem Ausgang des Splitters nachgeschaltet ist, dem anderen jedoch nicht. Dadurch kann erreicht werden, dass alle Drucksignale betreffend beide Tinten für eine Farbe und einen Bildpunkt zu einem einzigen Zeitpunkt berechnet werden, beispielsweise wenn die in Druckrichtung gesehen vordere Druckeinrichtung einen Bildpunkt bedrucken soll; die jeweils andere Druckeinrichtung für die gleichfarbige Tinte mit jedoch anderer Helligkeit erreicht diesen Bildpunkt jedoch erst zu einem späteren Zeitpunkt, so dass das jenem Bildpunkt und jener Tinte zugeordnete Drucksignal zwischengespeichert werden muss.

35 **[0029]** Weil dieses Verfahren einen nicht unerheblichen Speicherplatz benötigt, besteht alternativ dazu die Möglichkeit, die Berechnungen der Ansteuersignale der Druckeinrichtungen für Tinten mit gleicher Farbe, aber unterschiedlicher Intensität zeitlich aufzuteilen und für die niederwertigen x Bits zu einem anderen Zeitpunkt auszuführen als für die höherwertigen, maximal $(b - x)$ Bits. Solchenfalls können - nahezu in Echtzeit - die einer Tinte mit gegebener Farbe und Helligkeit betreffenden Berechnungen unabhängig von den Berechnungen sämtlicher anderen Tinten vorgenommen werden.

40 **[0030]** Die Erfindung zeichnet sich weiterhin aus durch Farbtiefe-Register zum Einschreiben der einer Druckeinrichtung zugeordneten Bits des Farbtiefesignals eines Bildpunktes. Natürlich druckt üblicherweise eine Druckeinrichtung mehrere Bildpunkte gleichzeitig, welche dann insbesondere in einer Reihe angeordnet sind, die quer zu der Vorschubrichtung des Papiers oder Substrats oder des Druckkopfs verläuft. In einem solchen Fall erweitert sich natürlich das Farbtiefe-Register zu einer Art Register-Vektor mit einer entsprechenden Anzahl von Registern, so dass jeder Düse bzw. jedem Bildpunkt ein einzelnes Register zugeordnet ist.

50 **[0031]** Im Falle einer dunkleren und einer helleren Tinte mit jeweils positiver Farbtintensität können die gesplitteten und in die Farbtiefe-Register eingeschriebenen Teil-Werte des ursprünglichen Farbtiefesignals unmittelbar bzw. direkt verwendet werden, nämlich als Anzahl für die jeweils abzugebenden Tropfen der betreffenden Tinte.

[0032] Anders verhält es sich dabei mit einer aufhellenden, insbesondere farblosen Tinte: Hier nimmt die Gesamt-Farbtintensität mit steigender Anzahl der abgegebenen Tropfen ab. Daher sollte hierbei ein leicht abgewandelter Algorithmus verwendet werden. Insbesondere sollte die Zahl $D_{f,\mu}$ in dem Farbtiefe-Teilregister mit den x niederwertigen Bits umgerechnet werden in einen korrigierten Wert $\underline{D}_{f,\mu}$, beispielsweise nach folgender Formel:

55

$$\underline{D}_{f,\mu} := 2^x - D_{f,\mu}.$$

[0033] Gleichzeitig sollte die Zahl $D_{d,\mu}$ in dem Farbtiefe-Teilregister mit $(b - x)$ höherwertigen Bits umgerechnet werden in einen korrigierten Wert $\underline{D}_{d,\mu}$, beispielsweise nach folgender Formel:

$$\underline{D}_{d,\mu} := D_{d,\mu} + 1.$$

[0034] Da gilt

$$\begin{aligned} D_{\mu} &= 2^x * D_{d,\mu} + D_{f,\mu} = \\ &= 2^x * (\underline{D}_{d,\mu} - 1) + 2^x - \underline{D}_{f,\mu} = \\ &= 2^x * \underline{D}_{d,\mu} - \underline{D}_{f,\mu}; \end{aligned}$$

[0035] Infolge dieser Transformation gehen nun die korrigierten Teil-Farbtintensitäten $\underline{D}_{d,\mu}$ und $\underline{D}_{f,\mu}$ mit entgegengesetzten Vorzeichen in die Gesamt-Farbtintensität ein, wie dies auch aufgrund der negativen oder virtuell negativen Farbtintensität einer farblosen Tinte im Gegensatz zu einer dunklen, intensiv gefärbten Tinte der Fall ist, d.h., diese korrigierten Farbwerte können unmittelbar zur Abgabe einer entsprechenden Tropfenzahl der betreffenden Tinte verwendet werden.

[0036] Pro Bildpunkt oder Düse gibt es darüber hinaus vorzugsweise je einen Baustein, welcher innerhalb eines vorgegebenen Zeitrasters jeweils einen Druckimpuls erzeugt, solange der Wert in dem einem Bildpunkt oder einer Düse zugeordneten Farbtiefe-Register größer als Null ist. Das Zeitraster hierzu kann beispielsweise von einer geräteintern erzeugten Impulsfolge abgeleitet werden.

[0037] Vorzugsweise existiert ferner ein weiterer Baustein, welcher den einem Farbtiefe-Register gespeicherten Wert jeweils um eins dekrementiert, nachdem ein Druckimpuls erzeugt wurde. War beispielsweise der zuvor in dem Register gespeicherte Wert eine 1, so wird dieser nun auf 0 reduziert und demzufolge wird an dem folgenden Impuls des vorgegebenen zeitrasters kein weiterer Druckimpuls mehr gegeben. War der in dem Farbtiefe-Register gespeicherte Wert dagegen größer als 1, beispielsweise 7, so wird er nur auf den Wert 6 reduziert und in der Folge wird ein weiterer Druckimpuls erzeugt, usf., bis der Wert tatsächlich auf 0 dekrementiert wurde. Eine solche Anordnung führt dazu, dass jedes Mal genau so viele Druckimpulse in unmittelbarer Folge abgegeben werden, wie in der Dualzahl der in den x oder $(b - x)$ Bits des Farbtiefe-Registers angegeben.

[0038] Das erfindungsgemäße Prinzip lässt sich erweitern auf drei, vier oder gar noch mehr Tinten pro Farbe, welche sich jeweils in ihrer Farbtintensität bzw. Helligkeit voneinander unterscheiden, vorzugsweise um 2^{x1} , 2^{x2} , 2^{x3} , etc., mit

$$x_1 \in \mathbb{N}, x_2 \in \mathbb{N}, x_3 \in \mathbb{N}; x_1 \geq 1, x_2 \geq 1, x_3 \geq 1. \text{ Dabei sollte die Gleichung:}$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + \dots = b$$

erfüllt werden.

[0039] Ist beispielsweise $b = 8$, so ließe sich dies mit drei Tinten drucken, wobei $x_1 = x_2 = 3$, entsprechend einer hellen Tinte mit der Farbtintensität $J_1 = J_0$, einer mittleren Tinte mit der Farbtintensität $J_2 = 8 * J_0$ und einer dunklen Tinte mit der Farbtintensität $J_3 = 64 * J_0$.

[0040] Bei vier Tinten könnte man beispielsweise $x_1 = x_2 = x_3 = 2$ wählen, entsprechend einer hellen Tinte mit der Farbtintensität $J_1 = J_0$, einer mittleren hellen Tinte mit der Farbtintensität $J_2 = 4 * J_0$, einer mittleren dunklen Tinte mit der Farbtintensität $J_3 = 16 * J_0$ und einer dunklen Tinte mit der Farbtintensität $J_4 = 64 * J_0$.

[0041] Die Erfindung erlaubt ferner eine Weiterbildung dahingehend, dass die einzelnen, übereinander zu druckenden Tintentropfen gleicher Farbe und gleicher Helligkeit in einer derart schnellen Folge abgegeben werden, dass sich ein vorheriger Tropfen noch nicht vollständig von der Druckeinrichtung abgelöst hat, wenn bereits der folgende Farbtropfen pro Bildpunkt abgegeben wird, so dass sich die Tintentropfen gar nicht voneinander lösen. Dadurch lässt sich die Tropfengröße beeinflussen, es werden sozusagen mehrfach kleinere Tropfen in einen größeren Tropfen "hineingepumpt", um diesen entsprechend zu vergrößern. Es hat sich gezeigt, dass davon die pro (kleinem) Tropfen abgegebene Tintenmenge nicht oder kaum variiert, so dass die Tropfengröße und damit die Farbstoffmenge mit guter Näherung proportional oder linear gesteuert werden kann.

[0042] Schließlich entspricht es der Lehre der Erfindung, dass eine Druckeinrichtung verwendet wird, die in der Lage ist, verschieden große Tintentropfen abzugeben, beispielsweise durch einen Dualwert kodiert. Dabei kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass der Druckeinrichtung ein Dualwert übergeben wird, welcher die Größe eines kleinen, einzelnen Tropfens bestimmt, beispielsweise nach folgendem Muster:

00 = 0 Tropfen
 01 = 1 Tropfen, klein (= Größe 1-fach)
 10 = 1 Tropfen, mittel (= Größe 2-fach)
 11 = 1 Tropfen, groß (= Größe 3-fach)

[0043] Indem solchenfalls die Größe eines kleinen, einzelnen Tropfens variierbar ist, kann ein Teil der Information eines Teil-Farbwertes, beispielsweise dessen beide niederwertigsten Bits, unmittelbar an die Druckeinrichtung übertragen werden, um diese niederwertigsten Bits eines Teil-Farbtintensitätswertes in die richtige Tropfengröße einfließen zu lassen. Die höherwertigen Bits eines Teil-Farbtintensitätswertes können dann durch mehrmaliges, schnell aufeinanderfolgendes Abgeben von Tropfen berücksichtigt werden.

[0044] So könnte beispielsweise ein Farbtintensitätswert von $1101 = 13 = 1 + 4 \cdot 3$ durch einen Tropfen 1-facher Größe und vier Tropfen mit 3-facher Größe umgesetzt werden; diese einzelnen Tropfen sollten dabei in so schneller Reihenfolge abgegeben werden, dass sie sich nicht voneinander lösen können, sondern zusammenhängen und als ein einziger Tropfen das Substrat erreichen. Wie man sieht, führt die Vorgabe von einzelnen Tropfengrößen zu einer nennenswerten Reduzierung der Gesamtanzahl abzugebender kleiner Einzeltropfen, beispielsweise bei einem Teil-Farbtintensitätswert von 4 Bit von 15 auf etwa 6, also auf weniger als die Hälfte.

[0045] Weitere Merkmale, Eigenschaften, Vorteile und Wirkungen auf der Basis der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sowie anhand der Zeichnung. Hierbei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Druckeinrichtungen für eine einzige Druckfarbe; sowie

Fig. 2 einen Signalfussplan zur Darstellung des erfindungsgemäßen Druckverfahrens.

[0046] Die Darstellung nach Fig. 2 geht beispielhaft von dem sogenannten "True Color"-Format aus, wobei die im Rahmen eines einzigen Bildpunktes oder Pixels in einer Bilddatei gespeicherte Farbinformation eine Größe von 24 Bit umfasst, entsprechend 24 bpc (bits per pixel). Diese umfasst die Koeffizienten für die drei Farben Rot (R), Grün (G) und Blau (B), dem sog. RGB-Farbraum, wobei die jeweiligen Koeffizienten zwischen $0 = 2^0 - 1$ und $255 = 2^8 - 1$ liegen können. Daher entfallen auf jede der drei Farben jeweils 8 Bit, also jeweils 8 bpc (bits per color).

[0047] Diese bei Bilddateien häufig verwendeten RGB-Farbwerte sind nicht kompatibel mit den bei Druckern häufig verwendete Druckfarben Cyan (C), Magenta (M) und Gelb (Y) sowie ggf. Schwarz.

[0048] Daher werden die Bilddaten zunächst umgerechnet in ein für die verwendeten Druckfarben geeignetes Druckformat, beispielsweise in die CMYK-Koeffizienten, wobei K für Key steht und eine zusätzliche Rechengröße darstellt.

[0049] Für die Umrechnung gibt es verschiedene Möglichkeiten. Beispielsweise kann eine Multiplikation mit Umrechnungsfaktoren $k_1 \dots k_9$ vorgenommen werden, sowie jeweils eine Summierung über drei Faktoren, also etwa wie folgt:

$$C = k_1 \cdot R + k_2 \cdot G + k_3 \cdot B;$$

$$M = k_4 \cdot R + k_5 \cdot G + k_6 \cdot B;$$

$$Y = k_7 \cdot R + k_8 \cdot G + k_9 \cdot B;$$

[0050] Einerseits sind Multiplikationen rechenaufwändig; andererseits muss noch einer Normierung erfolgen, was sich als Division bemerkbar macht oder - falls diese Normung bereits in den Umrechnungsfaktoren $k_1 \dots k_9$ berücksichtigt ist, sich als eine Multiplikation mit einer Dezimalzahl mit Komma äußert. In jedem Fall ist schlussendlich noch jeweils eine Rundung erforderlich, so dass der Rechenaufwand immens ist.

[0051] Daher gibt es einfachere Umrechnungsmethoden, um aus einer Bilddatei mit 8 bpc-RGB-Farbwerten CMY-Daten mit einer Farbtiefe von 8 bpc zu erhalten, beispielsweise anhand des folgenden Algorithmus, wobei mit 0 indizierte Werte vorläufige Zwischenergebnisse darstellen, die anschließend wieder verworfen bzw. gelöscht oder überschrieben werden können:

$$C_0 := 255 - R,$$

$$M_0 := 255 - G,$$

$$Y_0 := 255 - B ;$$

$$K_0 := \min (C_0, M_0, Y_0);$$

[0052] Daraus lassen sich dann die C-, M- und Y-Werte wie folgt bestimmen:

$$C := C_0 - K_0,$$

$$M := M_0 - K_0,$$

$$Y := Y_0 - K_0.$$

[0053] Wie man sieht, sind dazu weder Multiplikationen noch Divisionen notwendig, und daher verändert sich die Farbtiefe nicht. Die Ergebnisse für C, M und Y liegen jeweils wieder im Zahlenraum von 0 bis 255 und sind also jeweils mit 8 bpc darstellbar.

[0054] Dies wurde in der beigefügten Fig. 2 beispielhaft angedeutet, indem sowohl für die Farbwerte Rot, Grün und Blau sowie für die Farben Cyan, Magenta und Gelb jeweils Datenworte mit 8 Bit vorgesehen sind. Natürlich ist im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens die absolute Länge dieser Datenworte, also die Farbtiefe, beliebig. Das Verfahren funktioniert beispielsweise auch mit einer Farbtiefe von 16 bpc. Auch falls noch Koeffizienten für die Druckerfarbe Schwarz zu berechnen sind, so gibt es hierfür geeignete Algorithmen, auf die an dieser Stelle jedoch nicht eingegangen werden soll.

[0055] Die Besonderheit, wie anhand dieser für die verwendeten Druckfarben geeignet berechneten Koeffizienten nun der Druck erfolgt, soll zunächst anhand der Fig. 1 erfolgen. Dort ist die Druckeinrichtung 1 für eine einzige Druckfarbe D_μ (beispielsweise D_1 = Cyan, D_2 = Magenta, D_3 = Gelb, D_4 = Schwarz) zu sehen; eine solche Druckeinrichtung 1 ist also in der Praxis bei einem Mehrfarben-Druckverfahren mehrmals vorhanden, beispielsweise für einen Vierfarbendruck viermal.

[0056] Die Druckeinrichtung 1 besteht aus zwei Druckköpfen 2, 3, welche gleich aufgebaut sein können; natürlich können die beiden Druckköpfe 2, 3 auch miteinander zu einer Baueinheit kombiniert sein. Jedoch wird jeder Druckkopf 2, 3 mit einer anderen Tinte $T_{h,\mu}$, $T_{d,\mu}$ gespeist, welche in zwei Tintenvorratsbehältern 4, 5 zur Verfügung gestellt werden.

[0057] Die beiden Tinten $T_{h,\mu}$, $T_{d,\mu}$ enthalten jeweils exakt dieselbe Druckfarbe D_μ , jedoch in einer unterschiedlichen Farbintensität $J_{h,\mu}$, $J_{d,\mu}$; Die hellere Tinte $T_{h,\mu}$ verfügt über eine geringere Farbintensität $J_{h,\mu}$, die dunklere Tinte $T_{d,\mu}$ über eine stärkere Farbintensität $J_{d,\mu}$.

[0058] Wie man der Fig. 1 weiter entnehmen kann, bleiben die beiden Tinten $T_{h,\mu}$, $T_{d,\mu}$ strikt voneinander getrennt; die hellere Tinte $T_{h,\mu}$ gelangt durch eine erste Tintenleitung 6 von dem ersten Tintenvorratsbehälter 4 zu dem ersten Druckkopf 2, während die dunklere Tinte $T_{d,\mu}$ durch eine zweite Tintenleitung 7 von dem zweiten Tintenvorratsbehälter 5 zu dem zweiten Druckkopf 3 strömt.

[0059] Die Darstellung der Druckköpfe 2, 3 soll als Unteransicht verstanden werden. Man erkennt dort jeweils zwei Reihen von einzelnen Düsen 8, 9, 10, 11, wobei die einzelnen Düsen 8, 9, 10, 11 der beiden Reihen eines Druckkopfs 2, 3 jeweils um etwa einen halben Düsenabstand gegeneinander versetzt sind, so dass die beispielsweise Düsen 9, 11 der zweiten (in Fig. 1 jeweils unteren) Reihe genau zwischen die Düsen 8, 10 der ersten (in Fig. 1 jeweils oberen) Reihe drucken.

[0060] Die Düsenreihen 8 bis 11 erstrecken sich quer zu der Vorschubrichtung 12 des Papiers oder zu der relativen Bewegungsrichtung der Druckeinrichtung 1 gegenüber dem zu bedruckenden Substrat.

[0061] Dabei sind die beiden Druckköpfe 2, 3 so ausgerichtet, dass in Vorschubrichtung 12 jede Düse 10, 11 des zweiten Druckkopfs 3 genau hinter einer Düse 8, 9 des ersten Druckkopfs 2 liegt. Mit anderen Worten, es gibt zu jeder Düse 8, 9 des ersten Druckkopfs genau eine zugeordnete Düse 10, 11 des zweiten Druckkopfs 3, und die Mittelpunkte jeweils zweier derart einander zugeordneter Düsenpaare 8, 10 bzw. 9, 11 werden durch jeweils eine Linie miteinander

verbunden, die parallel zu der Vorschubrichtung 12 ist und für alle Düsenpaare 8, 10 bzw. 9, 11 gleich lang ist, entsprechend dem Versatz d zwischen den beiden Druckeinrichtungen 2, 3.

[0062] Wenn wie in Fig. 1 beide Druckeinrichtungen 2, 3 genau bündig nebeneinander angeordnet sind, entspricht dieser Versatz d der Breite b eines Druckkopfs 2, 3: $d = b$. Allerdings werden die beiden Druckköpfe 2, 3 im Normalfall mit einem geringen Abstand montiert, um eine Justage zu ermöglichen, Dann gilt: $d > b$.

[0063] Wenn der Papiervorschub 12 mit einer Geschwindigkeit v erfolgt, so führt der Versatz d also dazu, dass ein und derselbe Bildpunkt auf dem Papier oder sonstigen Substrat den Druckkopf 3 nach dem Druckkopf 2 erreicht. In der Zwischenzeit ist ein Zeitintervall $\tau = d / v$ vergangen.

[0064] Damit bei einem gemeinsam getakteten Druckvorgang ein Bildpunkt der folgenden Druckeinrichtung 3 auch genau mit einem von der ersten Druckeinrichtung 2 gedruckten Bildpunkt fluchtet, sollte zudem noch der Versatz d zwischen beiden Druckeinrichtungen einem Vielfachen der Größe g bzw. Längserstreckung oder des Durchmessers

eines Bildpunktes entsprechen: $d / g = v, v^C N$; anderenfalls müsste der Druckvorgang beider Druckeinrichtungen phasenverschoben erfolgen.

[0065] Auf jeden Fall ist erkennbar, dass die von der Druckvorrichtung 3 auf einen Bildpunkt gedruckte Tinte $T_{h,\mu}$ um ein Zeitintervall $\tau = d / v$ verzögert erfolgt, bezogen auf die von der Druckvorrichtung 2 auf den selben Bildpunkt gedruckte Tinte $T_{d,\mu}$. Für das erfindungsgemäße Verfahren ist es dabei in erster Näherung unwichtig, ob zunächst die helle Tinte $T_{h,\mu}$ bedruckt wird und darauf dann die dunklere Tinte $T_{d,\mu}$, oder umgekehrt.

[0066] Erfindungsgemäß gilt für die Farbintensitäten $J_{h,\mu}$, $J_{d,\mu}$ der beiden Tinten $T_{h,\mu}$, $T_{d,\mu}$:

$$J_{d,\mu} = 2^x * J_{h,\mu},$$

was insbesondere dadurch erreicht werden kann, dass sich die Farbstoffkonzentrationen $c_{h,\mu}$, $c_{d,\mu}$ in den beiden Tinten wie folgt unterscheiden:

$$c_{d,\mu} = 2^x * c_{h,\mu}.$$

[0067] Dabei ist x eine positive ganze Zahl, vorzugsweise ist $x > 2$. Also kann der Faktor 2^x je nach gewähltem x nur ganz bestimmte Werte annehmen, nämlich 4, 8, 16, 32, etc.

[0068] Bevorzugt wird nun x derart gewählt, dass gilt: $x = b/2$, wobei x keine Größenangabe enthält, während b in bpc gemessen wird. Diese Empfehlung gilt insbesondere, wenn es nur zwei verschiedene Tinten T pro Farbe D gibt. Bei mehr als zwei Tinten pro Druckfarbe sind zwei Faktoren x_1 , x_2 zu bestimmen, woraus eine größere Gestaltungsfreiheit folgt.

[0069] Bei der Darstellung gemäß Fig. 2 ist $b = 8$ bpc, also folgt daraus $x = 4$, mithin gilt für die beiden Tinten $T_{h,\mu}$, $T_{d,\mu}$:

$$J_{d,\mu} = 2^x * J_{h,\mu} = 2^4 * J_{h,\mu} = 16 * J_{h,\mu}.$$

[0070] Mit anderen Worten, die Farbstoffkonzentrationen $c_{h,\mu}$, $c_{d,\mu}$ in den beiden Tinten sollten sich wie folgt unterscheiden:

$$c_{d,\mu} = 2^x * c_{h,\mu} = 2^4 * c_{h,\mu} = 16 * c_{h,\mu}.$$

[0071] Nimmt man beispielsweise an, der Farbstoff in der Tinte $T_{h,\mu}$ läge in einer Konzentration $c_{h,\mu}$ von 0,5 Gew.-% vor, so sollte die Farbstoffkonzentration $c_{d,\mu}$ in der dunkleren Tinte $T_{d,\mu}$ bei 8 Gew.-% liegen, so dass gilt: $c_{d,\mu} / c_{h,\mu} = 16$.

[0072] Um dies sicherzustellen, empfiehlt die Erfindung, für die restlichen Komponenten der beiden Tinten $T_{h,\mu}$, $T_{d,\mu}$ gleiche Zusammensetzungen zu verwenden. Ferner sollten die Tinten $T_{h,\mu}$, $T_{d,\mu}$ auch möglichst in geschlossenen Behältern 4, 5 aufbewahrt werden, damit nicht etwa das Lösungsmittel verdunsten kann und dadurch die Konzentration des Farbstoffs sich unkontrolliert verändern kann. Natürlich kann eine Druckausgleichsöffnung in den Tintenvorratsbehältern 4, 5 dennoch vorhanden sein; diese sollte jedoch so klein als möglich sein, ggf. mit einem Durchmesser von 1 mm oder weniger, bspw. mit einem Durchmesser von 0,5 mm oder weniger, vorzugsweise mit einem Durchmesser von 0,2 mm oder weniger, insbesondere mit einem Durchmesser von 0,1 mm oder weniger. Ggf. könnte eine Druckausgleichsöffnung auch mit einem durch eine Feder vorgespannten Rückschlagventil verschlossen sein, welches nur bei einem inneren Unterdruck kurzzeitig öffnet, um Luft einzulassen, ansonsten jedoch den Behälter verschlossen hält, während zum Nachfüllen des Behälters ein Deckel geöffnet, beispielsweise abgeschraubt werden kann.

[0073] Damit ist gewährleistet, dass bei einem gleichen mittleren Tropfenvolumen, von beispielsweise jeweils 5 pl,

stets in 2^x Tropfen der helleren Tinte $T_{h,\mu}$, genau die gleiche Menge an Farbstoff enthalten ist wie in einem Tropfen der dunkleren Tinte $T_{d,\mu}$.

[0074] In dem Fall gemäß Fig. 2 mit $x = b/2 = 4$ entspricht also der Farbstoff in 16 Tropfen der helleren Tinte $T_{h,\mu}$, genau der Farbstoffmenge in einem Tropfen der dunkleren Tinte $T_{d,\mu}$.

[0075] Gemäß Fig. 2 werden nun also die Farbwerte 13, 14, 15 für die Druckfarben $D_1 = \text{Cyan}$, $D_2 = \text{Magenta}$ und $D_3 = \text{Gelb}$, welche durch eine Transformation 16 aus den Farbkoeffizienten 17, 18, 19 der Bilddatei für Rot, Grün und Blau gewonnen wurden, ohne dabei die Farbtiefe nennenswert zu beeinträchtigen, d.h., unter Beibehaltung der farbbezogenen Farbtiefe von b bpc, aufgeteilt, um jeweils die der betreffenden Druckfarbe D_1, D_2, D_3 zugeordneten Druckköpfe 2, 3 in geeigneter Weise ansteuern zu können.

[0076] Dabei werden aus einem Farbwert 13, 14, 15 die jeweils x niederwertigsten Bits extrahiert und dem Druckkopf 2, 3 für die jeweils hellere Tinte $T_{h,\mu}$ zugeordnet, sodann werden die jeweils höherwertigeren Bits extrahiert und dem Druckkopf 2, 3 für die jeweils dunklere Tinte $T_{d,\mu}$ zugeordnet.

[0077] Bei nur zwei Tinten sind dies insgesamt $(b - x)$ Bits; bei drei Tinten mit einem Helligkeitsverhältnis von $2^x : 2^x : 1$ würden der hellsten Tinte x_1 Bits zugeordnet, der mittelhellen Tinte x_2 Bits und der dunkelsten Tinte $(b - x_1 - x_2)$ Bits.

[0078] Steht nun der Druck eines Bildpunktes an, so kann der einer Tinte zugeordnete Farbanteil 20, 21 - im vorliegenden Beispiel mit einer Länge von 4 Bit - abgefragt werden, ob dieser Wert 20, 21 größer ist als Null.

[0079] Ergibt diese Abfrage 22, 23, dass der jeweilige Farbanteil 20, 21 gleich 1 ist oder noch größer, so wird in einem folgenden Verfahrensschritt 24, 25 zunächst die betreffende Druckeinrichtung 2, 3, also die der betreffenden Tinte $T_{h,\mu}$, $T_{d,\mu}$ zugeordnete Druckeinrichtung 2, 3, veranlasst, einen Tropfen der betreffenden Tinte $T_{h,\mu}$, $T_{d,\mu}$ abzugeben. Sodann wird der betreffende Farbanteil 20, 21 - also beispielsweise der Wert C_d für dunkles Cyan oder der Wert C_h für helles Cyan oder der Wert M_d für dunkles Magenta oder der Wert M_h für helles Magenta oder der Wert Y_d für dunkles Gelb oder der Wert Y_h für helles gelb - um den Wert 1 dekrementiert.

[0080] Sodann wird die Abfrage 22, 23 wiederholt, und nur dann, wenn der neue Farbwert 20, 21 noch immer gleich oder größer ist als 1, wird abermals ein Tropfen der betreffenden Tinte gedruckt. Dies führt dazu, dass insgesamt pro Bildpunkt nur so viele Tropfen einer Tinte gesetzt werden, wie der ursprünglich in dem zugeordneten Farbwert 20, 21 bzw. $C_d, C_h, M_d, M_h, Y_d, Y_h$ gespeicherten Dualzahl entspricht.

[0081] Als Beispiel soll angenommen werden, dass für den allgemeinen Cyan-Farbwert 13 eines Bildpunktes anhand der RGB-Informationen 17, 18, 19 aus der Bilddatei ein 8-Bit-Wert von 74 berechnet worden sei, entsprechend der Dualzahl 01001011. Dieser Wert wird aufgeteilt in $x = 4$ niederwertige Bits 1011 für die hellere Tinte $T_{h,1}$, sowie in $(b - x) = 4$ höherwertige Bits 0100 für die dunklere Tinte $T_{d,1}$.

[0082] Die Dualzahl 1011 entspricht der Dezimalzahl 11, die Dualzahl 0100 entspricht der Dezimalzahl 4. Dementsprechend werden $t_d = 4$ Tropfen der dunklen Tinte $T_{d,1}$ abgegeben und $t_h = 11$ Tropfen der helleren Tinte $T_{h,1}$.

[0083] Es gilt für den Cyanwert 13,

$$C = C_d * 2^x + C_h,$$

und für den Magenta wert 14:

$$M = M_d * 2^x + M_h,$$

und für den Gelbwert 15:

$$Y = Y_d * 2^x + Y_h,$$

allgemein für eine Druckfarbe D_μ :

$$D_\mu = D_{d,\mu} * 2^x + D_{h,\mu},$$

wobei $D_{d,\mu}$ der Anzahl von Tropfen der betreffenden, dunkleren Tinte entspricht und $D_{h,\mu}$ der Anzahl von Tropfen der betreffenden, helleren Tinte.

[0084] Die gesamte auf den betreffenden Bildpunkt gedruckte Farbstoffmenge ist dann bei einem mittleren Tropfenvolumen von V , beispielsweise $V = 5 \text{ pl}$, und einer Dichte der Tinte ρ , beispielsweise $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$: $11 * 0,5 \text{ Gew.-%} * V * \rho + 4 * 8 \text{ Gew.-%} * V * \rho = (5,5 + 32) V * \rho = 37,5 * 5 \text{ pl} * 1 \text{ g/cm}^3 = 187,5 * 10^{-12} \text{ l} * 1 \text{ g/10}^{-3} \text{ l} = 187,5 * 10^{-9} \text{ g} = 0,187 \text{ } \mu\text{g}$.

[0085] Dabei werden die Tropfen einer Tinte vorgegebener Farbe und Intensität aus ein und derselben Düse 8, 9, 10, 11 abgegeben, und zwar in einem schnellen Takt hintereinander. Vorzugsweise wird dieser Takt in der Druckeinrichtung selbst erzeugt und hängt ab von der Auflösung, dem Vorschub und der Anzahl von Tinten einer Farbe. In jedem Falle sollte dieser Takt so hoch sein, dass die von einer einzigen Düse abgegebenen Tropfen nicht voneinander abreißen, sondern während ihres Fluges zu dem zu bedruckenden Substrat verbunden bleiben oder sich gar noch stärker verbinden, so dass auf dem zu bedruckenden Substrat ein einziger "Supertropfen" ankommt und nur einen einzigen Tintenfleck erzeugt, ohne innere Strukturen, wodurch das Entstehen von makroskopisch erkennbaren (Moiree-) Mustern auch in Bereichen gleicher Farbe vermieden wird.

[0086] Die Wellenform der Tropfensteuerung sollte so beschaffen sein, dass sich im Idealfall $2^x - 1$ verschieden große "Supertropfen" bilden lassen, ggf. unter Zuhilfenahme einer in der Druckeinrichtung selbst implementierten Tropfengrößen-Vorgabe, insbesondere durch Übergabe eines die Tropfen-Einzelgröße bestimmenden Dualwertes, beispielsweise bei einer 2-Bit-Tropfensteuerung ($g = 2$) ausgewählt aus den Dualwerten 00, 01, 10, 11.

[0087] In diesem Fall der Nutzung einer in der Druckeinrichtung selbst implementierten Tropfengrößen-Vorgabe ist die abzugebende Anzahl von Einzel-Tropfen für die Bildung eines Supertropfens kleiner als dem betreffenden Teil-Farbintensitätswert entspricht, und liegt etwa bei einem Wert von $(2^x - 1)/(2^g - 1)$. Bei $x = 4$ und $g = 2$ folgt daraus ein Wert von $15/3 = 5$.

Bezugszeichen

[0088]

- 1 Druckeinrichtung
- 2 Druckkopf
- 3 Druckkopf
- 4 Tintenvorratsbehälter
- 5 Tintenvorratsbehälter
- 6 Tintenleitung
- 7 Tintenleitung
- 8 Düse
- 9 Düse
- 10 Düse
- 11 Düse
- 12 Vorschubrichtung
- 13 Farbwert
- 14 Farbwert
- 15 Farbwert
- 16 Transformation
- 17 Farbkoeffizient
- 18 Farbkoeffizient
- 19 Farbkoeffizient
- 20 Farbanteil
- 21 Farbanteil
- 22 Abfrage
- 23 Abfrage
- 24 Verfahrensschritt
- 25 Verfahrensschritt

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Tintenstrahldruckers, so dass damit Bilddateien mit einer vorgegebenen Farbtiefe von b bpc, $b \in \mathbb{N}$, ausgedruckt werden können, wobei ggf. die in einer Bilddatei angegebenen Farbtiefe-Signale von dem dort verwendeten System von Farben F_1, F_2, F_3 , beispielsweise Rot, Grün, Blau, in Farbtiefe-Signale der zur Verfügung stehenden Druckfarben D_1, D_2, D_3 , etc., bspw. Cyan, Magenta, Gelb, sowie ggf. Schwarz, und/oder andere Farben, derart umgerechnet werden, dass dabei die für die Farbtiefe verwendete Auflösung von b bpc in dem auf die Druckfarben D_μ bezogenen Farbtiefe-Signal erhalten bleibt, wobei für eine oder mehrere, insbesondere

alle Druckfarben D_μ , jeweils wenigstens zwei Tinten $T_{h,\mu}$, $T_{d,\mu}$ mit gleicher Farbe D_μ , aber unterschiedlicher Farbintensität verwendet werden, nämlich wenigstens eine hellere Tinte $T_{h,\mu}$ mit einer hellen Farbintensität $J_{h,\mu} > 0$ oder gar eine farblose, aufhellende Tinte $T_{f,\mu}$ mit einer aufhellenden, virtuellen Farbintensität $J_{f,\mu} < 0$ und wenigstens eine dunklere Tinte $T_{d,\mu}$ mit einer dunklen Farbintensität $J_{d,\mu}$, wobei gilt:

$$J_{d,\mu} - n * J_{h,\mu} = 0$$

oder:

$$J_{d,\mu} + n * J_{f,\mu} = 0$$

mit $n \geq 2$; und $\mu = 1, 2, 3 \dots$;

und wobei auf der einem Bildpunkt zugeordneten Fläche mehrere Tropfen der selben Tinte $T_{d,\mu}$, $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$ gedruckt werden können, nämlich maximal $(n - 1)$ Tintentropfen der helleren oder farblosen Tinte $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$ und maximal $(m - 1)$ Tintentropfen der dunkleren Tinte $T_{d,\mu}$, so dass mit der dunkleren Tinte $T_{d,\mu}$ m Helligkeitsstufen erzielt werden können, nämlich $0 \dots (m * J_{d,\mu})$, und mit der helleren Tinte $T_{h,\mu}$ n Helligkeitsstufen, nämlich $0 \dots (n * J_{h,\mu})$, woraus sich insgesamt wenigstens $(n * m)$ verschiedene Helligkeitsstufen ergeben, nämlich $0 \dots [(m - 1) * J_{d,\mu} + (n - 1) * J_{h,\mu}]$, **dadurch gekennzeichnet, dass** $n \in \mathbb{N}$, $n = 2^x$, so dass gilt:

$$J_{d,\mu} - 2^x * J_{h,\mu} = 0$$

oder:

$$J_{d,\mu} + 2^x * J_{f,\mu} = 0$$

wobei $x \in \mathbb{N}$, $x \geq 2$ sein kann, beispielsweise 2, 3 oder 4; 2^x ist in diesen Fällen dann $2^2 = 4$, oder $2^3 = 8$, oder $2^4 = 16$, und wobei die Ansteuersignale für eine Druckeinrichtung $E_{h,\mu}$ für eine hellere oder farblose Tinte $T_{h,\mu}$ aus x niederwertigen Bits des auf die verwendeten Druckfarben D_μ bezogenen Farbtiefe-Signals gewonnen werden, derart, dass eine vom Wert der Dualzahl in den x niederwertigen Bits abhängige Anzahl von Tropfen der helleren oder farblosen Tinte $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$ in kurzen Abständen hintereinander geschossen werden, und wobei die Ansteuersignale für eine Druckeinrichtung $E_{d,\mu}$ für die dunklere Tinte $T_{d,\mu}$ aus höchstens $(b - x)$ höherwertigen Bits des auf die Druckfarben D_μ bezogenen Farbtiefe-Signals gewonnen werden, während eine der Dualzahl in den höchstens $(b - x)$ höherwertigen Bits entsprechende Anzahl von Tropfen die dunklere Tinte $T_{d,\mu}$ in kurzen Abständen hintereinander geschossen werden, jedoch um ein der physischen Entfernung $+d$, $-d$ beider Druckeinrichtungen $E_{h,\mu}$, $E_{d,\mu}$ in der Transportrichtung des Substrats entsprechendes Zeitintervall $+\tau$, $-\tau$ zeitversetzt, so dass die Tintentropfen der selben Tinte $T_{d,\mu}$, $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$ bzw. der selben Druckfarbe D_μ unmittelbar übereinander gedruckt werden.

- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** $n = m$, so dass sich insgesamt $(n * n) = n^2 \geq 2^b$ verschiedene Helligkeitsstufen ergeben, nämlich $0 \dots [(n - 1) * J_{d,\mu} + J_{h,\mu}]$.
- Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** b geradzahlig ist, also $b = 2 * x$ mit $x \in \mathbb{N}$, $x \geq 1$, so dass sich mit beiden Tinten gemeinsam insgesamt $n^2 = 2^{2x}$ verschiedene Farbtiefen- oder Helligkeitsstufen ergeben, nämlich $0 \dots [(n - 1) * (J_{d,\mu} + J_{h,\mu})]$.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf einen Bildpunkt bis zu $(2^x - 1)$ Tropfen der selben Tinte übereinander gedruckt werden können, so dass mit der dunkleren Tinte 2^x Helligkeitsstufen erzielt werden können, nämlich $0 \dots (2^x - 1) \cdot J_{d,\mu}$, und mit der helleren Tinte ebenfalls 2^x Helligkeitsstufen, nämlich $0 \dots (2^x - 1) \cdot J_{h,\mu}$, woraus sich insgesamt $2^x \cdot 2^x = 2^{2x}$ verschiedene Helligkeitsstufen ergeben, nämlich $0 \dots (2^x - 1) \cdot (J_{d,\mu} + J_{h,\mu})$.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die verschiedenen Farbbintensitäts- oder Helligkeitsstufen sich dadurch unterscheiden, dass die Konzentrationen $c_{h,\mu}$, $c_{d,\mu}$ des Farbstoffs innerhalb der Tinte folgender Gleichung genügen:

$$c_{d,\mu} = n \cdot c_{h,\mu},$$

oder

$$c_{d,\mu} = 2^x \cdot c_{h,\mu}.$$

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Farbstoff in der dunkleren Tinte chemisch dem Farbstoff in der helleren Tinte entspricht.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Druckeinrichtungen für das Drucken von Tinten gleicher Farbe, aber unterschiedlicher Farbtiefe oder Helligkeit, um ein Zeitintervall τ zeitversetzt angesteuert werden, wobei vorzugsweise gilt:

$$\tau = d / v,$$

mit

v = relative Transportgeschwindigkeit des zu bedruckenden Substrats gegenüber der Druckeinrichtung.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Volumen eines Tropfens zwischen 0,5 pl und 20 pl liegt, beispielsweise zwischen 1 pl und 10 pl, vorzugsweise zwischen 2 pl und 8 pl, insbesondere zwischen 4 pl und 6 pl.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzeugung eines der Bildinformation für einen Bildpunkt entsprechenden Tintenkleckses auf dem Substrat pro Druckdurchgang und Druckfarbe insgesamt nur eine den vorhandenen Farbbintensitäten dieser Druckfarbe entsprechende Anzahl von Düsenöffnungen verwendet werden, von denen sich eine an der Druckeinrichtung für eine dunklere Tinte, eine andere an der Druckeinrichtung für eine hellere Tinte befindet.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzeugung eines der Bildinformation für einen Bildpunkt entsprechenden Tintenkleckses auf dem Substrat die einzelnen Tintentropfen gleicher Farbe und gleicher Helligkeit übereinander gedruckt werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einzelnen, übereinander zu druckenden Tintentropfen gleicher Farbe und gleicher Helligkeit in einer derart schnellen Folge abgegeben werden, dass sie sich während ihres Fluges vereinigen und auf dem Drucksubstrat nur einen einzigen Farbtropfen pro Bildpunkt ergeben.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einzelnen, übereinander zu druckenden Tintentropfen gleicher Farbe und gleicher Helligkeit in einer derart schnellen Folge abgegeben werden, dass sich ein vorheriger Tropfen noch nicht vollständig von der Druckeinrichtung abgelöst hat, wenn bereits der folgende

Farbtropfen pro Bildpunkt abgegeben wird, so dass sich die Tintentropfen gar nicht voneinander lösen.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Druckeinrichtung verwendet wird, die in der Lage ist, verschieden große Tintentropfen abzugeben, beispielsweise durch einen Dualwert kodiert.

14. Tintenstrahldrucker zum Ausdrucken von Bilddateien mit einer vorgegebenen Farbtiefe von b bpc, $b \in \mathbb{N}$, in Fotoqualität, wobei für eine oder mehrere, insbesondere alle Druckfarben D_μ , also bspw. Cyan, Magenta, Gelb, sowie ggf. Schwarz,

a) jeweils wenigstens zwei Tintenvorratsbehälter (4,5) vorgesehen sind für verschiedene Druckertinten $T_{d,\mu}$, $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$ mit gleicher Farbe D_μ , aber von unterschiedlicher Farbintensität, nämlich wenigstens eine hellere Tinte $T_{h,\mu}$ mit einer hellen Farbintensität $J_{h,\mu} > 0$ oder gar eine farblose, aufhellende Tinte $T_{f,\mu}$ mit einer aufhellenden, virtuellen Farbintensität $J_{f,\mu} < 0$ und wenigstens eine dunklere Tinte $T_{d,\mu}$ mit einer dunklen Farbintensität $J_{d,\mu}$, wobei gilt:

$$J_{d,\mu} - n * J_{h,\mu} = 0$$

oder:

$$J_{d,\mu} + n * J_{f,\mu} = 0$$

mit $n \in \mathbb{N}$, $n \geq 2$; sowie

b) jeweils wenigstens zwei Druckeinrichtungen (2,3) vorgesehen sind, von denen eine aus dem Tintenvorratsbehälter (5) für die dunklere Tinte $T_{d,\mu}$ gespeist wird, eine andere dagegen aus dem Tintenvorratsbehälter (4) für die hellere oder farblose Tinte $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$,

dadurch gekennzeichnet, dass $n = 2^x$, so dass gilt:

$$J_{d,\mu} - 2^x * J_{h,\mu} = 0$$

oder:

$$J_{d,\mu} + 2^x * J_{f,\mu} = 0$$

wobei $x \in \mathbb{N}$, $x \geq 2$ sein kann, beispielsweise 2, 3 oder 4; 2^x ist in diesen Fällen dann $2^2 = 4$, oder $2^3 = 8$, oder $2^4 = 16$, und wobei die Ansteuersignale für eine Druckeinrichtung $E_{h,\mu}$ für eine hellere oder farblose Tinte $T_{h,\mu}$ aus x niederwertigen Bits des auf die verwendeten Druckfarben D_μ bezogenen Farbtiefe-Signals gewonnen werden, derart, dass eine vom Wert der Dualzahl in den x niederwertigen Bits abhängige Anzahl von Tropfen der helleren oder farblosen Tinte $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$ in kurzen Abständen hintereinander geschossen werden, und wobei die Ansteuersignale für eine Druckeinrichtung $E_{d,\mu}$ für die dunklere Tinte $T_{d,\mu}$ aus höchstens $(b - x)$ höherwertigen Bits des auf die Druckfarben D_μ bezogenen Farbtiefe-Signals gewonnen werden, während eine der Dualzahl in den höchstens $(b - x)$ höherwertigen Bits entsprechende Anzahl von Tropfen die dunklere Tinte $T_{d,\mu}$ in kurzen Abständen hintereinander geschossen werden, jedoch um ein der physischen Entfernung $+d$, $-d$ beider Druckeinrichtungen $E_{h,\mu}$, $E_{d,\mu}$ in der Transportrichtung des Substrats entsprechendes Zeitintervall $+\tau$, $-\tau$ zeitversetzt, so dass die Tintentropfen der selben Tinte $T_{d,\mu}$, $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$ bzw. der selben Druckfarbe D_μ unmittelbar übereinander gedruckt werden, und

wobei zur Erzeugung eines der Bildinformation für einen Bildpunkt entsprechenden Tintenkleckses auf dem Substrat an jeder Druckeinrichtung $E_{h,\mu}$, $E_{d,\mu}$ nur jeweils eine einzige Düsenöffnung vorgesehen ist.

- 5 15. Tintenstrahldrucker nach Anspruch 14, **gekennzeichnet durch** einen Datensplitter, welcher die höherwertigen Bits des Farbtiefesignals eines Bildpunktes der Druckeinrichtung für die dunklere Tinte zuleitet, die niederwertigen Bits des Farbtiefesignals desselben Bildpunktes dagegen der Druckeinrichtung für die hellere Tinte.
- 10 16. Tintenstrahldrucker nach Anspruch 15, **gekennzeichnet durch** einen Verzögerungsbaustein, welcher nur einem Ausgang des Splitters nachgeschaltete ist, dem anderen jedoch nicht.
- 15 17. Tintenstrahldrucker nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **gekennzeichnet durch** ein Farbtiefe-Register zum Einschreiben der einer Druckeinrichtung (2,3) zugeordneten Bits des Farbtiefesignals eines Bildpunktes, wobei ein Baustein vorgesehen sein kann, welcher innerhalb eines vorgegebenen Zeitrasters jeweils einen Druckimpuls erzeugt, solange der Wert im Farbtiefe-Register größer als Null ist, sowie eventuel ein weiterer Baustein, welcher den im Farbtiefe-Register gespeicherte Wert jeweils um eins dekrementiert, nachdem ein Druckimpuls erzeugt wurde.

Claims

- 20 1. Method for operating an inkjet printer in such a way that image files of a predetermined color depth of b bpc (bits per color), b c N, can be printed out therewith, wherein, if applicable, the color depth signals specified in an image file are converted from the color system F_1 , F_2 , F_3 applied there, for example Red, Green, Blue, into color depth signals of the available printing inks D_1 , D_2 , D_3 , etc., for example Cyan, Magenta, Yellow, as well as, if applicable, Black and/or other colors, so that the resolution used for color depth of b bpc is surviving in the color depth signal referring to the printing colors D_μ , wherein for one or several, in particular all printing colors D_μ , in each case at least two inks $T_{h,\mu}$, $T_{d,\mu}$ of the same color D_μ , but of varying color intensity are used, namely at least one lighter ink $T_{h,\mu}$ of a lighter color intensity $J_{h,\mu} > 0$, or even a colorless, brightening ink $T_{f,\mu}$ of a brightening, virtual color intensity $J_{f,\mu} < 0$ and at least one darker ink $T_{d,\mu}$ of a darker color intensity $J_{d,\mu}$, where the following applies:

$$J_{d,\mu} - n * J_{h,\mu} = 0$$

or:

$$J_{d,\mu} + n * J_{f,\mu} = 0$$

with $n \geq 2$; and $\mu = 1, 2, 3 \dots$;

and wherein on the area assigned to one pixel, several drops of the same ink $T_{d,\mu}$, $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$ can be printed, namely maximal (n - 1) ink drops of the lighter or colorless ink $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$, and maximal (m - 1) ink drops of the darker ink $T_{d,\mu}$ so that m brightness levels, namely 0 ... (m * $J_{d,\mu}$), can be accomplished with the darker ink $T_{d,\mu}$, and n brightness levels, namely 0 ... (n * $J_{h,\mu}$), can be accomplished with the lighter ink $T_{h,\mu}$, from what altogether (n * m) different

brightness levels are resulting, namely 0 ... [(m - 1) * $J_{d,\mu}$ + (n - 1) * $J_{h,\mu}$], **characterized in that** $n \in \mathbb{C}$, $n = 2^x$, so that the following applies:

$$J_{d,\mu} - 2^x * J_{h,\mu} = 0$$

or:

$$J_{d,\mu} + 2^x * J_{f,\mu} = 0$$

where $x \in \mathbb{N}$, x can be > 2 , for example 2, 3 or 4; then 2^x is in these cases $2^2 = 4$, or $2^3 = 8$, or $2^4 = 16$, and wherein the control signals for a printing unit $E_{h,\mu}$ for a lighter or colorless ink $T_{h,\mu}$ are derived from the x lower value bits of the color depth signal referenced to the used print colors D_μ in such a way, that a number of drops of the lighter or colorless ink $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$, which is dependent on the value of the binary number in the x lower value bits, are shot at short intervals in succession, and wherein the control signals for a printing unit $E_{d,\mu}$ for the darker ink $T_{d,\mu}$ are derived from not more than $(b - x)$ higher value bits of the color depth signal referenced to the print colors D_μ , while a number of drops of the darker ink $T_{d,\mu}$ corresponding to the binary number in the not more than $(b - x)$ higher value bits are shot at short intervals in succession, however time-delayed by a time interval $+\tau$, $-\tau$ corresponding to the physical distance $+d$, $-d$ of both printing units $E_{h,\mu}$, $E_{d,\mu}$ in transport direction of the substrate so that the ink drops of the same ink $T_{d,\mu}$, $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$ respectively of the same printing color D_μ are printed immediately on top of one another.

2. Method according to claim 1, **characterized in that** $n = m$, so that altogether $(n * n) = n^2 \geq 2^b$ different brightness levels are resulting, namely $0 \dots [(n - 1) * J_{d,\mu} + J_{h,\mu}]$.
3. Method according to claim 2, **characterized in that** b is even-numbered, therefore $b = 2 * x$ with $x \in \mathbb{N}$, $x \geq 1$, so that with both inks together in total $n^2 = 2^{2x}$ different color depth or brightness levels are resulting, namely $0 \dots [(n - 1) * (J_{d,\mu} + J_{h,\mu})]$.
4. Method according to one of the foregoing claims, **characterized in that** on one pixel up to $(2^x - 1)$ drops of the same ink can be printed on top of one another so that with the darker ink 2^x brightness levels can be achieved, namely $0 \dots (2^x - 1) * J_{d,\mu}$, and with the lighter ink also 2^x brightness levels, namely $0 \dots (2^x - 1) * J_{h,\mu}$, * what from in total $2^x * 2^x = 2^{2x}$ different brightness levels are resulting, namely $0 \dots (2^x - 1) * (J_{d,\mu} + J_{h,\mu})$.
5. Method according to one of the foregoing claims, **characterized in that** the various color intensity or brightness levels differ **in that** the concentrations $c_{h,\mu}$, $c_{d,\mu}$ of the dye in the ink fulfill the following equation:

$$c_{d,\mu} = n * c_{h,\mu},$$

or

$$c_{d,\mu} = 2^x * c_{h,\mu}.$$

6. Method according to claim 5, **characterized in that** the dye in the darker ink chemically conforms to the dye contained in the lighter ink.
7. Method according to one of the foregoing claims, **characterized in that** two printing units for printing inks of the same color, but of different color depth or brightness, are triggered time-delayed by a time interval τ , wherein preferably the following applies:

$$\tau = d / v,$$

with

v = relative transport velocity of the substrate relative to the printing unit.

8. Method according to one of the foregoing claims, **characterized in that** the volume of a drop is between 0.5 pl and 20 pl, for example between 1 pl and 10 pl, preferably between 2 pl and 8 pl, in particular between 4 pl and 6 pl.
9. Method according to one of the foregoing claims, **characterized in that** for generating on the substrate an inkblot correspondent to the image information for one pixel per printing pass and per printing color, altogether only a number of nozzle openings correspondent to the provided color intensities of this printing color are used, wherein one of these nozzles is located at the printing unit for a darker ink and another one is located at the printing unit for a lighter ink.
10. Method according to one of the foregoing claims, **characterized in that** for generating on the substrate an inkblot correspondent to the image information for one pixel, the individual ink drops of the same color and same brightness are printed on top of one another.
11. Method according to claim 10, **characterized in that** the individual ink drops of the same color and of the same brightness, which are shot in short intervals after each other, are dispensed in such quick succession that they unite together during their flight and result in only one single color drop per pixel on the printing substrate.
12. Method according to claim 10 or 11, **characterized in that** the individual ink drops of the same color and same brightness, which are shot in short intervals after each other, are dispensed in such quick succession that a previous drop has not yet completely come loose from the printing unit, when the following color drop per pixel is already dispensed so that the ink drops do not actually come apart from each other.
13. Method according to one of the foregoing claims, **characterized in that** a printing unit is used, which is capable of dispensing ink drops of various sizes, for example coded via a dual value.
14. Inkjet printer for printing out image files with a specified color depth b bpc, $b \in \mathbb{N}$, in photo quality, wherein for one or several, in particular all printing colors D_{μ} , so for example Cyan, Magenta, Yellow, as well as Black, where applicable,

a) in each case at least two ink supply tanks (4, 5) are provided for different printing inks $T_{d,\mu}$, $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$ of the same color D_{μ} , but of different color intensity, namely at least one lighter ink $T_{h,\mu}$ of a lighter color intensity $J_{h,\mu} > 0$, or even a colorless, brightening ink $T_{f,\mu}$ of a brightening; virtual color intensity $J_{f,\mu} < 0$ and at least one darker ink $T_{d,\mu}$ of a darker color intensity $J_{d,\mu}$, where the following applies:

$$J_{d,\mu} - n * J_{h,\mu} = 0$$

or:

$$J_{d,\mu} + n * J_{f,\mu} = 0$$

with $n \in \mathbb{N}$, $n \geq 2$; as well as

b) in each case two printing units (2, 3) are provided, one of which is supplied from the ink supply tank (5) for the darker ink $T_{d,\mu}$, the other one however from the ink supply tank (4) for the lighter or colorless ink $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$,

characterized in that $n = 2^x$, so that the following applies:

$$J_{d,\mu} - 2^x * J_{h,\mu} = 0$$

or:

$$J_{d,\mu} + 2^x * J_{f,\mu} = 0$$

where $x \in \mathbb{N}$, x can be > 2 , for example 2, 3 or 4; then 2^x is in these cases $2^2 = 4$, or $2^3 = 8$, or $2^4 = 16$, and wherein the control signals for a printing unit $E_{h,\mu}$ for a lighter or colorless ink $T_{h,\mu}$ are derived from the x lower value bits of the color depth signal referenced to the used print colors D_μ in such a way that a number of drops of the lighter or colorless ink $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$, which is dependent on the value of the binary number in the x lower value bits are shot at short intervals in succession, and wherein the control signals for a printing unit $E_{d,\mu}$ for the darker ink $T_{d,\mu}$ are derived from not more than $(b - x)$ higher value bits of the color depth signal referenced to the print colors D_μ , while a number of drops of the darker ink $T_{d,\mu}$ corresponding to the binary number in the not more than $(b - x)$ higher value bits are shot at short intervals in succession, however time-delayed by a time interval $+\tau$, $-\tau$ corresponding to the physical distance $+d$, $-d$ of both printing units $E_{h,\mu}$, $E_{d,\mu}$ in transport direction of the substrate so that the ink drops of the same ink $T_{d,\mu}$, $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$ respectively of the same printing color D_μ are printed immediately on top of one another, and wherein for generating on the substrate of an inkblot corresponding to the image information for one pixel in each case only one single nozzle opening is provided at each printing unit $E_{h,\mu}$, $E_{d,\mu}$.

15. Inkjet printer according to claim 14, **characterized by** a data splitter that forwards the higher value bits of the color depth signal of a pixel to the printing unit for the darker ink, the lower value bits of the color depth signal of the same pixel however to the printing unit for the lighter ink.
16. Inkjet printer according to claim 15, **characterized by** a delay module, which is next in line to only one output of the splitter, not however to the other.
17. Inkjet printer according to one of the claims 14 through 16, **characterized by** a color depth register for entering the bits of the color depth signal of a pixel allocated to a printer unit (2, 3), wherein a component may be provided that generates pressure pulses within a specified time pattern as long as the value in the color depth register is greater than zero, and/or eventually a further component, which decrements the value stored in the color depth register by one each time after a pressure pulse has been generated.

Revendications

1. Procédé permettant de faire fonctionner une imprimante à jet d'encre de façon à ce que des fichiers image d'une profondeur de couleur prédéfinie de b bpc, $b \in \mathbb{N}$, puissent être imprimés, en ce que le cas échéant les signaux de profondeur de couleur indiqués dans un fichier image du système de couleurs F_1 , F_2 , F_3 qui y est utilisé, par exemple rouge, vert, bleu, dans des signaux de profondeur de couleur des encres d'impression disponibles D_1 , D_2 , D_3 , etc., par exemple cyan, magenta, jaune ainsi que, le cas échéant, noir, et/ou d'autres couleurs sont convertis de telle sorte que la résolution de b bpc utilisée pour la profondeur de couleur est maintenue dans le signal de profondeur de couleur relatif aux encres d'impression D_μ , en ce que pour une ou plusieurs, en particulier pour toutes les encres d'impression D_μ respectivement au moins deux encres $T_{h,\mu}$, $T_{d,\mu}$ de même couleur D_μ mais de différente intensité de couleur sont utilisées, à savoir une encre $T_{h,\mu}$ plus claire d'une intensité de couleur claire $J_{h,\mu} > 0$ ou voire une encre incolore, éclaircissante $T_{f,\mu}$ d'une intensité de couleur éclaircissante virtuelle $J_{f,\mu} < 0$ et au moins une encre plus foncée $T_{d,\mu}$ d'une intensité de couleur foncée $J_{d,\mu}$, en ce que :

$$J_{d,\mu} - n * J_{h,\mu} = 0$$

ou :

$$J_{d,\mu} + n * J_{f,\mu} = 0$$

avec $n \in \mathbb{N}$, $n \geq 2$; et $\mu = 1, 2, 3 \dots$;

et en ce que sur la surface attribuée à un pixel plusieurs gouttes de la même encre $T_{d,\mu}$, $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$ peuvent être imprimées, à savoir au maximum $(n - 1)$ gouttes d'encre de l'encre plus claire ou incolore $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$ et au maximum $(m - 1)$ gouttes d'encre de l'encre plus foncée $T_{d,\mu}$ afin que m niveaux de clarté puissent être obtenus avec l'encre plus foncée $T_{d,\mu}$, à savoir $0 \dots (m * J_{d,\mu})$, et n niveaux de clarté avec l'encre plus claire $T_{h,\mu}$, à savoir $0 \dots (n * J_{h,\mu})$, ce qui permet d'obtenir au total au moins $(n * m)$ différents niveaux de clarté, à savoir $0 \dots [(m - 1) * J_{d,\mu} + (n - 1) * J_{h,\mu}]$, **caractérisé en ce que** $n \in \mathbb{N}$, $n = 2^x$, de sorte que :

$$J_{d,\mu} - 2^x * J_{h,\mu} = 0$$

ou :

$$J_{d,\mu} + 2^x * J_{f,\mu} = 0$$

en ce que $x \in \mathbb{N}$, $x \geq 2$, par exemple 2, 3 ou 4 ; 2^x étant dans ces cas alors $2^2 = 4$, ou $2^3 = 8$, ou $2^4 = 16$, et **en ce que** les signaux de commande pour un dispositif d'impression $E_{h,\mu}$ pour une encre plus claire ou incolore $T_{h,\mu}$ sont obtenus à partir de x bits d'ordre inférieur du signal de profondeur de couleur relatif aux encres d'impression utilisées D_μ de telle sorte qu'un nombre de gouttes, dépendant de la valeur du nombre binaire dans les x bits d'ordre inférieur, de l'encre plus claire ou incolore $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$ est tiré successivement à intervalles rapprochés, et **en ce que** les signaux de commande pour un dispositif d'impression $E_{d,\mu}$ pour l'encre plus foncée $T_{d,\mu}$ sont obtenus à partir de maximum $(b - x)$ bits d'ordre supérieur du signal de profondeur de couleur relatif aux encres d'impression D_μ , tandis qu'un nombre de gouttes correspondant au nombre binaire au maximum dans les $(b - x)$ bits d'ordre supérieur de l'encre plus foncée $T_{d,\mu}$ est tiré successivement à intervalles rapprochés, toutefois temporisé d'un intervalle de temps $+T$, $-T$ correspondant à la distance physique $+d$, $-d$ des deux dispositifs d'impression $E_{h,\mu}$, $E_{d,\mu}$ dans le sens de transport du substrat, de sorte que les gouttes d'encre de la même encre $T_{d,\mu}$, $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$ ou de la même encre d'impression D_μ sont imprimées directement les unes au-dessus des autres.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** $n = m$, de sorte qu'il en résulte au total $(n * n) = n^2 \geq 2^b$ différents niveaux de clarté, à savoir $0 \dots [(n - 1) * J_{d,\mu} + J_{h,\mu}]$.
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** b est d'ordre pair, donc $b = 2 * x$ avec $x \in \mathbb{N}$, $x \geq 1$, de sorte qu'il en résulte avec les deux encres en commun au total $n^2 = 2^{2x}$ différentes profondeurs de couleurs ou niveaux de clarté, à savoir $0 \dots [(n - 1) * (J_{d,\mu} + J_{h,\mu})]$.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** jusqu'à $(2^x - 1)$ gouttes de la même encre peuvent être imprimées les unes au-dessus des autres sur un pixel, afin que 2^x niveaux de clarté puissent être obtenus avec l'encre plus foncée, à savoir $0 \dots (2^x - 1) * J_{d,\mu}$, et également 2^x différents niveaux de clarté avec l'encre plus claire, à savoir $0 \dots (2^x - 1) * J_{h,\mu}$, ce qui permet d'obtenir au total $2^x * 2^x = 2^{2x}$ différents niveaux de clarté, à savoir $0 \dots (2^x - 1) * (J_{d,\mu} + J_{h,\mu})$.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les différentes intensités de couleurs ou niveaux de clarté diffèrent par le fait que les concentrations $C_{h,\mu}$, $C_{d,\mu}$ du colorant dans l'encre satisfont à l'équation suivante :

$$C_{d,\mu} = n * C_{h,\mu}$$

ou

5

$$C_{d,\mu} = 2^x * C_{h,\mu}$$

6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le colorant dans l'encre plus foncée correspond chimiquement au colorant dans l'encre plus claire.

10 7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** deux dispositifs d'impression sont commandés de manière temporisée d'un intervalle de temps T pour l'impression d'encre de même couleur, mais de différente profondeur de couleur ou de clarté, **en ce que** de préférence :

15

$$T = d / v,$$

avec

v = vitesse de transport relative du substrat à imprimer par rapport au dispositif d'impression.

20 8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le volume d'une goutte est compris entre 0,5 pl et 20 pl, par exemple entre 1 pl et 10 pl, de préférence entre 2 pl et 8 pl, en particulier entre 4 pl et 6 pl.

25 9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** pour la production d'une tache d'encre correspondant à l'information image pour un pixel sur le substrat par passage d'impression et encre d'impression au total uniquement un nombre d'orifices de buse correspondant aux intensités de couleur disponibles de cette encre d'impression sont utilisés dont un se trouve sur le dispositif d'impression pour une encre plus foncée, un autre sur le dispositif d'impression pour une encre plus claire.

30 10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** pour la production d'une tache d'encre correspondant à l'information image pour un pixel sur le substrat les différentes gouttes d'encre de même couleur et de même clarté sont tirées successivement à intervalles rapprochés.

35 11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** les différentes gouttes d'encre de même couleur et de même clarté tirées successivement à intervalles rapprochés sont délivrées en succession, rapide de telle sorte qu'elles se rejoignent pendant leur trajet et ne produisent sur le substrat d'impression qu'une seule goutte d'encre par pixel.

40 12. Procédé selon la revendication 10 ou 11, **caractérisé en ce que** les différentes gouttes d'encre de même couleur et de même clarté tirées successivement à intervalles rapprochés sont délivrées en succession rapide de telle sorte qu'une goutte précédente ne s'est pas complètement détachée du dispositif d'impression lorsque la goutte d'encre suivante par pixel est déjà délivrée de sorte que les gouttes d'encre ne se détachent pas du tout les unes des autres.

45 13. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** dispositif d'impression est utilisé qui est en mesure de délivrer des gouttes d'encre de différentes grosseurs, par exemple codées par une valeur binaire.

50 14. Imprimante à jet d'encre destiné à l'impression de fichiers image d'une profondeur de couleur prédéfinie de b bpc, $b \in \mathbb{N}$, en qualité photo, en ce que pour une ou plusieurs, en particulier toutes les encres d'impression D_{μ} , donc par exemple cyan, magenta, jaune ainsi que, le cas échéant, noir,

a) respectivement au moins deux réservoirs de stockage d'encre (4, 5) sont prévus pour différentes encres d'impression $T_{d,\mu}$, $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$ de même couleur D_{μ} , mais de différente intensité de couleur, à savoir au moins une encre plus claire $T_{h,\mu}$ d'une intensité de couleur claire $J_{h,\mu} > 0$ ou voire une encre incolore éclaircissante $T_{f,\mu}$ d'une intensité de couleur éclaircissante virtuelle $J_{f,\mu} < 0$ et au moins une encre plus foncée $T_{d,\mu}$ d'une intensité de couleur foncée $J_{d,\mu}$, en ce que :

55

$$J_{d,\mu} - n * J_{h,\mu} = 0$$

ou :

5

$$J_{d,\mu} + n * J_{f,\mu} = 0$$

10

avec $n \in \mathbb{N}$, $n \geq 2$; ainsi que

b) respectivement au moins deux dispositifs d'impression (2, 3) sont prévus dont l'un est alimenté à partir du réservoir de stockage d'encre (5) pour l'encre plus foncée $T_{d,\mu}$, l'autre en revanche à partir du réservoir de stockage d'encre (4) pour l'encre plus claire ou incolore $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$,

15

caractérisée en ce que $n = 2^x$, de sorte que s'applique :

20

$$J_{d,\mu} - 2^x * J_{h,\mu} = 0$$

ou :

25

$$J_{d,\mu} + 2^x * J_{h,\mu} = 0$$

30

en ce que $x \in \mathbb{N}$, $x \geq 2$, par exemple 2, 3 ou 4 ; 2^x étant dans ces cas alors $2^2 = 4$, ou $2^3 = 8$, ou $2^4 = 16$, et en ce que les signaux de commande pour un dispositif d'impression $E_{h,\mu}$ pour une encre plus claire ou incolore $T_{h,\mu}$ sont obtenus à partir de x bits d'ordre inférieur du signal de profondeur de couleur relatif aux encres d'impression utilisées D_μ de telle sorte qu'un nombre de gouttes, dépendant de la valeur du nombre binaire dans les x bits d'ordre inférieur, de l'encre plus claire ou incolore $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$ est tiré successivement à intervalles rapprochés, et en ce que les signaux de commande pour un dispositif d'impression $E_{d,\mu}$ pour l'encre plus foncée $T_{d,\mu}$ sont obtenus à partir de maximum $(b - x)$ bits d'ordre supérieur du signal de profondeur de couleur relatif aux encres d'impression relatives aux encres d'impression D_μ , tandis qu'un nombre de gouttes, correspondant au nombre binaire au maximum dans les $(b - x)$ bits d'ordre supérieur, de l'encre plus foncée $T_{d,\mu}$ est tiré successivement à intervalles rapprochés, toutefois temporisé d'un intervalle de temps $+T$, $-T$ correspondant à la distance physique $+d$, $-d$ des deux dispositifs d'impression $E_{h,\mu}$, $E_{d,\mu}$ dans le sens de transport du substrat, afin que les gouttes d'encre de la même encre $T_{d,\mu}$, $T_{h,\mu}$, $T_{f,\mu}$ ou de la même encre d'impression D_μ soient imprimées directement les unes au-dessus des autres, et en ce que respectivement un seul orifice de buse est prévu pour la production d'une tache d'encre correspondant à l'information image pour un pixel sur le substrat de chaque dispositif d'impression $E_{h,\mu}$, $E_{d,\mu}$.

45

15. Imprimante à jet d'encre selon la revendication 14, caractérisée par un répartiteur de données qui transmet les bits d'ordre supérieur du signal de profondeur de couleur d'un pixel au dispositif d'impression pour l'encre plus foncée, en revanche les bits d'ordre inférieur du signal de profondeur de couleur de ce même pixel au dispositif d'impression pour l'encre plus claire.

50

16. Imprimante à jet d'encre selon la revendication 15, caractérisée par un module de temporisation qui est monté en aval d'une sortie du répartiteur seulement, mais pas de l'autre.

55

17. Imprimante à jet d'encre selon l'une des revendications 14 à 16, caractérisée par un registre de profondeur de couleur pour enregistrer les bits du signal de profondeur de couleur d'un pixel qui sont attribués à un dispositif d'impression (2, 3), en ce qu'un module peut être prévu, lequel génère dans une tranche de temps prédéfinie respectivement une impulsion d'impression tant que la valeur dans le registre de profondeur de couleur est supérieure

EP 3 086 945 B1

à zéro, éventuellement ainsi qu'un autre module qui respectivement décrémente d'une unité la valeur enregistrée dans le registre de profondeur de couleur après génération d'une impulsion d'impression.

5

10

15

20

25

30

35

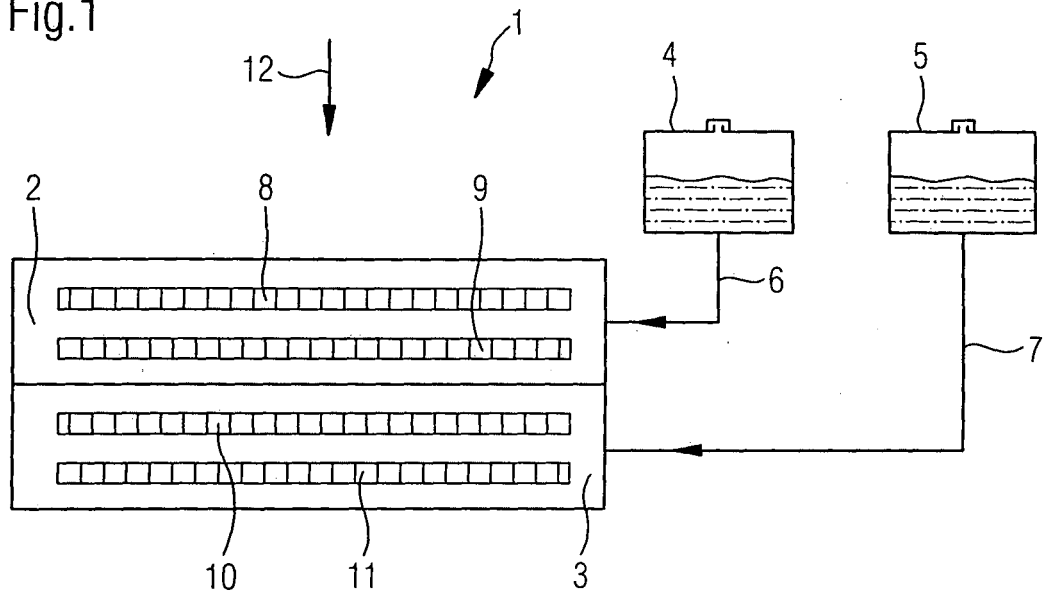
40

45

50

55

Fig.1



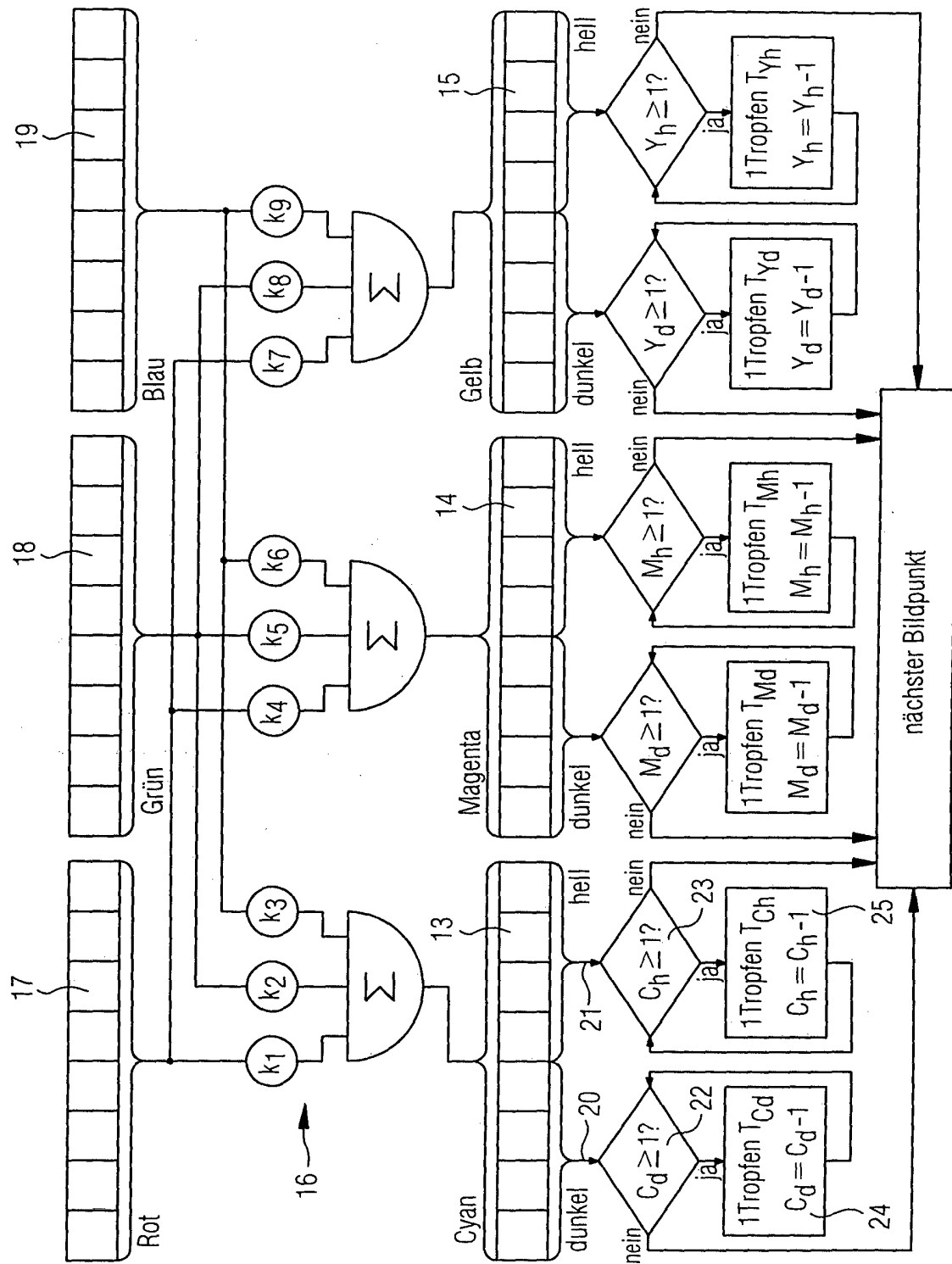


Fig.2

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

- EP 1312653 A1 [0005]
- EP 0899937 A2 [0005]