

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP B 41 J / 305 321 4	(22)	24.07.87	(44)	07.12.88
(71)	VEB Robotron Büromaschinenwerk „Ernst Thälmann“ Sömmerda, Weißenseer Straße 52, Sömmerda, 5230, DD				
(72)	Flechtner, Volker, Dr.-Ing., DD				
(54)	Verfahren zum Darstellen von ein- oder mehrfarbigen Halbtonbildern				

(55) Druckverfahren, Farbdichtestufung, Rasterteilung, Druckpunkt, Bildpunkt, Matrix, Druckpunktgrößenverhältnis, Farbfleckdurchmesser, Flächendeckung, Halbtonbilder

(57) Bei der Erfindung handelt es sich um ein Verfahren zum Darstellen von ein- oder mehrfarbigen Halbtonbildern. Es stand die Aufgabe, durch eine vorteilhafte Ausnutzung eines herkömmlichen Punktabdruckprozesses, bei dem eine definierte Menge an Farbstoff als Druckpunkt auf dem Aufzeichnungsträger aufgebracht wird, eine gleichmäßige Farbdichtestufung zu erreichen. Erfindungsgemäß wurde die Aufgabe dadurch gelöst, indem pro Abdruckprozeß zur Druckpunktbildung eine konstante Farbstoffmenge verwendet wird. Durch nochmaliges Bedrucken der gleichen Druckpunktposition ergibt sich ein größerer Farbfleck. Die Farbdichtestufung entsteht durch die wahlweise Benutzung eines ein- oder zweimaligen Abdrucks zur Erzielung kleinerer und größerer Druckflecke. Hierbei ergibt die Variation von großen und kleinen Druckpunkten und deren Lage im Bildpunkt die entsprechende gleichmäßige Abstufung. Fig. 3

		$\frac{\psi M}{D}$			$\frac{\psi M}{D}$
①		0,0,2	⑪		64,4,0,63
②		13,6,0,26	⑫		75,8,0,77
③		27,2,0,33	⑬		76,0,0,78
④		39,3,0,40	⑭		78,5,0,82
⑤		40,8,0,42	⑮		87,4,1,01
⑥		43,7,0,44	⑯		88,0,1,03
⑦		52,8,0,51	⑰		89,3,1,06
⑧		54,4,0,52	⑱		97,5,1,46
⑨		62,3,0,60	⑲		98,8,1,56
⑩		64,2,0,62	⑳		100,1,70

Fig. 3

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Darstellen von ein- oder mehrfarbigen Halbtonbildern, bei dem die Bildpunkte entsprechend eines vorgegebenen Rasters aus Druckpunkten zusammengesetzt sind, **gekennzeichnet dadurch**, daß
 - zwei verschiedene Druckpunktgrößen generiert werden,
 - indem die kleineren Druckpunkte aus jeweils der Farbmenge eines Punktabdruckprozesses gebildet werden, der auf dem Aufzeichnungsträger einen Fleck mit dem Durchmesser d hinterläßt,
 - indem die größeren Druckpunkte jeweils aus den Farbmengen zweier Punktabdruckprozesse gebildet werden, die gemeinsam einen Fleck mit einem Durchmesser von D auf dem Aufzeichnungsträger bilden,
 - wobei die Rasterteilung so ausgelegt ist, daß beim Druck der Druckpunkte des Durchmessers D die flächenbedeckende Volfärbung entsteht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß bei einem quadratischen Raster der Durchmesser D der Diagonalen des Rasters entspricht.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Verhältnis V des Durchmessers des größeren Druckpunktes zum Durchmesser des kleineren Druckpunktes im Bereich zwischen 1,2 und 2,2 liegt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Verhältnis V vorzugsweise 1,7 beträgt.
5. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß bei der Bildung des größeren Druckpunktes zwei gleichgroße Farbmengen verwendet werden.
6. Verfahren nach Anspruch 1 und 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß bei einem Verhältnis V zwischen 1,6 und 1,8 in den Farbstufen 4 bis 16 zwischen benachbarten Stufen Rangvertauschungen möglich sind.
7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, **gekennzeichnet dadurch**, daß die größeren Druckpunkte durch unmittelbar hintereinanderfolgende Punktabdruckprozesse erzeugt werden.
8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, **gekennzeichnet dadurch**, daß bei Verwendung eines Tintenstrahldruckers gleichgroße Tropfen erzeugt werden.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung kann in Punktdruckern eingesetzt werden.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

In der Patentliteratur werden mehrere Möglichkeiten dargestellt, wie man eine differenzierte Stufung der Farbdichte erreichen kann. Eine gleichmäßige Stufung mit einer relativ hohen Anzahl von Farbdichtestufen ist Voraussetzung für eine gute Druckqualität.

Eine der Möglichkeiten, wie dies erreicht werden kann, wird in der DE-AS 2556565 beschrieben. Der Bildpunkt setzt sich aus mehreren Rasterflächen zusammen, die zur Realisierung von verschiedenen Farbdichtestufen ausgenutzt werden, indem sie gezielt mit Druckpunkten belegt werden. Hier ergeben sich die verschiedenen Farbdichtestufen und damit der visuelle Gesamteindruck durch gezielte unterschiedliche Belegung der Rasterflächen mit gleich großen Druckpunkten. Die Anzahl der erzielbaren Stufungen ist jedoch auf die Anzahl der im Bildpunkt belegbaren Rasterflächen beschränkt.

Eine andere Möglichkeit, beim Tintenstrahldruck die Farbdichtestufen zu variieren, besteht darin, daß verschieden große Tropfen erzeugt werden, aus denen verschieden große Druckpunkte und damit unterschiedliche Flächendeckungsgrade entstehen, wie es in der DE-OS 2623768 beschrieben ist. Da die Druckflecken hier aus einer größeren Anzahl von nacheinander auftreffenden Einzeltropfen gebildet werden, stellen sich, bedingt durch die Aufpralleffekte, größere Abweichungen von der Sollform des Druckflecks ein. Beim Auftreffen von mehr als zwei Tropfen auf dieselbe Position erfolgt eine erhöhte Spritzerbildung und ein verstärktes Auseinanderlaufen der Tintenflüssigkeit. Ein hochqualitatives Druckbild ist nicht erreichbar.

In dem WP 236 197 wird eine verbesserte Farbdichtestufung erreicht, indem zwei verschieden große Druckpunkte erzeugt werden, wobei das Verhältnis des Durchmessers der großen Druckpunkte zur Rasterteilung $\sim \sqrt{2}$ ist und der kleine Durchmesser ein Verhältnis zur Rasterteilung von $\sim 2 - \sqrt{2}$ hat. Liegen ein großer und ein kleiner Druckpunkt direkt neben- oder untereinander, so berühren sie sich. Dieses Verfahren ermöglicht zwar eine wesentliche Erhöhung der druckbaren Farbdichtestufen, es ist jedoch zur Erreichung des definierten Fleckgrößenverhältnisses die Verwendung verschieden großer Tropfen zwingend notwendig. Dies bedeutet einen erhöhten technischen Aufwand.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist darin zu sehen, daß die Bildqualität verbessert wird.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung war es, durch vorteilhafte Ausnutzung von herkömmlichen Punktabdruckprozessen, bei denen eine definierte Menge an Farbe als Bildpunkt auf dem Aufzeichnungsträger aufgebracht wird, eine gleichmäßige Farbstufung zu erreichen. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, indem zur Punktbildung pro Abdruckprozeß eine konstante Farbmenge benutzt wird. Durch nochmaliges Abdrucken einer gleichen Farbmenge auf die gleiche Position ergibt sich ein größerer Druckfleck. Die gewünschte Farbdichtestufung wird durch wahlweise Benutzung eines ein- oder zweimaligen Abdruckes und der Lage des Farbflecks im Bildpunkt erreicht.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nunmehr anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die zugehörigen Zeichnungen zeigen in

Fig. 1 a: ein Bildpunktbelegungsschema mit dem nach dem Stand der Technik ersten druckbaren Farbton

Fig. 1 b: ein Bildpunktbelegungsschema mit dem nach dem Stand der Technik zweitgrößten belegbaren Rasterfläche

Fig. 2: ein erfindungsgemäßes Bildpunktbelegungsschema, das einen kleinen und einen großen Druckpunkt enthält

Fig. 3: ein Beispiel für eine Farbdichtestufung, welches die erfindungsgemäßen Merkmale aufweist.

Nach dem Stand der Technik sind einige verschiedene Methoden bekannt, wie die Farbdichte eines Bildpunktes abgestuft werden kann. Bei Verwendung von konstant vollgefärbten Tinten, wenn also die Färbung der Druckpunkte konstant ist, läßt sich eine Stufung der flächenintegralen optischen Dichte dadurch erreichen, daß eine Variation des Flächendeckungsgrades vorgenommen wird. Somit bestimmt der Anteil der bedruckten Fläche zur Gesamtfläche den Rastertonwert und damit die optische Dichte.

Wenn verschieden große Tropfen erzeugt werden können, entstehen auch auf dem Papier verschieden große Druckpunkte, die eine fest abgegrenzte Bildpunktfläche mehr oder weniger bedecken. Es ist jedoch technisch ein solches Verfahren sehr viel einfacher realisierbar, welches generell mit gleichgroßen Tropfen arbeitet und die Bildpunktfläche mit einer variablen Anzahl von nebeneinanderliegenden Einzelpunkten belegt. Die Bildpunktfläche wird dabei in n Abschnitte unterteilt. Bei rein numerisch zunehmender Druckpunktzahl im Bildpunkt sind dann, die vollständige Nichtbelegung mitgerechnet, $n + 1$ verschiedene Belegungsstufen realisierbar. Die Anordnung der Bildpunktabschnitte in einem quadratischen Raster vereinfacht die Geräterealisierung.

Damit in der höchsten Dichtestufe die vollständige Flächenbelegung erreicht wird, ist es nötig, die Größe der runden Druckflächen mit der gewählten Rasterteilung abzustimmen. Beim quadratischen Bildpunktraster wird die vollständige Flächendeckung erreicht, wenn alle vorgesehenen Bildpunktabschnitte mit Einzelpunkten des Durchmessers D belegt sind, wobei sich D zur Rasterteilung T verhält wie:

$$D = \sqrt{2} \times T$$

Benachbarte Druckpunkte müssen sich also überlappen.

Mit einem aus $n = 4$ Abschnitten bestehenden 2×2 -Bildpunkt sind nach diesem Verfahren insgesamt 5 Farbdichtestufen realisierbar. In den Fig. 1 a und 1 b soll auf ein damit in Zusammenhang stehendes Problem hingewiesen werden. Es ist jeweils ein 2×2 -Bildpunkt in seinem in gleicher Weise bedruckten Umfeld dargestellt, der in der Fig. 1 a mit der Stufe 2 (1 Punkt von insgesamt n möglichen) bedruckt ist. Die Fig. 1 b stellt den Bildpunkt in der Stufe n dar, bei der $n-1$ Abschnitte mit Druckflecken bedruckt sind. Die Zunahme des Flächendeckungsgrades von der ersten zur zweiten Stufe erfolgt mit der vollen Fläche eines Druckpunktes. Es ist hier

$$\frac{A_D}{A_{ges.}} \times 100\% = 39,3\%$$

Fast die Hälfte der zur Verfügung stehenden Bildpunktfläche ist damit bereits belegt.

Vergleicht man diesen enormen Flächendeckungszuwachs mit dem, der bei der letzten möglichen Steigerung erreichbar ist, dann kann man, wie in Fig. 1 b gezeigt, erkennen, daß hier nur noch eine verhältnismäßig geringe Restfläche zum Abdecken zur Verfügung steht. Der letzte mögliche Flächendeckungszuwachs beträgt nur noch

$$\frac{A_{ges.} - A_D}{A_{ges.}} \times 100\% = 12,7\%$$

Dies ist ein bedeutsames Mißverhältnis. Hier wird ein Nachteil, z. B. des mit runden Druckpunkten operierenden Tintenstrahlverfahrens deutlich, weil die kleinstmögliche Flächeneinfärbung bereits einen verhältnismäßig großen Farbdichtesprung bewirkt. Dezentale Pastellfarbe wie z. B. Hautfarbe sind so kaum in der Mischung realisierbar. Ebenso ist eine Stufenanzahl von wenigstens 16 nötig, um die für den Druck von Naturbildern erforderliche Anzahl von Farbdichtestufen zu erzeugen. Bei dem quadratischen Bildpunkt muß demnach dieser in wenigstens 4×4 Abschnitte unterteilt werden. Die lineare Pixelauflösung muß sich, bezogen auf die erreichbare Einzelpunktauflösung, also um den Faktor 4 verringern.

Die zu beschreibende erfindungsgemäße Lösung benutzt, am Beispiel des Tintenstrahldruckes erläutert, zum Erzeugen des jeweils einen Abschnitt der Bildpunktfläche bedeckenden Farbfleckes wahlweise einen oder zwei Tintentropfen, die auf dieselbe Druckposition gelenkt werden. Die Tintentropfen haben generell die gleiche Größe und bewirken beim paarweisen Drucken eine Vergrößerung des Druckfläckes.

Vorteilhaft können zur Bildung des Tropfenpaares zwei unmittelbar aufeinanderfolgende Tropfen herangezogen werden. Somit stehen größere und kleinere Druckflecken zum Belegen der Bildpunktabschnitte zur Verfügung. Die oben beschriebene Anpassung der Tropfengröße an die Rasterteilung erfolgt erfindungsgemäß so, daß die vollständige Flächendeckung bei Benutzung der großen aus zwei Tropfen gebildeten Farbflecken erreicht ist.

In der Fig. 2 sind in einem Belegungsbeispiel in einer 2×2 -Bildpunktmatrix ein großer und ein kleiner Farbfleck mit den Durchmessern D bzw. d dargestellt. Hier gilt also

$$D = \sqrt{2} \times T$$

Das Größenverhältnis zwischen großem und kleinem Farbfleck ist von mehreren Faktoren abhängig. Eine Rolle spielt beispielsweise beim Tintenstrahldruck der zeitliche Abstand des Auftreffens der beiden Tintentropfen zur Bildung des großen Farbfleckes auf dem Papier. Ebenso sind charakteristische Parameter der Tinte wie Oberflächenspannung und dynamische Viskosität von Bedeutung. Den wohl größten Einfluß auf das Spreizungsverhältnis (Fleckdurchmesser:Tropfendurchmesser) und auf das Punktgrößenverhältnis (D/d) hat jedoch das Material des Aufzeichnungsträgers. Eine Analyse der heutigen beim Tintenstrahldruck gebräuchlichen Papiere zeigt, daß bei der Verwendung von unmittelbar aufeinanderfolgenden Tropfen für den großen Farbfleck ein Punktgrößenverhältnis V von 1,6 bis 1,8 zu erwarten ist. Der Doppelpunkt belegt also eine um den Faktor 2,5 bis 3,3 größere Fläche als der Einzelpunkt. Der Flächenzuwachs um mehr als das Doppelte läßt sich dadurch erklären, daß bei der doppelten Flüssigkeitsmenge eine größere Zeit vergeht, bis das Papier die Flüssigkeit aufgenommen hat und dabei eine größere Flüssigkeitsmenge sich auf der Oberfläche ausbreitet, bevor sie vom Papier aufgesaugt wird.

Zu dem zu erwartenden Bereich von $V = 1,6$ bis 1,8 werden sich benachbarte große und kleine Farbflecke teilweise überlappen, während die kleineren Farbflecken einander nicht berühren. Die überlappenden Flächenanteile tragen nicht zur Erhöhung des Flächendeckungsgrades bei. Füllt man nun die Abschnitte der Bildpunktmatrix unter wahlweiser Benutzung von großen und kleinen Farbflecken und unter Beachtung der eintretenden teilweisen Überlappung auf, dann ergibt sich eine Anzahl von Belegungsvarianten, die über das bisher bekannte Maß bei der Belegung der Bildpunktmatrix mit gleichgroßen Tropfen erheblich hinausgeht.

Eine einfache 2×2 -Bildpunktmatrix mit ihren vier belegbaren Abschnitten liefert bei der Benutzung der erfindungsgemäßen Lösung bereits zwanzig verschiedene Stufen für die optische Dichte — eine Anzahl, die den Notwendigkeiten einer hochqualitativen Naturbildreproduktion bereits voll entspricht.

In der Fig. 3 ist ein Beispiel der Belegung der 2×2 -Bildpunktmatrix nach der erfindungsgemäßen Lösung beschrieben. Das Schema stellt neben der Belegungsdarstellung den erreichten Rastertonwert mit

$$\varphi = \frac{A_D}{A_{\text{ges}}} \times 100\%$$

auch die optische Dichte D dar. Es ist

$$D = 2 - \lg \left(\frac{\varphi}{10^{D_v}} + \frac{100 - \varphi}{10^{D_w}} \right),$$

wobei unter Berücksichtigung der tatsächlichen Verhältnisse beim Druck die Grunddichte des unbedruckten Papiers mit $D_w = 0,2$ und die optische Dichte der Vollfarbe im Druckfleck mit $D_v = 1,7$ angenommen wurde. Das Schema demonstriert die geordnete Stufung bei einem Punktgrößenverhältnis von $V = 1,7$. Es ist klar, daß sich die Zahlenwerte bei einer Veränderung des Punktgrößenverhältnisses auch verändern. Darüber hinaus können sich im angegebenen Bereich zwischen der Stufe 4 und der Stufe 16 Rangvertauschungen zwischen unmittelbar benachbarten Stufen der Belegung ergeben.

Die Fig. 3 macht deutlich, daß sich gerade im kritischen Bereich von der ersten Stufe bis zu der Stufe, die einen ersten großen Farbfleck benutzt, weitere Zwischenstufen befinden, die diesen Bereich recht gleichmäßig weiter unterteilen, so daß sehr helle Halbtöne gedruckt werden können.

Es ist für den Fachmann klar, daß die erfindungsgemäße Lösung auch auf einen größeren Bereich des Punktgrößenverhältnisses V ausgedehnt werden kann. Bei Verwendung von Aufzeichnungsträgematerialien, die sich in ihren Punktabdruckeigenschaften von denen heute gebräuchlicher Tintenstrahlpapiere unterscheiden, sind Punktgrößenverhältnisse im Bereich von $V = 1,2$ bis 2,2 zu erwarten.

Weiterhin läßt sich die erfindungsgemäße Lösung auch auf andere Druckverfahren beziehen, die bei dem jeweiligen Punktdruckprozeß mit festen Färbemittelbemessungen arbeiten und bei denen ein Doppeldruck von Punkten einen größeren Druckfleck ergibt.

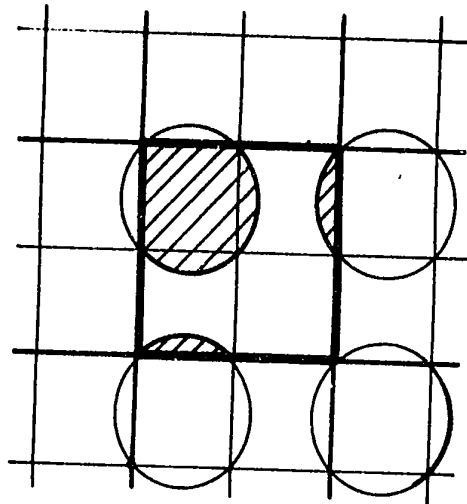


Fig. 1a

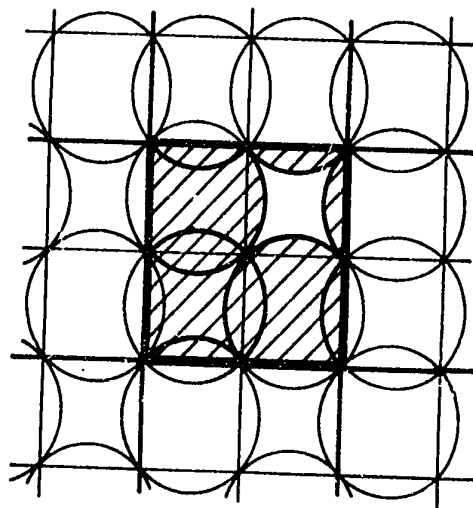


Fig. 1b

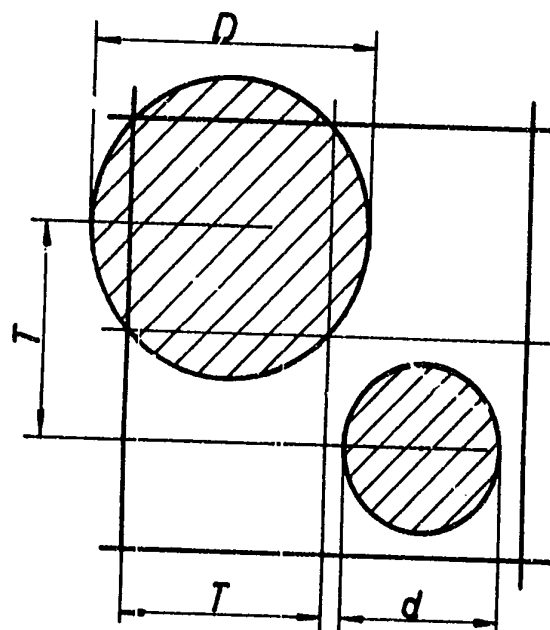


Fig. 2

		φ [%]	D			φ [%]	D
1		0	0,2	11		64,4	0,63
2		13,6	0,26	12		75,8	0,77
3		27,2	0,33	13		76,0	0,78
4		39,3	0,40	14		78,5	0,82
5		40,8	0,42	15		87,4	1,01
6		43,7	0,44	16		88,0	1,03
7		52,8	0,51	17		89,3	1,06
8		54,4	0,52	18		97,5	1,46
9		62,3	0,60	19		98,8	1,56
10		64,2	0,62	20		100	1,70

Fig. 3