



**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT**  
 BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① **CH 681 658 A5**

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>: **G 01 J 3/50**  
**G 03 B 27/73**  
**H 04 N 1/46**

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
 Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENT SCHRIFT** A5

⑲ Gesuchsnummer: 78/91

⑦③ Inhaber:  
 Agfa-Gevaert Aktiengesellschaft, Leverkusen 1 (DE)

⑳ Anmeldungsdatum: 14.01.1991

③① Priorität(en): 26.01.1990 DE 4002298

⑦② Erfinder:  
 Fuchsberger, Hermann, Ismaning (DE)

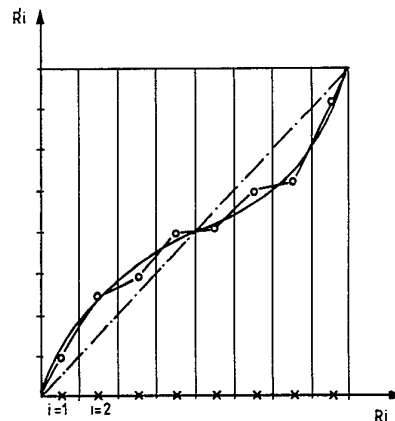
⑳④ Patent erteilt: 30.04.1993

④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 30.04.1993

⑦④ Vertreter:  
 Agfa-Gevaert AG, Dübendorf

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zur automatischen Korrektur von Farbstichen bei der elektronischen Bildverarbeitung.**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Farbkopien durch punktwises Aufbelichten von Bildsignalen in drei Grundfarben, die nach dem elektrooptischen Abtasten der Vorlage einer elektronischen Bildverarbeitung unterworfen werden, wobei die Bildsignale nach einer Komprimierung und Transformation in Luminanz- und Chrominanzsignale und nach einer Ausscheidung der über einer Chrominanzschwelle liegenden farbdominanten Bereiche und einer Verschiebung der nicht dominanten Farbwerte zum Graupunkt hin zurücktransformiert werden und aus den Veränderungen der farbkorrigierten gegenüber den ursprünglichen Werten Korrekturkennlinien gebildet werden, nach denen die ursprünglichen Bildsignale korrigiert werden.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

5 Bei der Reproduktion farbiger Originalbilder (Positiv-Positiv) und bei der Herstellung farbfotografischer Positiv-Bilder von Colornegativ-Vorlagen wird in zunehmendem Masse auf die elektronische Bildverarbeitung unter Verwendung von Farbkorrektur-Schaltungen zurückgegriffen (siehe z.B. DE-A 3 629 469 und die dort angeführten Literaturzitate). Grundlage ist dabei, dass die Bildvorlage nach Zeilen und Spalten abgetastet (gescannt) wird und die resultierenden Bildsignale nach bestimmten Kriterien  
10 modifiziert bzw. korrigiert werden. Die zu einem Bild gehörenden Bildsignale werden in der Regel digitalisiert und können in Digitalspeichern abgelegt bzw. zwischengespeichert werden. Die Abtastung der Bildvorlage erfolgt normalerweise seriell für die drei Primärfarben Rot, Grün, Blau (R, G, B). Die modifizierten Bildsignale werden dann einer bildpunktseriell arbeitenden Farbbeleuchtungseinheit zugeführt, z.B. einem CRT-Scanner-Printersystem, das die elektrischen Bildsignale wieder in ein optisches Bild  
15 umwandelt, das auf das Aufzeichnungsmaterial, z.B. Color-Negativ-Papier, aufbelichtet wird. Wesentlich ist dabei, dass das optische Bild Punkt für Punkt durch Umwandlung der elektrischen Bildsignale aufgebaut wird.

Die Transformation in Luminanz- und Chrominanzsignale ist grundsätzlich aus der Videotechnik bekannt. Dort werden mit elektronischen Mitteln Farbkorrekturen vorgenommen, wenn aufnahmebedingte  
20 Farbfehler vorhanden sind (z.B. Farbstichigkeit) oder bei der Übertragung Farbverfälschungen entstehen, die kompensiert werden müssen.

Bisher wurden bei der Herstellung farbfotografischer Bilder mit Hilfe eines Farbbild-Reproduktions-systems unerwünschte Farbabweichungen in der Weise kompensiert, dass der Mittelwert für die Farbvektoren aller Bildpunkte den standardmässigen Graupunkt ergibt. Zu diesem Zweck ist in der Praxis ein  
25 Farbbalance-Regler vorgesehen, mit dem, z.B. durch Anhebung der Verstärkung in einem oder zwei Farbkanälen, eine Verschiebung des Farbvektors möglich ist. Damit können aber auch bewusste Abweichungen vom standardmässigen Graupunkt erzeugt werden, wenn das Motiv der Bildvorlage dies verlangt (z.B. grüne Wiese oder roter Abendhimmel). Aufgrund der Mittelwertbildung über das gesamte Bild können Farbabweichungen oder Farbstiche nur global kompensiert bzw. korrigiert werden. Häufig tritt jedoch der Fall auf, dass in verschiedenen Helligkeitsbereichen eines Bildes Farbstiche in  
30 unterschiedlicher Richtung vorhanden sind. So kann z.B. in stark belichteten Teilen des Bildes eine Verschiebung nach Rot eintreten (rotstichig), während schwächer belichtete Teile zyanstichig sind. Diese Erscheinung wird als «Farbkippen» bezeichnet. Mit der oben beschriebenen globalen Farbbalance-Einstellung oder -Regelung können solche Farbstiche nicht kompensiert werden.

Hier setzt die Erfindung an. Es liegt die Aufgabe zugrunde, bei der elektronischen Bildverarbeitung durch schaltungstechnische Massnahmen die farbliche Bildqualität in der Weise zu verbessern, dass im  
35 gesamten Bildbereich auch bei unterschiedlichen Helligkeiten Farbstiche jeglicher Art automatisch kompensiert bzw. weggeregelt werden.

Die Lösung dieser Aufgabe geht – wie eingangs schon beschrieben – von einem Bildsignal-Verarbeitungsverfahren aus, bei dem ein auflösungsreduziertes, durch Mittelwertbildung gewonnenes Bild in Form eines jedem Bildpunkt zugeordneten Luminanzsignales Y und zwei Farbdifferenzsignalen U, V bzw. Chrominanzsignalen mit insgesamt  $n \cdot m$  Bildpunkten vorliegt.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren nach dem Anspruch 1.

Die Helligkeitsintervalle  $i$  können dabei gleich oder mit zunehmender Helligkeit wachsend ausgebildet  
45 sein. Die Verringerung des Gewichtes farbdominanter Chrominanzsignale vor deren Aufsummierung kann dabei je nach Grad der Farbdominanz abgestuft oder generell auf Verwerfen dieser Signale abgestellt sein.

Unter «LUT» (Look Up Table) wird ein kommerziell erhältlicher elektronischer Baustein verstanden, in dem eine Folge von Werten in Form einer Tabelle gespeichert werden kann.

50 Vorzugsweise werden zur Unterscheidung von farbdominanten und nicht farbdominanten Bildpunkten die helligkeitsbezogenen Farbsättigungswerte  $S_{pi}$  jeweils mit einem Schwellwert  $S_{ti}$  verglichen, wobei die Schwellwerte  $S_{ti}$  eine den  $i$  Helligkeitsstufen zugeordnete, monoton ansteigende Folge bilden, die in einer LUT gespeichert wird.

In erster Näherung wird dabei zweckmässig ein linearer Ansatz für die Vorgabe der Schwellwerte  $S_{ti}$   
55 zugrundegelegt.

Die Unterscheidung von farbdominanten und nicht farbdominanten Bildpunkten erfolgt dann nach dem Schwellwertkriterium

$$60 \quad S_{ti} \leq k_0 + k_1 \cdot Y_{pi},$$

wobei

$k_0$  im Bereich von 10 bis 20 und

65  $k_1$  im Bereich von 0,05 bis 0,15 gewählt wird.

Die nach der intervallbezogenen Farbstichkorrektur in Form eines Polygonzuges vorliegenden Korrekturkennlinien  $R_i' = f(R_i)$ ,  $G_i' = f(G_i)$  und  $B_i' = f(B_i)$  werden vorteilhaft mit Hilfe bekannter mathematischer Algorithmen geglättet, so dass man stetige, monoton steigende Kurven erhält.

Mit der Erfindung werden folgende Vorteile erzielt:

5 – Mit dem neuen Verfahren können sowohl globale Farbstiche als auch hinsichtlich der Farbart unterschiedliche Farbstiche in verschiedenen Helligkeitsbereichen in den Farbkanälen der Bildvorlage automatisch korrigiert werden. Dabei ergeben sich unter Umständen für die drei Farben R, G, B drei verschiedene Korrekturkurven.

10 – Durch geeignete Festlegung der Konstanten  $k_0$  und  $k_1$  bei der Aufteilung in nicht farbdominante und farbdominante Bildpunkte können Farbstiche, die erfahrungsgemäss in den einzelnen Helligkeitsbereichen häufig auftreten, besser als bisher berücksichtigt und korrigiert werden.

15 – Das erfindungsgemässe Verfahren kann auch in der Weise modifiziert werden, dass mehrere, z.B. zu einer Szene gehörende Bildvorlagen gescannt (abgetastet) werden und anschliessend alle dazugehörigen Bildsignale zur Ermittlung der Korrekturkurven für die drei Farbkanäle herangezogen werden, die dann auch für die betreffenden Bildvorlagen massgebend sind.

Ein weiterer Anspruch betrifft eine Vorrichtung zur Durchführung des beanspruchten Verfahrens.

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

20 Fig. 1 ein Blockschaltbild für die erfindungsgemässe Bildsignal-Verarbeitung,

Fig. 2 Kurven gleicher Luminanz in der Chrominanzebene V, U zur Erläuterung der Aufteilung in farbdominante und nicht farbdominante Bildpunkte,

25 Fig. 3 ein Diagramm zur Erläuterung der Berechnung und Darstellung einer Korrektur-Kennlinie durch eine helligkeitsspezifische Farbstichauswertung bei den nicht farbdominanten Bildpunkten und anschliessende Glättung der Kurve und

Fig. 4 drei verschiedene Korrektur-Kennlinien für die Primärfarben R, G, B.

Gemäss Fig. 1 wird die Bildvorlage mit dem Scanner 1 nach Zeilen und Spalten abgetastet, so dass für jeden Bildpunkt ein elektrisches Bildsignal gewonnen wird. Der Scanner 1 besteht aus einem CCD-Zeilensensor (Zeilen horizontal), der in vertikaler Richtung mit konstanter Geschwindigkeit über die Bildfläche gefahren (gescannt) wird. Die Abtastung erfolgt nacheinander für die drei Primärfarben R, G, B. Zu diesem Zweck werden geeignete Farbfilter in den Lichtweg eingeschwenkt. Das elektrooptisch abgetastete Bild besteht hier aus 2.048 Bildpunkten pro Zeile (horizontal) und 1.024 Zeilen (vertikal), so dass einem Bild insgesamt  $N \cdot M = 2.048 \cdot 1.024$  Bildelemente (Pixel) in jeder der drei Primärfarben R, G, B zugeordnet sind. Die so gewonnenen Bildsignale werden anschliessend digitalisiert (nicht gezeigt) und in einem Bildspeicher 2 abgelegt. Gleichzeitig erfolgt in dem in einem parallelen Signalverarbeitungsweg liegenden Block 3 eine Bilddaten-Reduktion. Zu diesem Zweck wird das ursprüngliche Bildformat  $N \cdot M$  durch Mittelwertbildung über jeweils  $k \cdot l$  Bildpunkte, z.B.  $64 \cdot 64$ , auf das Bildformat  $n \cdot m$ , z.B.  $32 \cdot 16$ , reduziert. Diese reduzierten R, G, B-Pixelwerte werden im Rechner 4 nach den Transformationsgleichungen

$$Y_p = 0,3 R + 0,6 G + 0,1 B$$

$$U_p = B - Y$$

$$V_p = R - Y$$

45 in Luminanzsignale  $Y_p$  und Chrominanzsignale  $U_p$ ,  $V_p$  transformiert. Anschliessend wird der gesamte zur Verfügung stehende Helligkeitsbereich fortlaufend in eine bestimmte Zahl von Intervallen, z.B. 32 Intervalle, unterteilt, so dass sich jedes vorkommende Helligkeitssignal  $Y_p$  einem entsprechenden Helligkeitsintervall  $Y_i$  zuordnen lässt. Entsprechend dieser Aufteilung können nun sämtliche Pixel, ausgehend von dem jeweils zugehörigen  $Y_p$ -Wert, den  $i$  Helligkeitsintervallen zugeordnet werden:

$$Y_p \rightarrow Y_i$$

$$U_p \rightarrow U_{pi}$$

$$V_p \rightarrow V_{pi}$$

55 Nunmehr werden im Rechner 4 die Beträge der Farbsättigungsvektoren  $S$  gemäss

$$60 \quad S_{pi} = \sqrt{U_{pi}^2 + V_{pi}^2}$$

bestimmt.

65 Als nächster Schritt werden im Rechner 4 alle Farbsättigungswerte  $S_p$  nach einem Schwellwertkriterium  $S_p > S_{ii}$  und  $S_p \leq S_{ii}$  sortiert bzw. klassifiziert. Bildpunkte mit  $S_p > S_{ii}$ , die eine relativ hohe Farbsätti-

gung aufweisen, werden als farbdominante Bildpunkte bei der Farbstichkorrektur nicht in Betracht gezogen, da das Grauäquivalenzprinzip bei stark gesättigten Farben nicht anwendbar ist. Dabei liegt die Erfahrung zugrunde, dass sich bei farbdominanten Bildpunkten eine Farbstichigkeit nicht störend auswirkt.

- 5 Dagegen machen sich Farbstiche in Bereichen geringerer Bildhelligkeit, d.h. bei nicht farbdominanten Bildpunkten, stark bemerkbar. Dementsprechend werden nachfolgend nur die durch  $S_p \leq S_{ti}$  charakterisierten, nicht farbdominanten Bildpunkte für die Bildkorrektur in Betracht gezogen. Der für die Unterscheidung zwischen farbdominanten und nicht farbdominanten Bildpunkten massgebliche Schwellwert ist keine Konstante, sondern wird für die  $i$  Helligkeitsstufen unterschiedlich vorgegeben. Das Entscheidungskriterium  $S_p \leq S_{ti}$  besagt daher, dass die zum  $i$ -ten Helligkeitsintervall gehörenden Bildpunkte  $U_{pi}$ ,  $V_{pi}$  hinsichtlich ihrer Farbsättigung  $S_{pi}$  mit dem zu diesem Intervall gehörenden Schwellwert  $S_{ti}$  verglichen werden. Bei der Festlegung der Schwellwerte  $S_{ti}$  wird der Tatsache Rechnung getragen, dass bei grossen Helligkeitswerten Bildpunkte mit einer relativ niedrigen Farbsättigung im Gegensatz zu den gleichen Sättigungswerten bei vergleichsweise kleinen Helligkeiten praktisch keinen oder einen weitaus niedrigeren Beitrag zur Farbstichigkeit liefern. Damit in Einklang wird eine von kleinen zu grossen Helligkeitswerten anwachsende Folge von Schwellwerten  $S_{ti}$  empirisch festgelegt. Ausserdem kann bei der Festlegung der Schwellwerte eine Verschiebung gegenüber dem Graupunkt  $U = 0$ ,  $V = 0$  berücksichtigt werden. Diese Verschiebung ergibt sich aus der Beziehung

20

$$S_{pi} = \sqrt{(U_{pi} - U_{oi})^2 + (V_{pi} - V_{oi})^2}$$

25

$U_{oi}$ ,  $V_{oi}$  charakterisieren dabei intervallbezogene mittlere Farbstiche, die vor der Durchführung der Farbstichkorrektur bestimmt werden. Praktisch geht man so vor, dass die zu den einzelnen Helligkeitsstufen gehörenden  $S_{ti}$ -Werte in eine LUT geladen werden und bei der Klassifizierung in farbdominante und nicht farbdominante Bildpunkte vom Rechner übernommen werden.

30

Bei der Festlegung der  $S_{ti}$ -Werte werden auch die sensitometrischen Eigenschaften der farbfotografischen Aufzeichnungsmaterialien berücksichtigt, die zur Reproduktion der farbkorrigierten Bilder verwendet werden.

Ein gegenüber diesem Verfahren vereinfachter Ansatz geht von einer linearen Beziehung für die Festlegung der  $S_{ti}$ -Werte in Abhängigkeit von  $Y_i$  aus:

35

$$S_{ti} = k_0 + k_1 \cdot Y_i$$

Die Koeffizienten  $k_0$ ,  $k_1$  werden im Wertebereich

40

$$10 \leq k_0 \leq 20$$

und

$$0,05 \leq k_1 \leq 0,15$$

45

gewählt. Die genaue Festlegung von  $k_0$ ,  $k_1$  in den angegebenen Bereichen erfolgt wiederum empirisch in Abhängigkeit von den sensitometrischen Eigenschaften der farbfotografischen Aufzeichnungsmaterialien.

In dieser Näherung nehmen also die Schwellwerte  $S_{ti}$  mit wachsender Helligkeit proportional zu.

50

Wie aus Fig. 2 ersichtlich, liegen die auf einen bestimmten Helligkeitwert  $Y_i$  bezogenen Bildpunkte gleicher Farbsättigung auf Kreisen, deren Radien den jeweiligen Farbsättigungswerten entsprechen. Der Radius der Kreise nimmt in Übereinstimmung mit dem obigen linearen Ansatz proportional zur Helligkeit  $Y$  zu. Gemäss dem oben erläuterten Schwellwertkriterium liegen die zu einer Helligkeitsstufe gehörenden farbdominanten Bildpunkte ausserhalb und die für die Farbstichkorrektur massgeblichen nicht farbdominanten Bildpunkte innerhalb des jeweiligen Kreises. Normalerweise würden sich konzentrische Kreise um den Graupunkt  $U = 0$ ,  $V = 0$  ergeben. Bei der Darstellung in Fig. 2 liegt jedoch die Annahme zugrunde, dass in verschiedenen Helligkeitsbereichen verschiedenartige Farbstiche auftreten und bei der Analyse der Bildpunkte (Unterscheidung zwischen farbdominanten und nicht farbdominanten Bildpunkten) die Mittelpunkte der Kreise so verschoben werden, dass in jedem Helligkeitsintervall ein zentraler Bereich um den zu erwartenden mittleren Farbstich  $U_{oi}$ ,  $V_{oi}$  analysiert werden kann.

60

Aus den so definierten nicht farbdominanten Bildpunkten werden nun die Korrekturkurven für die Primärfarben R, G, B in folgender Weise ermittelt:

Aus den zu einem Intervall  $i$  gehörenden, nicht farbdominanten Bildpunkten wird jeweils ein mittlerer, intervallbezogener Farbstich  $U_i$ ,  $V_i$  gemäss

65

$$U_i = \sum_p U_{pi}, \quad V_i = \sum_p V_{pi}$$

5 berechnet. Sodann werden diese Farbstiche für jedes Intervall entsprechend dem Graüquivalenzprinzip durch eine Verschiebung zum Graupunkt hin ( $U = 0, V = 0$ ) gemäss  $U_i + \Delta U_i = 0$  und  $V_i + \Delta V_i = 0$  korrigiert. Abweichend vom Graupunkt kann jedoch auch eine andere, bewusst vom Graupunkt abweichende Einstellung  $U_i + \Delta V_i = U_{gi}$  und  $V_i + \Delta V_i = V_{gi}$  gewählt werden. Von einer solchen Einstellung wird Gebrauch gemacht, wenn abweichend vom Graubgleich entsprechend dem individuellen Geschmack und nach subjektiv ästhetischen Gesichtspunkten z.B. eine «wärmere» (Verschiebung nach Gelb bzw. Rot) oder «kühlere» Farbtemperatur bevorzugt wird. Für eine solche Einstellung müssen dann die empirisch gefundenen  $U_{gi}, V_{gi}$ -Werte in einer Tabelle festgehalten werden.

Mit Hilfe der Gleichungen

$$\begin{aligned} 15 \quad R &= V + Y \\ G &= Y - 0,5 V - 0,166 U \\ B &= U + Y \end{aligned}$$

20 werden nunmehr sowohl die ursprünglichen Farbkoordinaten  $U_i, V_i, Y_{pi}$  als auch die korrigierten (verschobenen) Farbkoordinaten  $U_i + \Delta u_i, V_i + \Delta V_i, Y_{pi}$  in das RGB-System zurücktransformiert ( $Y_{pi}$ -Werte unverändert). Die neuen, aus den korrigierten Chrominanzwerten errechneten RGB-Werte werden mit  $R'_i, G'_i, B'_i$  und die ursprünglichen RGB-Werte mit  $R_i, G_i, B_i$  bezeichnet. Damit ergibt sich die Zuordnung  $R_i \rightarrow R'_i, G_i \rightarrow G'_i$  und  $B_i \rightarrow B'_i$ .

25 Die aus dieser Zuordnung resultierende Korrekturkurve ist für die Farbe Rot ( $R'_i = f(R_i)$ ) in Fig. 3 dargestellt. Für jedes Intervall  $i$  existiert zu dem ursprünglichen  $R_i$ -Wert (mit  $x$  bezeichnet), der einem Intervall-Farbstich  $U_i, V_i$  zugeordnet ist, ein neuer, korrigierter  $R'_i$ -Wert (mit  $o$  bezeichnet). Die Verbindung dieser Punkte ergibt den in Fig. 3 dargestellten Polygonzug. Dieser Polygonzug kann mit Hilfe bekannter mathematischer Glättungsalgorithmen in eine stetige Kurve umgewandelt werden. Ein bekanntes Verfahren besteht z.B. darin, dass für jeden Punkt des Polygonzuges der neue Punkt  $P_n$  auf der geglätteten Kurve auf die Hälfte des Abstands zwischen dem Punkt  $P_n$  und dem in der Mitte auf der Verbindungsgeraden zwischen  $P_{n-1}$  und  $P_{n+1}$  liegenden Punkt gelegt wird. Diese Prozedur kann mehrere Male wiederholt werden (Iteration), bis man schliesslich den in Fig. 3 dargestellten S-förmigen Kurvenverlauf erhält. In Fig. 3 ist auch die 45°-Gerade eingezeichnet, für die  $R'_i = R_i$  gilt. Dementsprechend ist im oberen, grossen Bildhelligkeiten entsprechenden Bereich der Kurve  $R'_i < R_i$ , während im unteren, kleinen Helligkeiten entsprechenden Teil der Kurve  $R'_i > R_i$  ist. Dies bedeutet, dass im Bereich kleinerer Bildhelligkeiten eine Verschiebung nach Rot erfolgen musste, während umgekehrt im Bereich grösserer Bildhelligkeiten der Rotanteil vermindert wurde. Damit wird deutlich, wie die bei verschiedenen Helligkeiten unterschiedlichen Farbstiche individuell kompensiert werden.

40 Insgesamt erhält man auf diese Weise für jede Primärfarbe R, G, B, eine Korrektur-Kennlinie (siehe Fig. 4). In der Praxis geht man nun so vor, dass diese drei Kennlinien in drei verschiedene, den drei Farbkanälen R, G, B, zugeordnete LUTs geladen werden, die im Signalverarbeitungsweg zwischen dem Scanner 1 und dem Printer 7 für die Bildausgabe liegen. Durch die LUTs 5 werden die eingehenden Bildsignale getrennt für die drei Farbkanäle R, G, B modifiziert und im Bildspeicher 6 zwischengespeichert. Das farbstichkorrigierte Bild kann dann vom Printer 7 aus dem Zwischenspeicher 6 ausgelesen und z.B. auf Color-Papier aufgezeichnet werden.

50 Die beschriebene automatische Farbstichkorrektur kann sowohl globale Farbstiche als auch das schon erläuterte «Farbkippen» eliminieren, sofern die einzelnen Helligkeitsintervalle mit Bildpunkten entsprechend besetzt sind, d.h. wenn graunaher Punkte im Bild vorhanden sind. Sind keine graunahen Punkte vorhanden, so wird in den entsprechenden Intervallen auch keine Korrektur durchgeführt. Aufgrund der beschriebenen Glättungsoperation der Korrekturkennlinie wird jedoch die Korrektur beim nächsthöheren Intervall fortgeführt. Dagegen wird bei einer globalen Farbstichkorrektur nach dem Stand der Technik auch dann eine Farbkorrektur für alle Intervalle durchgeführt, wenn nur einzelne Intervalle mit graunahen Punkten besetzt sind. Sind dagegen alle oder die meisten Helligkeitsintervalle mit graunahen Bildpunkten besetzt, so kann der Fall eintreten, dass sich die einzelnen Intervallfarbstiche gerade so kompensieren, dass bei der globalen Farbstichkorrektur keine Nachstellung der Farbtemperatur erfolgt. Durch eine Kombination von globaler und helligkeitsbezogener Farbkorrektur kann man also die Vorteile beider Korrekturansätze miteinander verbinden; d.h. einerseits erreicht man eine Korrektur des Farbstichs auch wenn keine graunahen Punkte vorhanden sind, und andererseits kann das helligkeitsbezogene «Farbkippen» korrigiert werden.

65

## Patentansprüche

1. Verfahren zur automatischen Korrektur von Farbstichen bei der elektronischen Bildverarbeitung durch

- 5 a) elektro-optische Abtastung einer Bildvorlage nach N-Spalten und M-Zeilen für die drei Primärfarben R, G, B;  
 b) Reduzierung der resultierenden N · M Bildsignale durch Mittelung über Bildfelder mit jeweils k · l Bildpunkten auf ein Bildformat von n · m Bildpunkten mit entsprechend geringerer Auflösung, wobei n = N : k und m = M : l gilt;  
 10 c) Transformation der n · m Bildsignale des auflösungsreduzierten Bildes in zugeordnete Luminanzsignale  $Y_p$  und zwei Chrominanzsignale  $U_p, V_p$  bzw. Farbdifferenzsignale, dadurch gekennzeichnet,  
 d) dass der Wertebereich für die Luminanzsignale  $Y_p$  in Helligkeitsintervalle i unterteilt wird, denen die entsprechenden Chrominanzsignale  $U_{pi}, V_{pi}$  zugeordnet werden ( $Y_p \rightarrow Y_{pi}, U_p \rightarrow U_{pi}, V_p \rightarrow V_{pi}$ ),  
 15 und dass für die n · m Bildpunkte des auflösungsreduzierten Bildes die Farbsättigungswerte  $S_{pi}$  bestimmt werden und die zugehörigen Bildsignale mit Hilfe eines auf die Farbsättigungswerte angewandten Schwellwertkriteriums in farbdominante und nicht farbdominante Signale klassifiziert werden;  
 e) dass durch Aufsummierung der jeweils zu einem Intervall i beitragenden je nach Grad der Farbdominanz im gewichtverringerten Chrominanzsignale  $U_{pi}, V_{pi}$  die intervallbezogenen Farbstiche  $U_i, V_i$  bestimmt werden und diese Intervallfarbstiche entsprechend dem Grauäquivalenzprinzip durch eine Verschiebung  $\Delta U_i, \Delta V_i$  zum Graupunkt  $U_i + \Delta U_i = 0, V_i + \Delta V_i = 0$  oder zu einer davon abweichenden, vorgewählten Farbtemperatur  $U_i + \Delta U_i = U_{gi}, V_i + \Delta V_i = V_{gi}$  kompensiert werden;  
 20 f) dass die zu den Intervallfarbstichen gehörenden Chrominanzsignale  $U_i, V_i$  und die farbstichkompensierten Chrominanzsignale  $U_i + \Delta U_i, V_i + \Delta V_i$  zusammen mit den entsprechenden Luminanzsignalen  $Y_i$  in die intervallbezogenen, unverschobenen Bildsignale  $R_i, G_i, B_i$  und die farbstichkorrigierten Bildsignale  $R'_i, G'_i, B'_i$  der drei Primärfarben zurücktransformiert werden;  
 25 g) dass in einem kartesischen Koordinatensystem durch die Intervallpunkte  $(R_i, R'_i), (G_i, G'_i), (B_i, B'_i)$  jeweils eine Korrekturkennlinie  $R'_i = f(R_i), G'_i = f(G_i)$  und  $B'_i = f(B_i)$  in Form eines Polygonzuges oder in Form einer monoton ansteigenden Kurve dargestellt wird;  
 30 h) dass die Werte dieser Kennlinien für jede Primärfarbe getrennt in einen jeweils zugeordneten, überschreibbaren Speicherbaustein geladen werden;  
 i) und dass die durch Abtastung der Bildvorlage gewonnenen, ursprünglichen Bildsignale durch die im Signalverarbeitungsweg liegenden, den drei Primärfarben R, G, B zugeordneten Speicherbausteine entsprechend den jeweils darin gespeicherten Kennlinien korrigiert werden.

35 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Unterscheidung von farbdominanten und nicht farbdominanten Bildpunkten die helligkeitsbezogenen Farbsättigungswerte  $S_{pi}$  jeweils mit einem Schwellwert  $S_{ti}$  verglichen werden, wobei die Schwellwerte  $S_{ti}$  eine den i Helligkeitsstufen zugeordnete, monoton ansteigende Folge bilden, die in einer LUT gespeichert wird.

40 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterscheidung von farbdominanten und nicht farbdominanten Bildpunkten nach dem Schwellwertkriterium

$$S_{ti} \leq k_0 + k_1 \cdot Y_{pi}$$

45 vorgenommen wird, wobei

$$10 \leq k_0 \leq 20 \\ 0,05 \leq k_1 \leq 0,15.$$

50 4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die in Form eines Polygonzuges vorliegenden Korrekturkennlinien  $R'_i = f(R_i), G'_i = f(G_i)$  und  $B'_i = f(B_i)$  mit Hilfe bekannter mathematischer Algorithmen geglättet werden.

55 5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Signalverarbeitungsweg für die Bildsignale in den drei Primärfarben je ein Speicherbaustein (5) für je eine Farbkorrekturkennlinie  $R'_i, G'_i, B'_i$  vorgesehen ist, aus denen jeweils aufgrund der Punkthelligkeit der für jeden Punkt der Farbkorrekturwert entnommen wird.

60

65

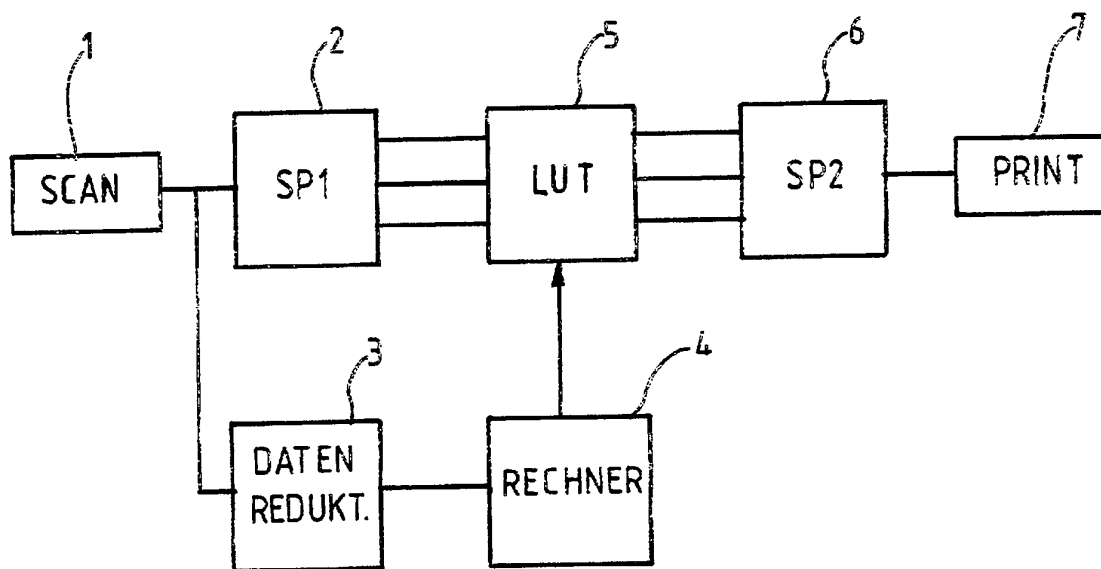


FIG.1

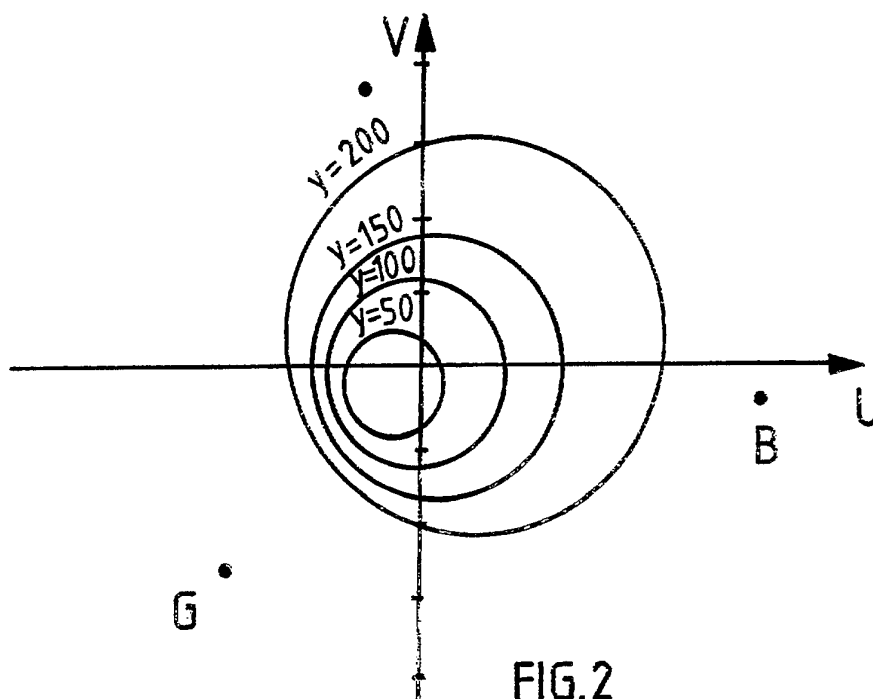


FIG.2

