

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 28 10 430 C 3

⑤① Int. Cl. 3:
H 04 N 9/535
G 03 F 3/00

⑳ Aktenzeichen:	P 28 10 430.5-31
㉑ Anmeldetag:	10. 3. 78
④③ Offenlegungstag:	13. 9. 79
④④ Bekanntmachungstag:	14. 5. 80
④⑤ Veröffentlichungstag:	30. 4. 81

⑦③ Patentinhaber:
Dr.-Ing. Rudolf Hell GmbH, 2300 Kiel, DE

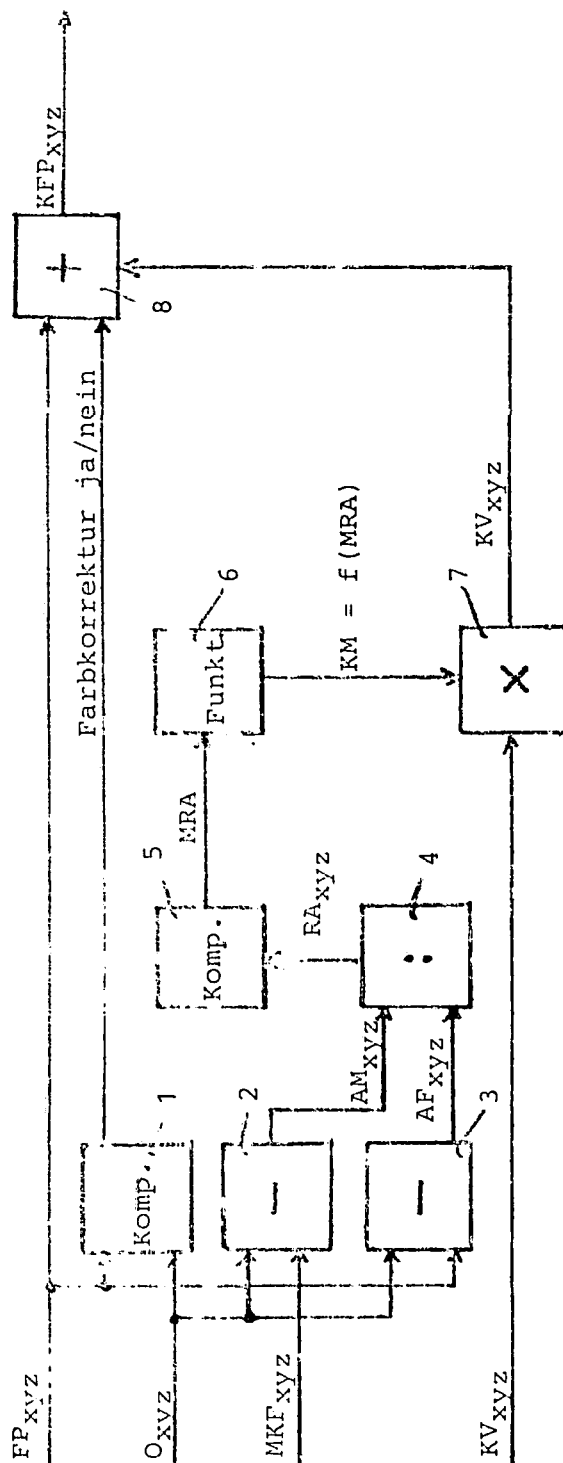
⑦② Erfinder:
gleich Patentinhaber

⑤⑤ Entgegenhaltungen:
DE-AS 20 52 615
SMPTE Journal, Febr. 1978, S. 73-76;

⑤④ Verfahren und Schaltung zur selektiven Korrektur der Farben eines zu reproduzierenden Bildes

DE 28 10 430 C 3

DE 28 10 430 C 3



Patentansprüche:

1. Verfahren zur selektiven Korrektur der Farben eines zu reproduzierenden Bildes, wobei das Bild in eine Anzahl von Bildpunkten zerlegt und für die zu korrigierenden Farben der Bildpunkte im Farbenraum ein räumlich beschränkter Bereich ausgewählt wird, dadurch gekennzeichnet, daß eine maximal zu korrigierende Farbe und der Bereich die Spitze des ihr zugeordneten Farbvektors umgebend ausgewählt werden, daß für jeden der farbzukorrigierenden Bildpunkte geprüft wird, ob der ihm zugeordnete Farbvektor mit seiner Spitze in dem Bereich liegt, und daß für mit ihrer Spitze innerhalb des Bereichs liegende Farbvektoren eine Korrektur nach Maßgabe eines Farbkorrekturvektors vorgenommen wird, der sich aus einem frei wählbaren Vektor und einer Überlagerungsgröße ergibt, die den Farbkorrekturvektor maximal macht, wenn der zu korrigierende Farbvektor mit dem Vektor der maximal zu korrigierenden Farbe zusammenfällt, und ihn um so näher bei Null liegen läßt, je näher die Spitze des zu korrigierenden Farbvektors am Rand des Bereichs liegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Überlagerungsgröße als Funktion des Minimums der Verhältnisse der Abstände der Spitze des Vektors der zu korrigierenden Farbe von den Punkten des Bereichsrandes zu den Abständen der Spitze des Vektors der maximal zu korrigierenden Farbe von den jeweils gleichen Punkten des Bereichsrandes bestimmt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Bereich eine Kugel verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Bereich ein Würfel mit zu den Achsen des Farbenraumes parallelen Seiten verwendet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Überlagerungsgröße als das Minimum der Verhältnisse der Abstände der Spitze des Vektors der zu korrigierenden Farbe von den Würfelflächen zu den Abständen der Spitze des Vektors der maximal zu korrigierenden Farbe von den jeweils gleichen Würfelflächen bestimmt wird.

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Farbbild auf einem Bildschirm wiedergegeben wird und die maximal zu korrigierende Farbe und/oder der Bereich hinsichtlich Lage und Größe entsprechend den visuellen Beobachtungen am Bildschirm eingestellt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß in dem auf dem Bildschirm wiedergegebenen Bild die ursprünglichen Farben durch die korrigierten Farben ersetzt werden.

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Teile des Bildes unabhängig von den Farben der darin enthaltenen Bildpunkte von der Korrektur ausgenommen werden.

9. Logikschaltung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen mit den bereichsdefinierenden Koordinaten und den Koordinaten des Farbvektors des untersuchten Bildpunktes beaufschlagte erste Vergleicherschaltung (1), eine mit den bereichsdefinierenden

Koordinaten und den Koordinaten des Vektors der maximal zu korrigierenden Farbe beaufschlagte erste Subtrahierschaltung (2), eine mit den bereichsdefinierenden Koordinaten und den Koordinaten des Farbvektors des untersuchten Bildpunktes beaufschlagte zweite Subtrahierschaltung (3), eine mit den Ausgangsgrößen der ersten und zweiten Subtrahierschaltung beaufschlagte Dividierschaltung (4) zur Bestimmung der Quotienten ihrer Eingangsgrößen, eine mit der Ausgangsgröße der Dividierschaltung beaufschlagte zweite Vergleicherschaltung (5) zur Bestimmung des minimalen der Quotienten, eine mit der Ausgangsgröße der zweiten Vergleicherschaltung beaufschlagte Schaltung zur Ausgabe der Überlagerungsgröße (6) in Abhängigkeit von der Ausgangsgröße der zweiten Vergleicherschaltung, eine mit der Ausgangsgröße der Schaltung zur Ausgabe der Überlagerungsgröße und den Koordinaten eines frei wählbaren Vektors beaufschlagte Multiplizierschaltung (7) und eine mit den Koordinaten des Farbvektors des untersuchten Bildpunktes und der Ausgangsgröße der Multiplizierschaltung beaufschlagte Addierschaltung (8) mit Inhibiereingang, welcher mit der Ausgangsgröße der ersten Vergleicherschaltung beaufschlagt ist.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur selektiven Korrektur der Farben eines Bildes, wobei das Bild in eine Anzahl von Bildpunkten zerlegt und für die zu korrigierenden Farben der Bildpunkte im Farbenraum ein räumlich beschränkter Bereich ausgewählt wird, sowie eine Vorrichtung zu seiner Durchführung.

Es ist in der Farbfernsehtchnik wie auch in der militärischen digitalen Bildverarbeitung bekannt, eine Farbkorrektur durch Änderungen an den drei Grundfarben vorzunehmen. Die sich dabei ergebenden korrigierten Bilder sind hinsichtlich ihrer Farblichkeit bzw. Farbtönung gegenüber den Ausgangsbildern stark verändert. Der Vorteil dieser dreimal eindimensionalen Farbkorrektur liegt in der Einfachheit und Schnelligkeit, mit der sie durchgeführt werden kann, ein erheblicher Nachteil jedoch darin, daß die Korrekturmöglichkeiten auf globale Änderungen beschränkt bleiben.

Bei einem insbesondere für die Farbkorrektur von Fernsehbildern von Filmen bestimmten Verfahren (SMPTE Journal, Februar 1978, Seiten 73 bis 76) werden den drei Grundfarben entsprechende Analogsignale mit Hilfe von von Hand gefahrenen oder bei einem Probelauf des Films vorprogrammierten einstellbaren Verstärkern geändert, wobei eine Farbsättigungsbegrenzung bei der Korrektur vorgesehen ist, um eine Integration nach Grau zu verhindern.

Nach einem weiteren Verfahren der Farbfernsehtchnik (DE-AS 20 52 615), das sich insbesondere zur Gewinnung starker Farbverschiebungen, wie sie für medizinisch-diagnostische Zwecke benötigt werden, ohne Veränderung der Leuchtdichte des Bildes eignet, liegt die Farbinformation hinsichtlich Farbton und Farbsättigung in der Phase und Amplitude eines phasen- und amplitudenmodulierbaren Trägers. Durch eine Phasenvervielfachung wird eine Farbexpansion bewirkt, wobei durch Auswahlhaltungen eine Beschränkung der Farbexpansion auf bestimmte Farbbereiche erreicht werden kann.

In der graphischen Scannertechnik ist es üblich, die in

analoger Form vorliegenden Farbsignale durch Differenzbildung und Addition so zu kombinieren, daß der Farbenraum in meist acht etwa gleich große Bereiche geteilt wird (rot, orange, gelb, grün, blau, violett, rosa, braun), in denen dann selektiv Korrekturen vorgenommen werden können. Dieses Verfahren hat den Nachteil, daß einerseits digital vorliegende Daten kaum analog korrigiert werden können, andererseits darin, daß die Aufteilung des Farbenraums in feste Bereiche nicht genügend Flexibilität bietet.

Es ist ferner ein digitales Verfahren bekannt, bei dem ein Prozeßrechner vor der Bildkorrektur ein Stützpunktnetz von Korrekturfaktoren oder vor korrigierten Farbwerten im dreidimensionalen Farbenraum berechnet und in einem schnellen Speicher aufbaut. Danach laufen die Bildpunkte in das Stützpunktnetz, wobei die ersten 4—6 Bits jedes Farbanteils als Adresse des Stützpunktnetzes benutzt werden und der Rest zur Bestimmung des Interpolationsmaßstabes bei dem dem Stützpunktnetz nachgeschalteten Interpolator. Dieses Verfahren ermöglicht eine hohe Korrekturgeschwindigkeit und beliebige selektive Korrekturen, hat jedoch den erheblichen Nachteil, daß vor der Korrektur das Stützpunktnetz aufgebaut werden muß, was unverhältnismäßig lange Zeit in Anspruch nimmt.

Aufgabe der Erfindung ist daher die Schaffung eines Farbkorrekturverfahrens, welches insgesamt eine schnelle und selektive Farbkorrektur ermöglicht.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß eine maximal zu korrigierende Farbe und der Bereich die Spitze des ihr zugeordneten Farbvektors umgebend ausgewählt werden, daß für jeden der farbkorrigierenden Bildpunkte geprüft wird, ob der ihm zugeordnete Farbvektor mit seiner Spitze in dem Bereich liegt, und daß für mit ihrer Spitze innerhalb des Bereichs liegende Farbvektoren eine Korrektur nach Maßgabe eines Farbkorrekturvektors vorgenommen wird, der sich aus einem frei wählbaren Vektor und einer Überlagerungsgröße ergibt, die den Farbkorrekturvektor maximal macht, wenn der zu korrigierende Farbvektor mit dem Vektor der maximal zu korrigierenden Farbe zusammenfällt, und ihn umso näher bei Null liegen läßt, je näher die Spitze des zu korrigierenden Farbvektors am Rand des Bereichs liegt. Mit einem solchen Verfahren läßt sich insbesondere bei digitaler Darstellung der Farbvektoren mit Hilfe einer Rechenlogik eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit erzielen. Die freie Vorgabe der maximal zu korrigierenden Farbe und des sie umgebenden Farbbereichs, für den überhaupt nur eine Korrektur ausgeführt wird, verleiht dem erfindungsgemäßen Verfahren eine große Flexibilität. So ist es beispielsweise möglich, in einem Bild allein die Brauntöne zu korrigieren und andere Farbtöne unangetastet zu lassen. Würde hingegen eine Korrektur der Brauntöne durch Korrekturen an den drei Grundfarben versucht, so würde dies zwangsläufig zu einer Verschiebung auch anderer Farbtöne, die ja ebenfalls aus den drei Grundfarben aufgebaut sind, führen. Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgende Abschwächung der Farbkorrektur, die umso stärker ist, je weiter sich die zu korrigierende Farbe von der maximal zu korrigierenden Farbe entfernt, stellt sicher, daß sich weich verlaufende Korrekturen ergeben und das korrigierte Bild in sich keine durch unerwünschte Farbsprünge entstandenen Farbränder aufweist.

Um eine geeignete Abschwächung der Farbkorrektur mit zunehmender Annäherung des zu korrigierenden Farbvektors an den Rand des im Farbenraum

definierten Korrekturbereichs zu erreichen, ist es besonders zweckmäßig die den Farbkorrekturvektor mit bestimmende Überlagerungsgröße als Funktion des Minimums der Verhältnisse der Abstände der Spitze des Vektors der zu korrigierenden Farbe von den Punkten des Bereichsrandes zu den Abständen der Spitze des Vektors der maximal zu korrigierenden Farbe von den jeweils gleichen Punkten des Bereichsrandes zu bestimmen. Der Bereich im Farbenraum wird dabei bevorzugt so gewählt, daß er sich mathematisch leicht fassen läßt. Bevorzugt kann daher der Bereich als Kugel gewählt werden. Dies wird insbesondere bei Darstellung der Farbvektoren im Farbenraum in Polarkoordinaten angebracht sein. Bei Verwendung kartesischer Koordinaten erweist sich als höchst zweckmäßig, als Bereich einen Würfel mit zu den Achsen des Farbenraums parallelen Seiten zu verwenden. Dabei ist es besonders vorteilhaft, die Überlagerungsgröße als das Minimum der Verhältnisse der Abstände der Spitze des Vektors der zu korrigierenden Farbe von den Würfelflächen zu den Abständen der Spitze des Vektors der maximal zu korrigierenden Farbe von den jeweils gleichen Würfelflächen zu bestimmen. Es wird also für jede Würfelfläche der Abstand der Spitze des Vektors der zu korrigierenden Farbe als auch der Abstand der Spitze des Vektors der maximal zu korrigierenden Farbe zu ihr bestimmt. Für jede Würfelfläche werden diese Abstände, mit dem Abstand der Spitze des Vektors der maximal zu korrigierenden Farbe als Divisor, ins Verhältnis zueinander gesetzt. Das Minimum dieser Verhältnisse wird als Überlagerungsgröße verwendet. Mit dieser Überlagerungsgröße als Faktor wird der frei wählbare Vektor multipliziert. Fällt daher der zu korrigierende Farbvektor mit dem Vektor der maximal zu korrigierenden Farbe zusammen, dann ist der Faktor gleich 1 und der Farbkorrekturvektor gleich dem frei wählbaren Vektor, nähert sich der Vektor der zu korrigierenden Farbe dem Rand des Farbkorrekturwürfels, dann geht der Faktor und damit der Farbkorrekturvektor gegen Null. Bei Verwendung des oben definierten Minimums der Verhältnisse direkt als Faktor für den frei wählbaren Vektor erhält man eine lineare Abnahme der Korrektur zum Rand des Farbkorrekturbereichs hin. Die Überlagerungsgröße kann aber auch irgendeine Funktion des Minimums der Verhältnisse sein, die monoton (beispielsweise glockenförmig) von 1 nach 0 fällt, wenn das Minimum der Verhältnisse von 1 nach 0 geht.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung werden das Farbbild auf einem Bildschirm wiedergegeben und die maximal zu korrigierende Farbe und/oder der Bereich, insbesondere also der Würfel, hinsichtlich Lage und Größe entsprechend den visuellen Beobachtungen am Bildschirm eingestellt. Bevorzugt wird hierbei das Verfahren so ausgestaltet, daß in dem auf dem Bildschirm wiedergegebenen Bild die ursprünglichen Farben durch die korrigierten Farben ersetzt werden. Um die Möglichkeit zu schaffen, daß ein und derselbe Farbton in einem räumlichen Teil des Bildes unverändert bleibt, in einem anderen aber korrigiert wird, werden gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens Teile des Bildes unabhängig von den Farben der darin enthaltenen Bildpunkte von der Korrektur ausgenommen.

Ferner schafft die Erfindung eine Logikschaltung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, welche eine mit den bereichsdefinierenden Koordinaten und den Koordinaten des Farbvektors des untersuchten

Bildpunktes beaufschlagte erste Vergleicherschaltung, eine mit den bereichsdefinierenden Koordinaten und den Koordinaten des Vektors der maximal zu korrigierenden Farbe beaufschlagte erste Subtrahierschaltung, eine mit den bereichsdefinierenden Koordinaten und den Koordinaten des Farbvektors des untersuchten Bildpunktes beaufschlagte zweite Subtrahierschaltung, eine mit den Ausgangsgrößen der ersten und zweiten Subtrahierschaltung beauftragte Dividierschaltung zur Bestimmung der Quotienten ihrer Eingangsgrößen, eine mit der Ausgangsgröße der Dividierschaltung beaufschlagte zweite Vergleicherschaltung zur Bestimmung des minimalen der Quotienten, eine mit der Ausgangsgröße der zweiten Vergleicherschaltung beaufschlagte Schaltung zur Ausgabe der Überlagerungsgröße in Abhängigkeit von der Ausgangsgröße der zweiten Vergleicherschaltung, eine mit der Ausgangsgröße der Schaltung zur Ausgabe der Überlagerungsgröße und den Koordinaten eines frei wählbaren Vektors beaufschlagte Multiplizierschaltung und eine mit den Koordinaten des zu korrigierenden Farbvektors und der Ausgangsgröße der Multiplizierschaltung beaufschlagte Addierschaltung mit Inhibiereingang, welcher mit der Ausgangsgröße der ersten Vergleicherschaltung beaufschlagt ist, aufweist.

Auf der Figur der Zeichnung ist ein Blockschaltbild einer Ausführungsform der Logikschaltung gemäß der Erfindung für den Fall gezeigt, daß der Korrekturbereich ein Würfel mit zu den Achsen des Farbenraums parallelen Seiten ist. Einer ersten Vergleicherschaltung 1 werden die Koordinaten des Farbvektors FP_{xyz} des gerade betrachteten Bildpunktes einerseits und die den Korrekturbereich bestimmenden Koordinaten O_{xyz} andererseits eingegeben. Ergibt der Vergleich der Koordinaten, daß die Spitze des Farbvektors des betrachteten Bildpunktes im Farbkorrekturbereich liegt, so wird in einer Addierschaltung 8, der einerseits die Farbkoordinaten des betrachteten Bildpunktes und andererseits die Koordinaten eines Farbkorrekturvektors KV_{xyz} eingegeben werden, eine Addition dieser beiden Vektoren durchgeführt, die einen korrigierten Farbvektor KFP_{xyz} für den betrachteten Bildpunkt ergibt. Ist das Ergebnis des Vergleichs in der ersten Vergleicherschaltung 1 umgekehrt, daß der Farbvektor des betrachteten Bildpunktes mit seiner Spitze nicht im Farbkorrekturbereich liegt, dann wird die Addierschaltung 8 durch das Ausgangssignal der Vergleicherschaltung 1 inhibiert.

Die den Farbkorrekturbereich definierenden Koordinaten werden ferner einer Subtrahierschaltung 2 eingegeben, der andererseits die Koordinaten des Vektors der maximal zu korrigierenden Farbe MKF_{xyz} eingegeben werden. Durch Differenzbildung in der Subtrahierschaltung 2 werden die Abstände AM_{xyz} der Spitze des Vektors der maximal zu korrigierenden Farbe von den Flächen des Farbkorrekturbereichs bestimmt. In einer zweiten Subtrahierschaltung 3 werden einerseits die den Farbkorrekturbereich definierenden Koordinaten O_{xyz} und andererseits die Koordinaten des Farbvektors FP_{xyz} des betrachteten Bildpunktes eingegeben. Die in der Subtrahierschaltung 3 durchgeführte Differenzbildung liefert die Abstände AF_{xyz} der Spitze des Farbvektors von den Flächen des Farbkorrekturbereichs. In einer Dividierschaltung, die an ihren Eingängen einerseits die Abstände für den Vektor der

maximal zu korrigierenden Farbe und andererseits die Abstände für den Vektor der Farbe des betrachteten Bildpunktes erhält, werden durch Division relative Abstände RA_{xyz} bestimmt. In einer zweiten Vergleicherschaltung 5, die eingangsseitig diese relativen Abstände erhält, wird das Minimum MRA der relativen Abstände festgestellt. Das Minimum der relativen Abstände wird einer Schaltung 6 eingegeben, welche an ihrem Ausgang eine mit dem minimalen relativen Abstand monoton zwischen 0 und 1 verlaufende Funktion ausgibt. Diese monotone Funktion kann linear oder komplizierter (beispielsweise glockenförmig) mit dem Minimum der relativen Abstände zusammenhängen. Die monotone Funktion wird einer Multiplizierschaltung 7 eingegeben, der andererseits die Koordinaten eines frei wählbaren Vektors FV_{xyz} im Farbenraum eingegeben werden. Die Multiplizierschaltung 7 erzeugt durch Multiplikation der monotonen Funktion des Minimums der relativen Abstände mit dem frei gewählten Vektor im Farbenraum den Farbkorrekturvektor KV_{xyz} , der der Addierschaltung 8 zur Addition mit dem Farbvektor des betrachteten Bildpunktes eingegeben wird. Die monotone Funktion stellt damit die Überlagerungsgröße für den frei gewählten Vektor im Farbenraum dar.

Die Farbvektoren aller Bildpunkte können von einem Digitalspeicher her angeboten werden. Bevorzugt wird dabei so vorgegangen, daß eine repräsentative Auswahl der gespeicherten Bildpunkte über einen Farbbildschirm wiedergegeben wird, wobei die Schaltung bzw. das Rechenprogramm so aufgebaut sind, daß im dargestellten Bild jeweils die ursprünglichen Farben durch die korrigierten Farben ersetzt werden. Durch Betrachten des Bildschirms kann die Bedienungsperson dann entscheiden, wie der frei wählbare Vektor, der nach Multiplikation mit der Überlagerungsgröße den Farbkorrekturvektor ergibt, zu wählen ist. Die Eingabe des frei wählbaren Vektors in das System kann mit Hilfe von Drehknöpfen oder dergleichen erfolgen. Ebenso werden gemäß dem auf dem Bildschirm Gesehenen Lage und Größe des Farbkorrekturbereichs bezüglich des Vektors der maximal zu korrigierenden Farbe eingestellt. Dabei kann es höchst zweckmäßig sein, den Farbkorrekturbereich (oder gegebenenfalls auch anders geformten Bereich) mit seinem Mittelpunkt nicht auf die Spitze des Vektors der maximal zu korrigierenden Farbe zu setzen. Wenn nach der ersten Korrektur die Farbwerte nicht zufriedenstellend sind, kann eine erneute Korrektur mit einem veränderten Farbkorrekturvektor vorgenommen werden. Die Darstellung nur einer repräsentativen Auswahl von Bildpunkten auf dem Bildschirm führt deshalb nicht zu Schwierigkeiten, weil wegen der hohen Präzision und Wiederholgenauigkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens die nicht dargestellten Bildpunkte in exakt der gleichen Weise korrigiert werden, wie die auf dem Bildschirm dargestellten.

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung des Verfahrens besteht darin, die Farbkorrektur nicht mit Hilfe einer eigens aufgebauten Logikschaltung, sondern über einen freiprogrammierbaren Rechner unter Verwendung entsprechender Rechnerprogramme durchzuführen. Der frei wählbare Vektor kann dann beispielsweise über einen Fernschreibterminal des Rechners eingegeben werden.