



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 648 134 A5

⑤① Int. Cl.4: G 03 B 27/73

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

②① Gesuchsnummer: 8295/79

②② Anmeldungsdatum: 13.09.1979

③③ Priorität(en): 15.09.1978 DE 2840287
28.03.1979 DE 2912130

②④ Patent erteilt: 28.02.1985

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 28.02.1985

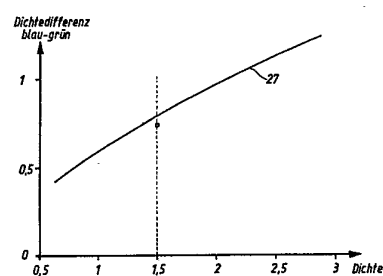
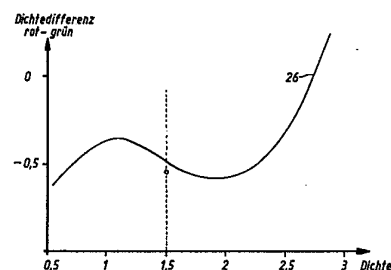
⑦③ Inhaber:
Agfa-Gevaert Aktiengesellschaft, Leverkusen
(DE)

⑦② Erfinder:
Thurm, Siegfried, Dr., Voiswinkel (DE)
Bunge, Konrad, Dr., Köln 80 (DE)
Findeis, Günter, Sauerlach (DE)

⑦④ Vertreter:
Agfa-Gevaert AG, Dübendorf

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zum Bestimmen der Kopierlichtmengen beim Kopieren von Farbvorlagen.**

⑤⑦ Aufnahmematerialien für fotografische Farbaufnahmen weisen häufig einen dichteabhängigen Farbfehler auf. Um auch Vorlagen verschiedener mittlerer Dichte optimal automatisch kopieren zu können, werden für verschiedene Bereiche mehrere Farbkopiervorlagen eines Filmes jeweils zwei Farbdichtedifferenzen gebildet und über der mittleren Dichte des jeweiligen Bereiches aufgetragen, so dass sich zwei Farbdichtedifferenzkurven (26, 27) bilden lassen. Aus diesen Kurven lassen sich dann für eine bestimmte Vorlage dieses Filmes in Abhängigkeit von deren mittlerer Dichte filmspezifische Werte bestimmen, die neben den vorlagenspezifischen Werten zur Steuerung der Belichtung herangezogen werden.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Bestimmen der in den einzelnen Farben einzeln gesteuerten Kopierlichtmengen beim Kopieren von Farbvorlagen, insbesondere von Farbnegativen, die in Filmen zusammengefasst sind, wobei die Filme bereichsweise fotoelektrisch in den Grundfarben getrennt abgetastet und die Messergebnisse zur Steuerung der Kopierlichtmengen herangezogen werden, dadurch gekennzeichnet, dass für jeden abgetasteten Bereich eine erste Differenz zwischen den Dichtewerten zweier Grundfarben und eine zweite Differenz zwischen den Dichtewerten von einer dieser Grundfarben und der dritten Grundfarbe sowie die mittlere Dichte aus allen drei Grundfarben gebildet werden, dass aufgrund jeweils einer Anzahl von Vorlagen eines Filmes aus der Zuordnung der Farbdichtedifferenzwerte zu den zugehörigen mittleren Dichten Farbdichtedifferenzkurven über der mittleren Dichte aufgestellt werden, und dass die Farbdichtedifferenzkurven von mindestens zwei Grundfarbenpaaren als filmspezifische Werte sowie die Messwerte der einzelnen Vorlage als vorlagenspezifische Werte zur Beeinflussung der Kopierlichtmengensteuerung herangezogen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die abgetasteten Bereiche gegenüber der Grösse der Vorlage klein sind, insbesondere pro Vorlage eine Anzahl von 80 bis 200 Bereiche vorgesehen sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Farbdichtedifferenzkurven durch Mittelung der Farbdichtedifferenzwerte für jeden mittleren Dichtewert ermittelt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Farbdichtedifferenzkurven durch Rechner-einsatz als mathematische Funktion, insbesondere als Polynom 2. oder 3. Grades, vorzugsweise nach der Methode der kleinsten Quadrate, aus den ermittelten Dichtedifferenzen angenähert werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung der Farbdichtedifferenzkurven diejenigen Kopiervorlagen, welche bei einer für das Aufnahmefilmmaterial untypgemässen Beleuchtung aufgenommen worden sind, dadurch ausgeschieden werden, dass die Farbdichtewerte in mehrere Dichtegruppen eingeteilt, die Werte der Gruppe mit den niedrigsten Dichtewerten nicht berücksichtigt und dass aufgrund des Vergleichs der übrigen Dichtewerte und der Anzahl der zu den einzelnen Gruppen gehörenden Dichtewerte mit für die verschiedenen Dichtegruppen fest vorgegebenen Grössen Kunstlichtaufnahmen als solche erkannt und gewertet werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei Kunstlichtaufnahmen der Einfluss der filmspezifischen Werte auf die Kopierlichtmengen in den einzelnen Farben mit Null angesetzt wird und die vorlagenspezifischen Werte aufgrund von Kennwerten von den Farbdichtedifferenzen der einzelnen Dichtegruppen, insbesondere derjenigen hoher Dichte bestimmt werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Farbdichtedifferenzkurven zwischen den Grundfarben blau und grün als Funktion der mittleren Dichte durch ein Polynom zweiten Grades und die Farbdichtedifferenzkurve der Grundfarben rot und grün als Funktion der mittleren Dichten durch ein Polynom dritten Grades approximiert werden.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Grundeichnung mit einer einen grauen Gegenstand als Aufnahmeobjekt aufweisenden Vorlage gleichmässiger Transmissionsdichte in den drei Farben durchgeführt wird.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die die Farbdichtedifferenzkur-

ven beschreibenden Parameter mit gewissen Grenzwerten verglichen und beim Überschreiten dieser Werte als filmspezifische Werte gewisse mittlere, insbesondere von der Filmsorte abhängige Erfahrungswerte verwendet werden.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung der für eine bestimmte Kopiervorlage zutreffenden filmspezifischen Werte aufgrund der mittleren Dichte der Vorlage aus den Farbdichtedifferenzkurven die für diese Vorlage zutreffenden Farbdichtedifferenzen entnommen werden.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die die Farbdichtedifferenzkurven beschreibenden Parameter mit einem Grenzwert C verglichen werden und beim Überschreiten dieser Werte zur Ermittlung der zutreffenden Farbdichtedifferenzwerte aus den Kurven nicht von der mittleren Dichte der Kopiervorlage, sondern von der mittleren Dichte des bildwichtigen Gegenstandes der Kopiervorlage ausgegangen wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichte des bildwichtigen Gegenstandes um einen festen Betrag, insbesondere um 0,2 über der mittleren Dichte der Kopiervorlage liegend angenommen wird.

13. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Farbe der Bereiche hoher mittlerer Dichte geprüft wird und beim Vorliegen blauer oder grauer Farbe in diesen Bereichen als mittlere Dichte ein Wert unter Ausscheiden der Bereiche hoher mittlerer Dichte bestimmt wird und beim Vorliegen von Bereichen roter Farbe als mittlere Dichte die mittlere Dichte der Bereiche hoher mittlerer Dichte angenommen wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Farbe eines Bereiches der Kopiervorlage durch Vergleich der gemessenen Dichtewerte des Bereichs und der aufgrund der Farbdichtedifferenzkurven sowie der mittleren Dichte des Bereichs berechneten filmspezifischen Werte des Bereichs untersucht wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Bestimmung der Farbe von Bereichen hoher Dichte, insbesondere von Bereichen, deren mittlere Dichte über der mittleren Dichte der dichtesten Kopiervorlage des Filmstreifens, auf dem sich der zu untersuchende Bereich befindet, liegt, die dabei benutzten Farbdichtedifferenzkurven aus den berechneten Farbdichtedifferenzkurven und gewissen mittleren, von der Filmsorte abhängigen Erfahrungswerten bestimmt werden.

16. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei Überschreiten gewisser Grenzwerte durch die Kurvenparameter bei der Bestimmung der Kopierlichtmengen die Gewichtung der vorlagenspezifischen oder filmspezifischen Werte verändert, insbesondere für vorlagenspezifische Werte auf den Faktor 0,25 verringert wird.

17. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gewichte der filmspezifischen und vorlagenspezifischen Werte durch Parameter der zu kopierenden Vorlage, insbesondere von der Differenz der film- und vorlagenspezifischen Dichtewerte, bestimmt werden.

18. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der in einer Kopierstation mittels Antriebes einschwenkbare Farbfilter vorgesehen sind, gekennzeichnet durch eine eine Filmlänge (21) vor der Kopierstation (5) angeordnete Messstation (4), in welcher eine Farbdichten-Messstelle (20) zur Aufnahme der Dichtewerte in den drei Farben vorgesehen ist, welche Dichtewerte an eine Auswert- und Rechenelektronik (17) geleitet werden.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass in der Messstation (4) Abtasteinrichtungen (18, 19) für Filmklebestellen (24) und die Lagen von Vorlagen (22)

kennzeichnenden Marken (23) wie Perforationslöcher oder Kerben vorgesehen sind.

20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswert- und Rechenelektronik (17) als Mikroprozessor mit Speichern für die Bildung der Farbdichtedifferenzkurven (26, 27) und zur Berechnung der erforderlichen Kopierlichtmengen ausgebildet ist.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bestimmen der in den einzelnen Farben einzeln gesteuerten Kopierlichtmengen beim Kopieren von Farbvorlagen, insbesondere von Farbnegativen, die in Filmen zusammengefasst sind, wobei die Filme bereichsweise fotoelektrisch in den Grundfarben getrennt abgetastet und die Messergebnisse zur Steuerung der Kopierlichtmengen herangezogen werden.

Ein weit verbreitetes Verfahren zum Bestimmen der Kopierlichtmengen geht davon aus, dass in aller Regel befriedigende Farbkopien erreicht werden, wenn die Kopierlichtmengen in den drei Farben so gesteuert werden, dass sich in der Kopie unabhängig von der Farbzusammensetzung der Kopiervorlage ein neutrales Grau ergibt. Diese Annahme trifft im wesentlichen zu, sofern in der Kopiervorlage nicht grössere Flächen gleicher Farbe vorkommen, sogenannte Farbdominanten. Tritt eine solche Dominante auf, wird durch sehr ungleiche Bemessung der Kopierlichtmengen in den einzelnen Farben diese Dominante soweit unterdrückt, dass die Kopie wieder ein neutrales Grau ergibt. Im Fall einer solchen Farbdominante wird also das für die Beseitigung von Farbstichen gut geeignete Verfahren der Neutral-Grau-Kompensation ungeeignet.

Bei einem in der deutschen Auslegeschrift 1 914 360 beschriebenen Farbkopierverfahren wird die Neutralgraukompensation nicht auf ein einzelnes Negativ beschränkt, sondern auf eine grössere Anzahl von gleich behandelten Vorlagen, z.B. innerhalb eines Filmes, angewendet. Auf diese Weise wird ein über den ganzen Film oder in einer grösseren Anzahl aufeinanderfolgender Negative desselben Filmes vorhandener Farbstich, der z.B. auf Eigenheiten der Emulsion, auf Lagereinflüsse oder Fehler bei der Entwicklung zurückgeht, ausgeglichen und in einzelnen Bildern vorhandene motivbedingte Farbdominanten werden gut wiedergegeben, da solche in der gleichen Farbe gewöhnlich nur auf einigen Bildern vorhanden sind und somit bei der Aufsummierung der einzelnen Farbwerte kaum ins Gewicht fallen. Es hat sich jedoch gezeigt, dass eine durchwegs zutreffende Steuerung der Farbbeleuchtungen nur aufgrund der Mittelung der Messergebnisse des gesamten Filmes nicht für alle Vorlagen befriedigende Ergebnisse ergibt, wenn die verschiedenen Vorlagen stark unterschiedliche mittlere Dichten aufweisen. Dies liegt daran, dass die Aufnahmematerialien zumeist einen dichteabhängigen Farbfehler aufweisen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren der eingangs genannten Art so auszubilden, dass auch Vorlagen verschiedener mittlerer Dichte optimal automatisch kopiert werden können.

Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 beschriebene Erfindung gelöst.

Durch die erfindungsgemässe Bestimmung der Farbdichtedifferenzkurven des Aufnahmematerials, auf dem sich die zu kopierende Vorlage befindet, aus welchen für die zu kopierende Vorlage filmspezifischen Werte bestimmt werden, und die erfindungsgemässe Kombination dieser Werte mit Messwerten der zu kopierenden Vorlage wird durch Anwendung der sogenannten Neutralgraukompensation erreicht, dass sowohl die von dem Aufnahmematerial der Kopiervorlage be-

dingten Farbabweichungen (filmspezifische Fehler) als auch die vom Aufnahmemotiv bedingten Farbabweichungen, z.B. für das Aufnahmematerial untypgemässe Aufnahmebeleuchtung (bildspezifische Fehler), korrigiert werden.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird folgendermassen verfahren, wobei zur Vereinfachung die nachfolgenden Abkürzungen gelten sollen:

b = blaue Farbdichte

g = grüne Farbdichte

10 r = rote Farbdichte

d = mittlere Dichte, d.h. Mittelwerte über die drei

Farbdichten in blau, grün und rot

bg = b-g

rg = r-g

15 br = b-r

p = Werte, die sich auf einen Teilbereich einer Kopiervorlage beziehen

v = Werte, die sich auf die gesamte Kopiervorlage beziehen

20 f = Werte, die sich auf einen Filmstreifen beziehen, der von den Kopiervorlagen gebildet wird.

k = Werte, die zur endgültigen Kopierlichtmengenbestimmung benutzt werden.

Ausgangspunkt des Verfahrens ist das sogenannte Grau-

25 äquivalenzprinzip, das besagt, dass bei der überwiegenden Zahl von Vorlagen das Licht in den drei Farben blau, grün und rot in einem festen Verhältnis zueinander steht. Demzufolge muss auch das Verhältnis der Transparenzen der Kopiervorlagen, dem entspricht die Differenz der optischen

30 Dichten, in den Farben blau, grün und rot einen festen Wert besitzen. Ausnahmen bilden Kopiervorlagen, die entweder einen vom Grauäquivalenzprinzip besonders stark abweichenden Aufnahmegegenstand zeigen (Farbdominante) oder bei einer für das Aufnahmematerial unspezifischen Beleuchtung

35 aufgenommen wurde. Im letzten Fall spricht man von einem Beleuchtungsfarbstich. Dieser tritt bei einem Farbnegativ besonders stark auf, das auf Tageslicht abgestimmt ist, dessen Aufnahmegegenstand aber mit Kunstlicht beleuchtet wurde.

Ausser bei diesen Ausnahmen gilt die obenerwähnte Gleich-

40 heit der Farbdichtedifferenzen der Kopiervorlagen innerhalb eines Filmstreifens nur für Kopiervorlagen gleicher mittlerer Dichte, wobei diese Grösse als arithmetisches Mittel der drei Farbdichten definiert ist. In dem Ausführungsbeispiel soll da-

von ausgegangen werden, dass die Messung der Farbdichten

45 in mehreren Teilbereichen einer Kopiervorlage erfolgt. Es wird aber ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Aufteilung der Kopiervorlagen in Teilbereiche keine zwingende

Notwendigkeit zur Durchführung des Verfahrens ist, im Extremfall kann ein Bereich einer ganzen Kopiervorlage ent-

50 sprechen.

Jedem dieser Bereiche kann man zwei Wertepaare (pbg, pd) und (prg, pd) zuordnen und aufgrund dieser Wertepaare

in dem von den Aufnahmen eines Filmes benutzten Belichtungs-

bereich einen Zusammenhang zwischen den Farbdichtedifferenzen bg und rg einerseits und der mittleren Dichte d andererseits herstellen. Dieser Zusammenhang beschreibt das

Farbverhalten des Aufnahmematerials, das näherungsweise durch eine mathematische Funktion dargestellt werden kann.

Zu Beginn des Auswertvorgangs der Messwerte einer

60 Kopiervorlage wird durch arithmetische Mitteilung über sämtliche Werte pd der Vorlage die Grösse vd berechnet, welche die mittlere Dichte einer Kopiervorlage beschreibt.

Bei der nun folgenden Ermittlung der Farbdichtedifferenzkurven FDDK sollen Messwerte von Kopiervorlagen,

65 die bei einer für das Aufnahmematerial untypischen Aufnahmebeleuchtung entstanden, oder solche Messwerte, die durch ein stark gefärbtes Aufnahmeobjekt beeinflusst werden, ausgeschlossen werden.

Die Erkennung dieser beiden Ausnahmen wird im folgenden beschrieben. Eine Kunstlichtaufnahme erkennt man am besten durch die von anderen Aufnahmen sehr stark abweichenden Farbdichtedifferenzen br , da sich in einem solchen Fall die Intensitäten der Aufnahmebeleuchtung in den blauen und roten Spektralbereichen sehr stark von denjenigen der Tageslichtbeleuchtung unterscheiden. In dem weniger häufigen Fall von Tageslichtaufnahmen auf Aufnahmestoff, welches auf Kunstlichtbeleuchtung abgestimmt ist, gilt das gleiche Verfahren nur mit entgegengesetztem Vorzeichen.

Zunächst werden die Messwerte der Teilbereiche, für die gilt

$$pd < \text{mind}$$

bei der weiteren Untersuchung nicht berücksichtigt. Dabei ist «mind» eine Grösse, die um einen gewissen Betrag, in einem bevorzugten Beispiel 0,06, grösser ist als der Wert d des unbelichteten Aufnahmestoffes. Damit werden die Messwerte solcher Teilbereiche von der Bestimmung der Kunstlichtaufnahmen ausgeschlossen, die überhaupt nicht oder nur sehr schwach belichtet wurden, da diese sich bei Kunst- und Tageslichtaufnahmen nicht unterscheiden und somit zur Unterscheidung der Kopiervorlagenarten nicht beitragen können. Für die verbleibenden Messwerte einer Kopiervorlage werden die Werte br untersucht. Da sich die Abweichungen bei Kunstlichtaufnahmen gegenüber Tageslichtaufnahmen umso grösser darstellen, je stärker ein Teilbereich belichtet wurde, werden die verbleibenden Messwerte zunächst aufgrund der mittleren Dichte pd in mehrere Klassen, vorzugsweise zwei, unterteilt. In diesem Fall werden die Messwerte derjenigen Teilbereiche einer Klasse $K1$ zugeordnet, für die gilt: $pd \leq dK1$, wobei $dK1$ ein fest vorgegebener Wert ist, der in einem speziellen Fall 0,2 über der mittleren Dichte des unbelichteten Aufnahmestoffes liegt. Die übrigen Teilbereiche der Kopiervorlage werden der zu $K1$ komplementären Klasse $K2$ zugeordnet. Innerhalb dieser Klassen werden die Messwerte nach zwei Unterklassen $UK1$ und $UK2$ unterschieden. Für die Messwerte von $UK1$ gilt: $pbr < K1,2br$, während $UK2$ die dazu komplementären Messwerte der Klasse $K1,2$ enthält. Dabei sind $K1,2br$ fest vorgegebene Vergleichsgrössen, die in einem bevorzugten Fall 0,7 und 1 betragen.

Diese Unterklassen werden fortan mit $UK(I, J)$ bezeichnet, wobei I die bisherigen Klassen und J die bisherigen Unterklassen indiziert. Die $UK(1, J)$ enthalten die weniger dichten, die $UK(2, J)$ die dichteren Teilbereiche. Die $UK(1, 1)$ enthält Teilbereiche, von denen aufgrund ihrer Farbdichtedifferenzen pbr anzunehmen ist, dass die Aufnahmebeleuchtung vom Tageslicht abwich und dass daher die Grösse pbr im Gegensatz zu denen anderer Teilbereiche kleiner ist als die Vergleichsgrösse $K1,2br$. Innerhalb der vier Unterklassen $UK(I, J)$ wird nur der arithmetische Mittelwert der Grössen pbr gebildet. Dadurch erhält man die entsprechenden Werte $UKbr(I, J)$. Ausserdem wird die Anzahl Z der Teilbereiche, die einer Unterklasse zugeordnet wurden, festgestellt: $ZUK(I, J)$. Für eine Kopiervorlage existieren demnach 8 Werte: $UKbr(I, J)$ und $ZUK(I, J)$. Eine Kopiervorlage wird nun als Kunstlichtaufnahme klassifiziert, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind.

$$\begin{aligned} ZUK(1,1) &\geq ZUK(1,2) \\ ZUK(2,1) &\geq ZUK(2,2) \\ UKbr(i,1) &< brmin(I,1). \end{aligned}$$

Dabei soll das Gleichheitszeichen nur gelten, wenn $ZUK(1,1) = 0$ ist, wobei $brmin(I,1)$ fest vorgegeben ist.

Für Kopiervorlagen, die auf diese Weise als Kunstlicht-

aufnahmen klassifiziert worden sind, werden die Grössen $UKbg(J,1)$ und $UKrg(I,1)$ durch Mittelung über die Werte pbg und prg der zu $UK(I,1)$ gehörenden Teilbereichen berechnet. Im weiteren Rechengang werden sie abweichend von den übrigen Kopiervorlagen wie folgt behandelt: Ist nur eine der beiden Unterklassen $UK(I,1)$ besetzt, so gilt:

Wenn $ZUK(1,1) \neq 0$ und $ZUK(2,1) = 0$, dann ist $vbg = UKbg(1,1)$ und $vrg = UKrg(1,1)$;

wenn $ZUK(1,1) = 0$ und $ZUK(2,1) \neq 0$, dann ist $vbg = UKbg(2,1)$ und $vrg = UKrg(2,1)$.

Sind beide $UK(I,1)$ besetzt, so gilt:

$$vbg = [(1-c1) \cdot UKbg(1,1) + c1 \cdot UKbg(2,1)] \cdot vrg$$

(analog).

$c1$ ist ein frei wählbarer Parameter zwischen 0 und 1 und soll bei dem Ausführungsbeispiel 0,5 betragen. Aus den Werten vbg und vrg werden die Kopierlichtmengen auf die später beschriebene Weise bestimmt.

Die Messwerte der übrigen Kopiervorlagen werden daraufhin untersucht, ob sie folgende Bedingungen erfüllen:

$$\begin{aligned} \minbg &\leq pbg \leq \maxbg \\ \minrg &\leq prg \leq \maxrg. \end{aligned} \quad (2)$$

Minimal- und Maximalgrössen von bg bzw. rg werden derart gewählt, dass alle Farbdichtedifferenzen pbg und prg , die durch einen Farbstich des Aufnahmestoffes und nicht sehr stark gefärbte Aufnahmegegenstände hervorgerufen werden, die obigen Bedingungen erfüllen. Die Werte pbg und prg , die den Bedingungen (2) nicht genügen, werden durch besonders stark gefärbte Aufnahmeobjekte bedingt (Farbdominanten) und daher bei der Bestimmung der FDDK nicht berücksichtigt. Für jede Kopiervorlage werden vorlagenspezifische Werte vbg und vrg bestimmt, indem über die Werte pbg und prg der Teilbereiche einer Vorlage gemittelt wird, die die Bedingungen (2) erfüllen. Ausserdem werden die Werte pbg und prg dieser Teilbereiche als Funktion von pd in jeweils ein Diagramm eingetragen (Fig. 3). Auf diese Art und Weise werden alle Kopiervorlagen eines Filmes, die nicht als Kunstlichtaufnahmen qualifiziert wurden, behandelt, so dass nach Aufarbeitung der Messwerte eines Filmes für jede Kopiervorlage die Werte vbg , vrg und vd sowie für den Film zwei Diagramme der Werte zur Verfügung stehen.

Der Zusammenhang zwischen den Grössen pbg und prg sowie pd wird durch eine mathematische Funktion approximiert. Als Nebenbedingung wird in einem Ausführungsbeispiel vorgegeben, dass die Werte pbg und prg der Messwerte mit dem kleinsten pd innerhalb eines Filmes als fest angenommen wird; d.h., die Kurve der approximierten mathematischen Funktion muss durch die entsprechenden Werte der grafischen Darstellung gehen. Dies geschieht unter der Annahme, dass dieser Messwert die Farbdichtedifferenzen von unbelichtetem Aufnahmestoff beschreibt. Ausserdem werden nur solche Messwerte zur Ermittlung der mathematischen Funktion benutzt, deren Wert $pd \leq vd$ der Kopiervorlage mit dem grössten vd innerhalb eines Filmes ist. Dadurch wird verhindert, dass das Approximationsverfahren durch einzelne Messwerte sehr hoher Dichte pd beeinflusst wird. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die bg -Kurve durch ein Polynom zweiten Grades, die rg -Kurve durch ein Polynom dritten Grades approximiert.

Dieser Rechenvorgang erfolgt zweckmässigerweise durch einen Rechner, insbesondere einen Mikroprozessor, der aufgrund der vorhandenen Farbdichtedifferenzwerte in Zuordnung zur zugehörigen mittleren Dichte die Polynomkurve nach der Methode der kleinsten Quadrate in mehreren Durchläufen immer besser an die Idealfunktion annähert. Ein solches Rechenverfahren ist beschrieben in der Zeitschrift

Soc. In dust. Appl. Math. Rev. 1961 von Peck, J. E. L., unter dem Titel «Polynomial curve fitting with constraint». Ein Algorithmus zur Programmierung dieses Rechenverfahrens ist allgemein bekannt.

Über diese Polynomfunktion werden also für die Farbeigenschaften des Aufnahmемaterials oder -films die sieben Parameter $c0,1,2bg$ und $c0,1,2,3rg$ bestimmt, welche die FDDK beschreiben.

In einer Verfeinerung des Verfahrens werden für die zur Approximation benutzten Messwerte die Grössen

$$\begin{aligned} ppbg &= c0bg + c1bg \cdot pd + c2bg \cdot (pd)^2 \\ pprg &= c0rg + c1rg \cdot pd + c2rg \cdot (pd)^2 + c3rg \cdot (pd)^3 \end{aligned} \quad (3)$$

berechnet. Messwerte, deren Grössen pbg und prg den Bedingungen

$$\begin{aligned} pbg - ppbg &< a1 \\ prg - pprg &< a2 \end{aligned}$$

nicht genügen, d.h., deren Werte pbg und prg sehr stark von den approximierten Kurven abweichen, werden bei einer weiteren Approximation der oben beschriebenen Art nicht berücksichtigt. In einem bevorzugten Beispiel seien $a1,2 = 0,3$ und die Anzahl der durchlaufenden Rechenzyklen 2. Nach Abschluss der Bestimmung der Parameter $c0,1,2bg$ und $c0,1,2,3rg$ wird geprüft, ob besonders die Grösse $c1bg$ einen gewissen Grenzwert $kippc1bg$, in einem speziellen Beispiel $kippc1bg = 1,0$, nicht überschreitet. Ist dies der Fall, so wird der Film als ein solcher mit einem besonders starken dichteabhängigen Farbfehler erkannt und mit dem Index KIP versehen. Eine gleiche Prüfung kann auch für die übrigen Parameter $c0,2bg$ und $c0,1,2,3rg$ durchgeführt werden.

Des weiteren wird geprüft, ob die Parameter gewisse Grenzwerte nicht überschreiten. Diese Grenzwerte beschreiben die maximalen Schwankungen der Farbeigenschaften der zu kopierenden Filme. Werden sie überschritten, so ist anzunehmen, dass zur Approximation der FDDK trotz der Abfrage nach den Gleichungen (2) Messwerte von Teilbereichen mit besonders stark gefärbten Aufnahmeobjekten beigetragen haben, die jedoch ausgeschlossen werden sollten. Dies kann besonders bei Teilbereichen mit grünen Aufnahmeobjekten der Fall sein. Wenn also in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel

$$\begin{aligned} c1bg &< c1bg_{\text{Grenze}} = 0,2 \\ c2bg &> c2bg_{\text{Grenze}} = 0,2 \\ c1rg &< c1rg_{\text{Grenze}} = -1,0 \\ c2rg &> c2rg_{\text{Grenze}} = 1,0 \\ c3rg &< c3rg_{\text{Grenze}} = -0,2 \end{aligned} \quad (4)$$

gilt, wird der betreffende Film mit dem Index GF versehen.

Nach diesen Prüfungen existieren nun folgende Arten von 50 Filmen:

1. nicht indizierte
2. mit KIP indizierte
3. mit GF indizierte.

Bei Filmen, die nicht indiziert wurden, wird für Kopiervorlagen, die nicht als Kunstlichtaufnahmen qualifiziert wurden, aufgrund der mittleren Dichte vd und der Parameter $c0,1,2bg$ und $c0,1,2,3rg$ die für diese Kopiervorlage charakteristische Farbdichtedifferenzen wie folgt berechnet:

$$\begin{aligned} fbg &= c0bg + c1bg \cdot vd + c2bg \cdot (vd)^2 \\ frg &= c0rg + c1rg \cdot vd + c2rg \cdot (vd)^2 + c3rg \cdot (vd)^3. \end{aligned} \quad (5)$$

Für Filme, die mit KIP indiziert wurden, werden fbg und frg nicht aufgrund der mittleren Dichte vd , sondern einer Grösse berechnet, welche die mittlere Dichte des bildwichtigen Gegenstandes beschreibt. Da die Dichte bildwichtiger

Teile bei Farbnegativfilmen meist über der mittleren Dichte liegt, kann in einem einfachen Fall in (5) für vd eine Dichte des bildwichtigen Gegenstandes $wvd = vd + 0,2$ benutzt werden. Ein derartiges Verfahren ergibt schon eine deutliche Verbesserung bei vielen Kopien, führt allerdings bei den wenigen 5 Kopiervorlagen, bei denen die Dichte des bildwichtigen Gegenstandes kleiner ist als die mittlere Dichte der Kopiervorlage zu einer Verminderung der Kopierqualität. Daher kann in einer weiteren Verfeinerung des Verfahrens aufgrund einer 10 Analyse der Messwerte der Kopiervorlage die Grösse wvd bestimmt werden, wie sie im folgenden beschrieben wird.

Im allgemeinen existieren zwei Aufnahmetypen, bei denen sich die mittlere Dichte vd der Kopiervorlage deutlich von der Dichte des bildwichtigen Gegenstandes wvd unterscheidet:

1. Landschaftsaufnahmen mit grossen Teilen Himmel, der im Negativ hohe Dichten besitzt. In diesem Fall sollen diese Teilbereiche bei der Festlegung der mittleren Dichte der Kopie wenig berücksichtigt werden, da die Dichte der bildwichtigen Teile (Landschaft) kleiner ist. Ähnliches gilt für Aufnahmen mit Schnee. In beiden Fällen ist es günstig, die Dichte dieser Bildteile in der Kopie so zu gestalten, dass sie im oder 20 nahezu im Schleier liegt.

2. Blitzlichtaufnahmen mit Hautpartien, speziell Gesichter. Diese Bildteile besitzen im Negativ Dichten, die deutlich 25 über der mittleren Dichte der Kopiervorlage liegen. In den Kopien sollte die Dichte dieser Bildteile aber deutlich über dem Schleier liegen, nämlich so, dass die abgebildeten Gegenstände mit deutlichen Konturen wiedergegeben werden.

Zur Unterscheidung dieser beiden Aufnahmetypen können die FDDK in vorteilhafter Weise benutzt werden. Im ersten Fall besitzen die Teilbereiche der Kopiervorlage mit hoher Dichte eine neutralgraue bis blaue Farbe, während im zweiten Fall die Hautpartien eine rote Farbe aufweisen. Zunächst werden die Teilbereiche ermittelt, deren $pd > vd + a3$ 35 mit $a3 = 0,5$ ist. Sodann werden für solche pd aufgrund von (3) $ppbg$ und $pprg$ berechnet und die Differenzen $hbg = ppbg - pbg$ und $hrg = pprg - prg$ gebildet. Gilt nun $hbg \leq 0$ und $hrg \approx 0$, d.h., liegt ein Übergewicht der blauen Farbdichte vor, so handelt es sich um eine Aufnahme des Typs 1. Gilt dagegen $hrg < 0$ und $hbg \approx 0$, d.h., liegt ein Übergewicht der roten Farbdichte vor, so handelt es sich um eine Aufnahme des Typs 2. In den anderen Fällen wird die mittlere Dichte der Kopie aufgrund der mittleren Dichte der Kopiervorlage vd bestimmt. Bei Aufnahmen des Typs 1 wird die Grösse wvd durch Mittelung über pd bei Nichtberücksichtigung der 45 Messwerte der Teilbereiche hoher Dichte bestimmt, während bei Aufnahmen des Typs 2 wvd durch Mittelung über die Grösse pd der Messwerte der Teilbereiche hoher Dichte berechnet wird.

In einer Verfeinerung dieses Verfahrens werden besonders bei Teilbereichen, deren mittlere Dichte über der mittleren Dichte der dichtesten Kopiervorlage des zu kopierenden Filmes liegt, zur Bestimmung der Farbe nicht nur die berechneten FDDK herangezogen, sondern auch gewisse Erfahrungswerte, die das mittlere Farbverhalten der zu kopierenden Filme berücksichtigen, indem man beispielsweise beide Werte stetig ineinander übergehen lässt. Dadurch wird verhindert, dass besonders in Bereichen hoher mittlerer Dichte, in denen 50 nur wenig Messwerte zur Berechnung der FDDK beitragen, die Bestimmung der Farbe der Teilbereiche von einigen wenigen Messwerten zu stark beeinflusst wird. Bei Filmen, die mit GF indiziert wurden, werden die filmspezifischen Werte fbg und frg nicht nach (5) berechnet, da in diesem Fall die dort benutzten Parameter von stark gefärbten Aufnahmegegenständen beeinflusst wurden. Daher werden in diesem Fall fbg und frg aus den FDDK bestimmt, die sich aus dem mittleren Kopieverhalten der zu kopierenden Filme ergeben. Diese

FDDK werden dem Rechner fest vorgegeben, z.B. in Form einer Tabelle.

Am Ende dieser Messwertanalyse stehen für alle Kopier-
vorlagen die vorlagespezifischen Grössen vd , vbg und vrg und
für Kopiervorlagen, die nicht als Kunstlichtaufnahmen er-
kannt wurden, zusätzlich die filmspezifischen Grössen fbg
und frg zur Verfügung. Die Grössen fbg , frg , vbg und vrg be-
stimmen die Kopierlichtmengenverhältnisse und damit die
Farbe der Kopie, während die Grösse vd die Dichte der Ko-
pie bestimmt.

Aufgrund dieser Grössen werden kb , kg und kr berechnet,
die die Kopierlichtmengen in blau, grün und rot steuern. Für
Kopiervorlagen, die als Kunstlichtaufnahmen qualifiziert
wurden, berechnen sich diese Grössen beispielsweise wie
folgt:

$$\begin{aligned} kg &= (3 \cdot vd - vbg - vrg) / 3 \\ kb &= kg + vbg \\ kr &= kg + vrg \end{aligned}$$

Bei den anderen Kopiervorlagen berechnen sich kb , kg
und kr wie folgt:

$$\begin{aligned} fg &= (3 \cdot vd - fbg - frg) / 3 \\ fb &= fg + fbg \\ fr &= fg + frg \\ vg &= (3 \cdot vd - vbg - vrg) / 3 \\ vb &= vg + vbg \\ vr &= vg + vrg \\ kb + a4b \cdot fb + (1 - a4b) \cdot vb \\ kg &= a4g \cdot fg + (1 - a4g) \cdot vg \\ kr &= a4r \cdot fr + (1 - a4r) \cdot vr \end{aligned}$$

Die Grössen $a4b, g, r$ bestimmen den jeweiligen Anteil der
film- und vorlagespezifischen Werte. Sie können fest vorgege-
ben oder von der Analyse der Kopiervorlagen beeinflusst
werden. In dem Ausführungsbeispiel werden die Grössen
 $a4b, g, r$ bei Kopiervorlagen, die zu mit GF indizierten Filmen
gehören, gleich 0,75 gesetzt, d.h., die filmspezifischen Werte
werden stärker bewertet, als die vorlagespezifischen, da bei
diesen Kopiervorlagen die vorlagespezifischen Werte von
der Farbe der Aufnahmegegenstände beeinflusst werden. In
den anderen Fällen werden $a4b, g, r = 0,5$ gesetzt.

In einer vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens sind
die Wichtungsfaktoren $a4b, g, r$ nicht Konstante, sondern
Funktionen von $fbg - vbg$ und $frg - vrg$, d.h. bei einer starken
Differenz zwischen den Dichtedifferenzen der Kopiervorlage
und den entsprechenden Werten der FDDK kann $a4b, g, r$
grösser als 0,5 vorgegeben werden. Es werden dann die film-
spezifischen Daten stärker gewertet, aus der Erfahrung her-
aus, dass zum Beispiel bei einem Überwiegen des Grünanteils
in den vorlagespezifischen Daten in aller Regel eine grüne
Dominante durch das Aufnahmeobjekt gegeben ist. Durch
das stärkere Bewerten der filmspezifischen Daten wird dann
der Einfluss dieser Farbdominante auf der Kopie reduziert.

Aus den Grössen kb, g, r werden die Kopierlichtmengen
bestimmt, die in dem Ausführungsbeispiel über die Belich-
tungszeiten tb, g, r gesteuert werden. Die zum Kopieren ver-
wendete Kopiereinrichtung wird in einer Grundeichung der-
art eingestellt, dass sie mit den Zeiten $t0b, g, r = t0$ von einer
Vorlage der gleichmässigen Transmissionsdichten $d0b, g, r$, die
durch Kopieren eines grauen Gegenstandes auf das Vorlagen-
material entstand, eine Kopie erzeugt wird, die ein zum Ge-
genstand identisches Grau zeigt. Der Gegenstand kann auch
eine andere zu reproduzierende Farbe aufweisen, doch gestal-
tet sich der Eichvorgang bei einem grauen Gegenstand beson-
ders einfach. Die Kopierbelichtungszeiten einer Kopiervorla-
ge werden nun wie folgt bestimmt:

$$tb, g, r = t0 \cdot 10(\exp(kb, g, r - d0b, g, r)).$$

Eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens ist
anhand von Figuren dargestellt. Es zeigen:

Figur 1 eine Prinzipskizze des erfindungsgemässen Ko-
piergerätes;

Figur 2 eine Teilansicht des in Figur 1 dargestellten Vorla-
genbandes; und

Figuren 3a, 3b Farbdichtedifferenzkurven für die Dichte-
differenzen rot - grün und blau - grün.

In Figur 1 ist mit 1 ein Vorlagenband bezeichnet, das aus
einer Vielzahl von einzelnen, aneinandergeklebten Filmen be-
steht. Das Vorlagenband 1 läuft von einer Abwickelspule 2
durch eine nicht dargestellte Transporteinrichtung zu einer
Aufwickelspule 3, wobei es eine Messstation 4 und eine Ko-
pierstation 5 durchläuft. Die Messstation 4 liegt zweckmäss-
erweise eine Filmlänge vor der Kopierstation 5. Dieser Ab-
stand wird entweder durch eine entsprechend entfernte An-
ordnung der Messstation 4 vor der Kopierstation 5 oder
durch einen Schleifenlauf des Vorlagenbandes bewirkt.

Von der Kopierstation sind lediglich eine Lichtquelle 6,
eine Vorlagenbühne 7, eine Optik 8, das lichtempfindliche
Material 9 sowie drei subtraktive Farbfilter 10, 11, 12 darge-
stellt, welche zwischen Lichtquelle 6 und Vorlagenbühne 7
angeordnet sind. Die Farbfilter 10, 11, 12 stehen mit Stellmo-
toren 13, 14 bzw. 15 in Verbindung, welche von einer Belich-
tungssteuerung 16 angesteuert werden. Die Belichtungssteu-
erung 16 steht wiederum mit einer Auswert- und Rechenelek-
tronik 17 in Verbindung, in welche die Informationen von der
Messstation einlaufen.

In der Messstation 4 ist eine Klebestellen-Abtastvorrich-
tung 18, eine Kerbstellen- bzw. Perforationslöcher-Abtastung
19 und eine Farbdichten-Messstelle 20 vorgesehen. Die Farb-
dichten-Messstelle 20 misst die optische Dichte der Kopier-
vorlage in den Farben blau, grün und rot aus, wobei für jede
Kopiervorlage Messwerte in den drei Farben von verschiede-
nen Teilbereichen aufgenommen werden.

In Figur 2 ist ein Teil eines Vorlagenbandes 1 wiedergege-
ben, wobei die Verbindung mittels einer Klebstelle 24 zwi-
schen den Enden zweier Filme 21 dargestellt ist. Von den Fil-
men 21 sind die Vorlagen 22 sowie die Perforationslöcher 23
gezeigt.

Statt der Perforationslöcher 23, die der Kennzeichnung
der Lage der einzelnen Vorlagen dienen, können selbstver-
ständlich auch Filme mit ausgeformten Randkerben bei dem
erfindungsgemässen Verfahren verarbeitet werden. Schliess-
lich ist eine Grosskerbe 25 in der Klebestelle 24 dargestellt.

Die Wirkungsweise der anhand der Figur 1 beschriebenen
Vorrichtung ist nun folgendermassen:

Das Vorlagenband 1 wird durch die Transporteinrich-
tung, welche von der Auswert- und Rechananlage 17 gesteu-
ert wird, von der Vorratsrolle 2 abgezogen und der Messsta-
tion 4 zugeführt. Darin wird die Klebestelle 24 von der Kleb-
stellenerkennung 18 abgetastet und das Vorliegen einer Kleb-
stelle und damit das Ende eines Filmes 21 bzw. der Beginn ei-
nes nächsten Filmes der Auswert- und Rechenelektronik 17
gemeldet. In der Messeinrichtung 19 werden Perforationslö-
cher 23 bzw. Kerbstellen festgestellt und ebenfalls der Aus-
wert- und Rechenelektronik 17 als Vorliegen eines kopierfähi-
gen Negativs gemeldet. In der in einem festgelegten Abstand
zur Messeinrichtung 19 angeordneten Farbdichte-Messstelle
20 werden die Kopiervorlagen nach ihrer optischen Dichte in
den Farben blau, grün und rot ausgemessen, wobei für jede
Kopiervorlage in jeder der drei Farben Messwerte von ver-
schiedenen Teilbereichen der Kopiervorlage erstellt werden.
In einem vereinfachten Ausführungsbeispiel kann auch nur
ein Messwert in jeder Farbe für eine Kopiervorlage erzeugt

werden. Diese Messwerte werden ebenfalls der Auswert- und Rechenelektronik zugeführt und dort gespeichert, wobei eine Zuordnung der Messdaten zu einer Kopiervorlage und der Kopiervorlage zu einem Film hergestellt ist.

In der Kopierstation 5 findet der eigentliche Kopiervorgang in üblicher Weise statt, wobei die erste zu kopierende Vorlage eines Filmes erst dann in der Filmbühne 7 der Kopierstation 5 erscheint, wenn die letzte zu kopierende Vorlage desselben Filmes die Messstation 4 verlassen hat und somit alle Messwerte der Vorlage eines Filmes in der Auswert- und Rechenelektronik 17 gespeichert sind. Die Steuerung des Kopierlichtes erfolgt durch die Farbfilter 10, 11, 12, welche mittels ihrer Stellmotore 13, 14, 15 in den Kopierlichtstrahl gebracht werden können, womit die jeweilige Farbbeleuchtung beendet wird. Die Steuerung der Stellmotore 13, 14, 15 erfolgt durch die Auswert- und Rechenelektronik 17 gemäss den oben genannten Verfahrenskriterien.

In den Figuren 3a und 3b sind nun zwei unterschiedliche Farbdichtedifferenzkurven eingetragen. Die einzelnen Kurven haben sich aufgrund der Messung von über 6500 Teilbereichen bzw. Punkten eines Filmes ergeben. Das Verfahren zur Erlangung dieser Kurve ist nun folgendes:

Die in einem Teilbereich oder Punkt gemessene Transparenz in jeder Farbe wird zunächst in einem logarithmischen Analog/Digital-Wandler in einen Dichtewert umgerechnet. Sodann wird von den drei Farbdichtewerten das arithmetische Mittel gebildet und die Differenzen der Farbdichten «rot-grün» und «blau-grün» gebildet. Beträgt beispielsweise die mittlere Dichte 1,5 und die Dichtedifferenz rot-grün 0,521, so wird ein entsprechender Punkt in das Koordinatensystem eingetragen. Ebenso wird in das andere Koordinatensystem gemäss Figur 3b über der Dichte 1,5 die Dichtedifferenz bg im Werte von 0,708 eingetragen. Auf diese Weise wird

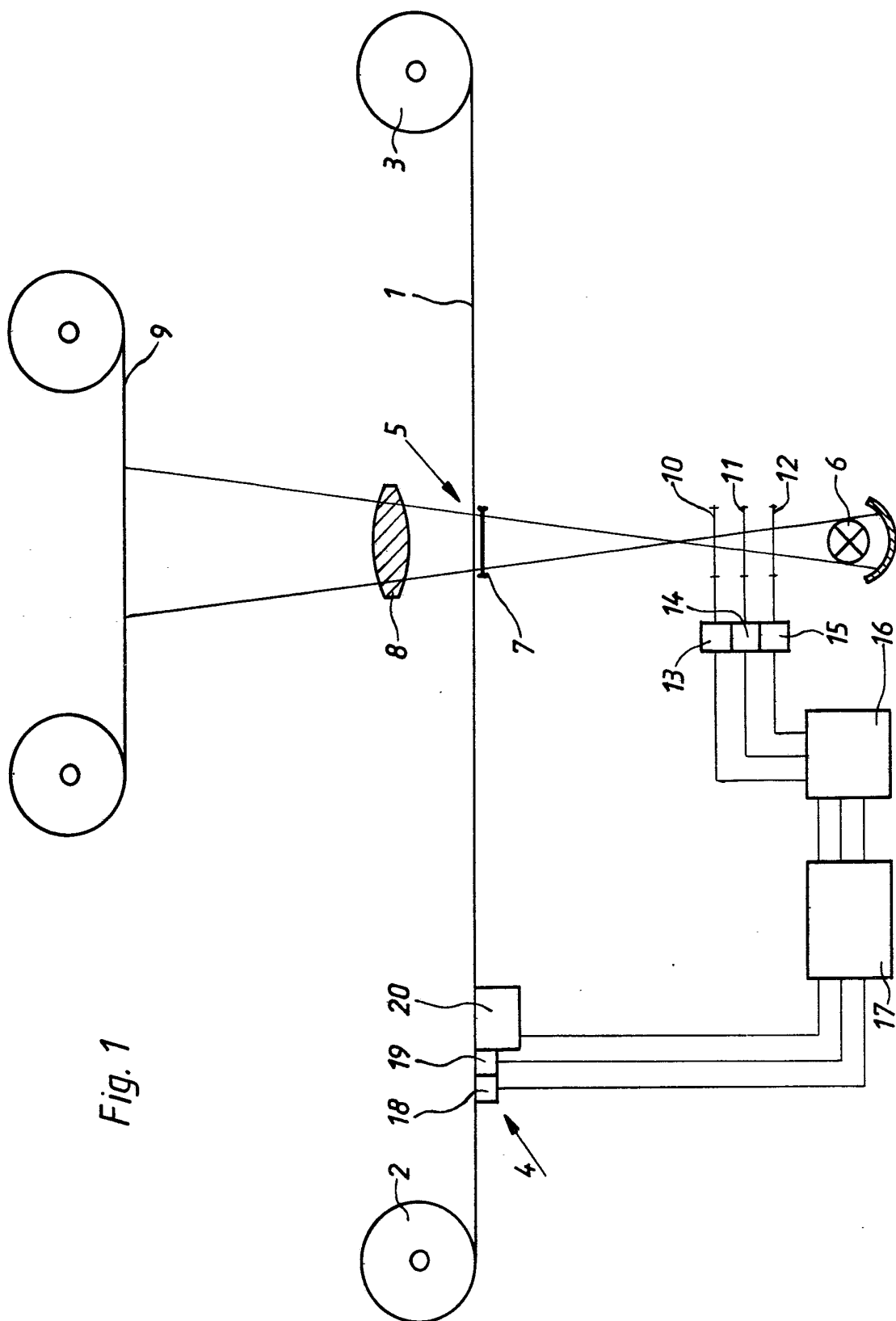
mit jedem abgestasteten Punkt verfahren, wobei es natürlich vorkommen kann, dass die gleichen Dichtedifferenzen über der jeweiligen mittleren Dichte öfters vorkommen. Die dargestellten Farbdichtedifferenzkurven 26 für die rot/grün-Differenz und 27 für die blau/grün-Differenz stellen somit eine Aussage über die Häufigkeit der einzelnen Farbdichtedifferenzen gegenüber der mittleren Dichte dar. Dieser Vorgang wird im Rechner 17 durchgeführt, in welchem auch die mathematische Funktion nach dem oben angegebenen Rechenverfahren als Polynom dritten bzw. zweiten Grades approximiert wird.

Zweckmässigerweise kann die Auswert- und Rechenelektronik als Mikroprozessor mit Speichern für die Bildung der Farbdichtedifferenzkurven und zur Berechnung der erforderlichen Kopierlichtmengen ausgebildet sein.

Die erfindungsgemässe Ermittlung der filmspezifischen Werte kann in gleicher Weise auch erfolgen, wenn der Träger der in gleicher Weise behandelten Vorlagen nicht ein Streifen, sondern z.B. eine Kreisscheibe ist.

In den bisherigen Ausführungen zu der Erfindung wird ausschliesslich die Anwendung des Erfindungsgedankens auf das zur Zeit übliche Verfahren des Kopierens von Farbvorlagen, bei dem die Farbvorlage als ganzes kopiert wird, berücksichtigt. Die Erfindung ist aber auch auf Kopierverfahren anwendbar, bei denen eine Vorlage bereichsweise, bei einem Laserkopiergerät speziell punktwise kopiert wird. Bei der Ermittlung der Kopierlichtmengenverhältnisse der zu kopierenden Bereiche bzw. Punkte wird dann entsprechend der Vorgehensweise verfahren, die in dem Anwendungsbeispiel des Kopierens einer Farbvorlage im zur Zeit üblichen Verfahren beschrieben wurde. In diesem Fall besteht die zu kopierende Vorlage aus dem entsprechenden Bildbereich bzw. Bildpunkt.

Fig. 1



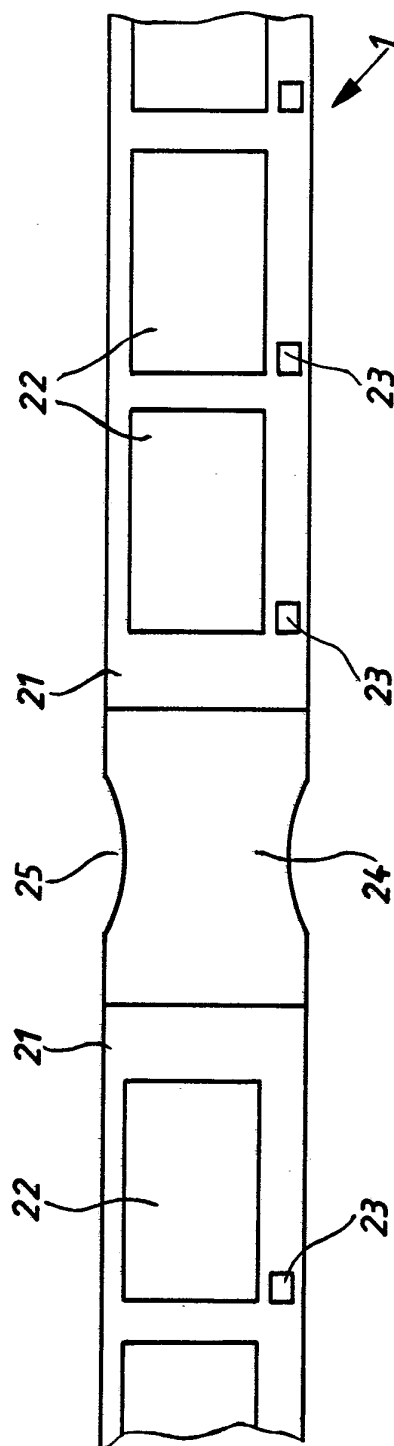


Fig. 2

Dichtedifferenz
rot-grün

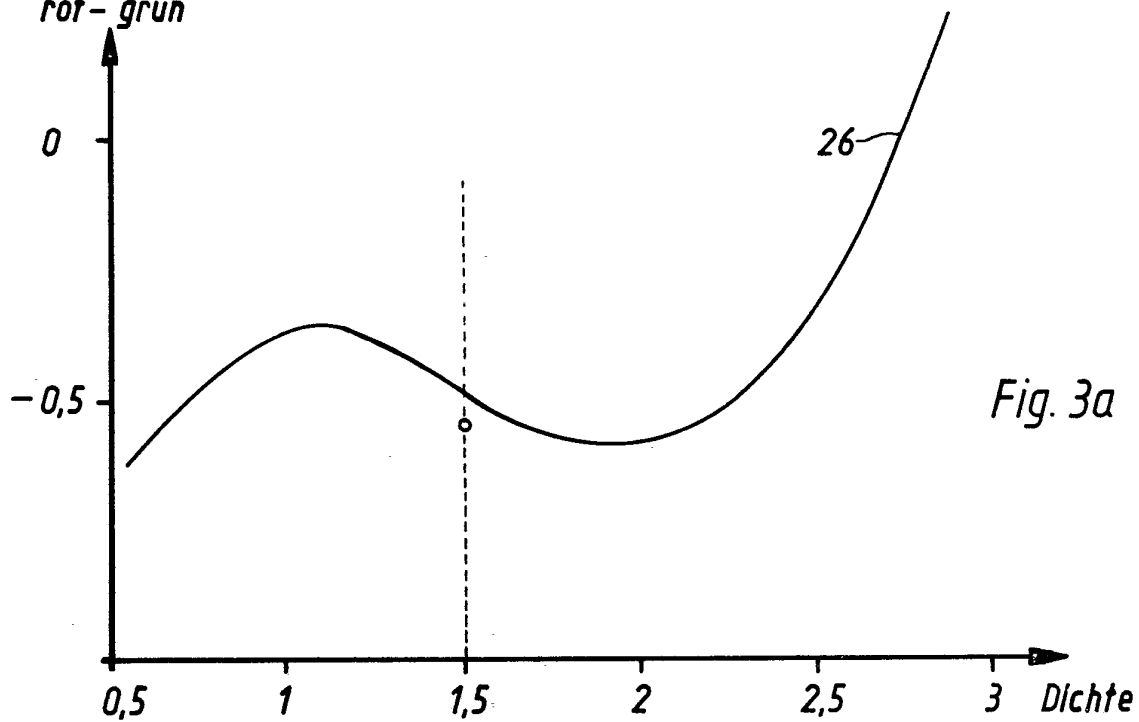


Fig. 3a

Dichtedifferenz
blau-grün

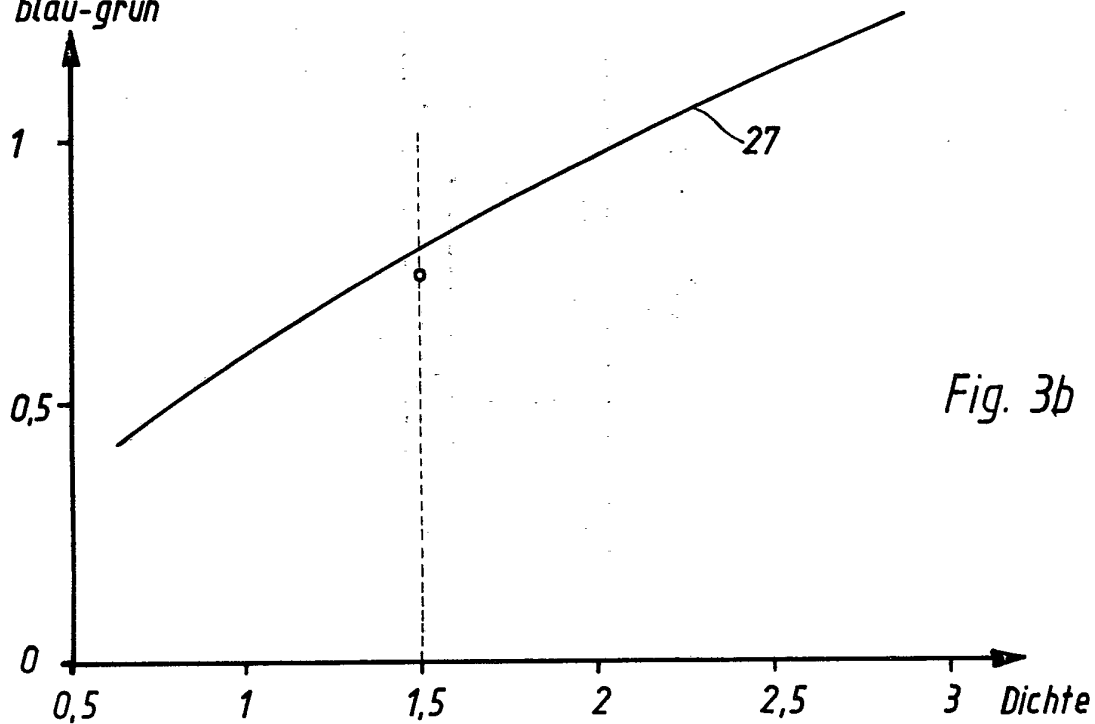


Fig. 3b