

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

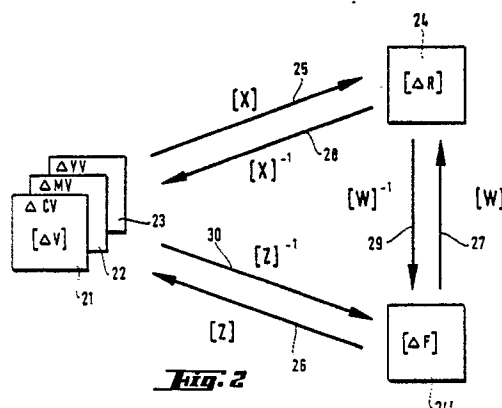
(11) Veröffentlichungsnummer: **0 408 507 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(21) Anmeldenummer: **90810513.3**(51) Int. Cl.⁵: **B41F 33/00**(22) Anmeldetag: **05.07.90**(30) Priorität: **14.07.89 CH 2646/89****CH-8105 Regensdorf(CH)**(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.01.91 Patentblatt 91/03(72) Erfinder: **Ott, Hans**
Ostring 54
CH-8105 Regensdorf(CH)(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI(71) Anmelder: **GRETAG Aktiengesellschaft**
Althardstrasse 70(74) Vertreter: **Kleewein, Walter, Dr. et al**
Patentabteilung CIBA-GEIGY AG Postfach
CH-4002 Basel(CH)

(54) **Verfahren zur Bestimmung der Farbmesszahlendifferenzen zwischen zwei mit Hilfe einer Druckmaschine gedruckten Rasterfeldern sowie Verfahren zur Farbsteuerung oder Farbregelung des Druckes einer Druckmaschine.**

(57) Bei einem Verfahren zur Qualitätsbeurteilung von Drucken und zur Farbsteuerung oder Farbregelung einer Druckmaschine werden Rasterfelder, vorzugsweise Graubalancefelder, mit Hilfe eines Densitometers abgetastet. Die sich bei vergleichenden Messungen ergebenden Rasterdichtedifferenzen (24) werden mit Hilfe einer experimentell bestimmten Transformationsmatrix in Farbmaßzahlendifferenzen (24) eines empfindungsmäßig gleichabständig abgestuften Farbraumes transformiert, so daß einerseits die Vorteile genutzt werden können, die sich durch eine Qualitätsbeurteilung in einem echten Farbmaßsystem statt in einem densitometrischen Maßsystem ergeben und andererseits der Einsatz von Regelstrategien möglich ist, die ein Farbmaßsystem, wie beispielsweise das L*a*b*-System oder das LUV-System benötigen. Die Transformationsmatrix wird experimentell dadurch bestimmt, daß ein Referenz-Eichdruck sowie mehrere Zusatz-Eichdrucke erzeugt werden, die jeweils ein Graubalancefeld und drei Volltonfelder aufweisen. Bei jedem Zusatz-Eichdruck ist die Schichtdicke eines anderen Volltonfeldes vergrößert. Durch Erfassen der Farbmaßzahlendifferenzen und der Rasterdichtedifferenzen und Einsetzen derselben in ein Gleichungssystem, das den Zusammenhang zwischen den Rasterdichtedifferenzen und den Farbmaßzahlendifferenzen angibt, können die Elemente der Transformationsmatrix bestimmt werden, die den Zusammenhang zwischen Rasterdichteänderungen und zugeordneten Farbmaßzahländerungen beschreibt.



VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DER FARBMASZAHLDIFFERENZEN ZWISCHEN ZWEI MIT HILFE EINER DRUCKMASCHINE GEDRUCKTEN RASTERFELDERN SOWIE VERFAHREN ZUR FARBSTEUERUNG ODER FARBREGELUNG DES DRUCKES EINER DRUCKMASCHINE

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Farbmaßzahldifferenzen zwischen zwei mit Hilfe einer Druckmaschine gedruckten Rasterfeldern, insbesondere zwei Graubalancefeldern, durch optisches Abtasten der Rasterfelder und Auswerten des remittierten Lichtes.

Außerdem bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zur Farbsteuerung oder Farbregelung des Druckes einer Druckmaschine, wobei auf den von der Druckmaschine gedruckten Fortdruck-Bögen Meßfelder optisch erfaßt werden, um den Farbabstand des erfaßten Meßfeldes von einem vorgegebenen Soll-Farbort zu bestimmen und aus diesem eine Stellgröße zur Verstellung der Farbführungsorgane der Druckmaschine zu erzeugen, damit unerwünschte Farbabweichungen bei den mit der neuen Farbführungseinstellung anschließend gedruckten Fortdruck-Bögen minimal werden.

Verfahren dieser Art sind aus der EP-A 228 347, der DE-A1 36 26 423.7 und der EP-A2 196 431 bekannt.

Verfahren der eingangs genannten Art zur Bestimmung der Farbmaßzahldifferenzen dienen zur Qualitätsbeurteilung und erfordern den Einsatz von Farbmeßgeräten oder Spektralfotometern, um die einem Rasterfeld, insbesondere einem Graubalancefeld, in einem Farbraum zugeordneten Koordinaten zu bestimmen. Der Einsatz solcher Geräte ist wegen des hohen optischen und elektronischen Aufwandes kostspielig und aufwendig. Es ist auch bekannt, eine Qualitätsbeurteilung aufgrund von gemessenen densitometrischen Größen vorzunehmen. Eine Qualitätsbeurteilung anhand eines densitometrischen Maßsystems oder densitometrischer Parameter hat zwar den Vorteil, daß preiswertere Geräte, nämlich Densitometer statt Spektralfotometer eingesetzt werden können, jedoch sind densitometrische Größen für eine Qualitätsbeurteilung nicht besonders praktisch und nicht gleichwertig mit den Größen wie sie in einem echten Farbmaßsystem vorkommen. Beim Stand der Technik ist man beim Einsatz von Densitometern auf ein densitometrisches Meßsystem beschränkt, das für eine Qualitätsbeurteilung schlechter ist als Farbmaßzahlen in einem empfindungsmäßig gleichabständigen Farbraum wie dem $L^*a^*b^*$ -Farbraum oder dem LUV-Farbraum.

Aus der EP-A 321 402 ist ein Verfahren zur Farbsteuerung und Farbregelung einer Druckmaschine bekannt, bei dem mit Hilfe eines Spektralfotometers Meßfelder abgetastet werden, um Farbkoordinaten in einem farbmtrischen Meßsystem zu erhalten und durch einen Koordinatenvergleich aus dem Farbabstand des abgetasteten Meßfeldes von einem vorgegebenen Soll-Farbort eine Stellgröße zur Verstellung der Farbführungsorgane der Druckmaschine zu erzeugen. Dabei wird in der Weise vorgegangen, daß ein außerhalb eines Korrekturfarbraumes liegender vorgegebener Soll-Farbort durch einen erreichbaren Soll-Farbort auf der Oberfläche des Korrekturfarbraumes mit einem Farbabstand vom vorgegebenen Soll-Farbort ersetzt wird, dessen für die Druckqualität wesentliche Komponenten minimal sind. Zur Realisierung einer derartigen Regelstrategie ist eine Operation in einem farbmtrischen Koordinatensystem, beispielsweise dem $L^*a^*b^*$ -Farbraum erforderlich. Dies erfordert gemäß der EP-A 321 402 den Einsatz eines Spektralfotometers statt eines Densitometers.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Bestimmung der Farbmaßzahldifferenzen sowie ein Verfahren zur Farbsteuerung oder Farbregelung des Druckes einer Druckmaschine in einem Farbmaßsystem zu schaffen, bei dem die Abtastung der zu überwachenden Druckerzeugnisse statt mit einem Spektralfotometer mit einem Densitometer erfolgen kann.

Diese Aufgabe wird bezüglich des eingangs genannten Verfahrens zur Bestimmung der Farbmaßzahldifferenzen und damit zur Qualitätsbeurteilung durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die erfindungsgemäße Lösung für ein Verfahren zur Farbsteuerung oder Farbregelung ist im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 2 angegeben.

Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß innerhalb kleiner Bereiche um einen gegebenen Farbort in einem farbmtrischen Koordinatensystem Transformationsmatrizen existieren, die es gestatten, Änderungen der Farbmaßzahlen in Änderungen von Rasterdichten und in Änderungen von Volltondichten mitgedruckter Volltonfelder umzurechnen. Eine dritte Beziehung besteht in einer Transformation von Volltondichteänderungen von Volltonfeldern und Rasterdichteänderungen mitgedruckter Rasterfelder. Wenn zwei Transformationen der drei erwähnten Transformationen bekannt sind, kann die dritte ohne weiteres berechnet werden.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 vier Eichdrucke mit Eichfarbfeldern in einer schematischen perspektivischen Ansicht,

Fig. 2 ein Schema zur Veranschaulichung von Transformationen zwischen einem Farbraum, einem Volltondichteraum und einem Rasterdichteraum,

Fig. 3 eine schematische Darstellung des Verfahrens zur Bestimmung der Transformationsmatrizen zwischen den in Fig. 2 veranschaulichten Koordinatenräumen und

5 Fig. 4 eine schematische Darstellung der Funktionsweise des Verfahrens zur Qualitätsbeurteilung durch Bestimmen von Farbmaßzahl differenzen und zur Farbsteuerung oder Farbregelung des Druckes einer Druckmaschine.

Zur Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Qualitätsbeurteilung und/oder Beeinflussung der farblichen Erscheinung einer aus mehreren bunten Teilfarben aufgebauten Farbfläche bei einem
10 Druckvorgang ist es zunächst erforderlich, Eichdrucke zu erstellen, die es gestatten, empirisch die Beziehungen zwischen densitometrischen Größen und farbmtrischen Größen für einen gewählten Stützpunkt oder Arbeitspunkt in Abhängigkeit vom verwendeten Papier, der Druckfarbe, der Druckmaschine und dem jeweils einzusetzenden Densitometergerät oder Densitometertyp festzustellen.

In Fig. 1 sind schematisch vier Eichdrucke oder Eichkarten mit Eichfarbflächen dargestellt. Die in Fig. 1
15 unten dargestellte und unter nominellen Druckbedingungen hergestellte Eichtafel oder Eichkarte wird nachfolgend als Referenz-Eichdruck 1 bezeichnet. Der Referenz-Eichdruck 1 weist einen Farbmeßstreifen oder eine Eichfarbfläche mit vier Feldern auf, von denen das erste ein Rasterfeld 2, das zweite ein Cyan-Volltonfeld 3, das dritte ein Magenta-Volltonfeld 4 und das vierte ein Gelb- oder Yellow-Volltonfeld 5 ist.

Das Rasterfeld 2 besteht aus drei übereinander gedruckten Rastern mit den Farben und Schichtdicken
20 der Volltonfelder 3 bis 5, wobei es besonders zweckmäßig ist, ein Graubalancefeld zu verwenden, dessen Tonwert oder Graustufe sensibel auf Schichtdicken Änderungen und farblich ähnlich einem Rasterfeld ist, wie es bei dem später herzustellenden Druckerzeugnis im Farbmeßstreifen vorkommt. Insbesondere kann es sich bei dem Rasterfeld 2 des Referenz-Eichdrucks 1 um ein dunkelgraues Graubalancefeld handeln.

Mit Hilfe eines Densitometers und zwar vorzugsweise genau mit dem Densitometer, das später bei der
25 Qualitätsbeurteilung oder Beeinflussung der farblichen Erscheinung durch eine Schichtdickensteuerung der Druckmaschine verwendet werden soll, werden das Rasterfeld 2 und die Volltonfelder 3, 4 und 5 des Referenz-Eichdrucks 1 densitometrisch vermessen. Dabei ergeben sich für das Cyan-Volltonfeld 3 die Cyan-Volltondichte CV_0 , für das Magenta-Volltonfeld 4 die Magenta-Volltondichte MV_0 und für das Yellow-Volltonfeld 5 des Referenz-Eichdrucks 1 die Yellow-Volltondichte YV_0 .

30 Durch Vermessen des vorzugsweise, aber nicht notwendigerweise, dunkelgrauen Rasterfeldes 2 mit Hilfe des Densitometers werden für das Rasterfeld 2 die Cyan-Rasterdichte CR_0 , die Magenta-Rasterdichte MR_0 und die Yellow-Rasterdichte YR_0 erhalten. Die drei Referenz-Eichmeßwerte für die drei Volltondichten und die drei Referenz-Eichmeßwerte für die Rasterdichten werden zum Vergleich mit anderen Eichdrucke in einem Speicher, insbesondere in einem Speicher des Densitometers oder einem Speicher eines
35 angeschlossenen Computers oder als Ausdruck auf einem Blatt Papier gespeichert.

Das Rasterfeld 2 des Referenz-Eichdrucks 1 wird zusätzlich zur densitometrischen Vermessung mit Hilfe des Densitometers auch mit Hilfe eines Spektralfotometers farbmtrisch vermessen. Die von dem Spektralfotometer erfaßten farbmtrischen Meßwerte sind Farbmaßzahlen eines Farbraums, wobei vorzugsweise der $L^*a^*b^*$ -Farbraum (CIE 1976) verwendet wird. Bei dem $L^*a^*b^*$ -Farbraum handelt es sich um ein
40 empfindungsmäßig gleichabständig gestuftes Farbsystem, dessen Farbmaßzahlen zur Qualitätsbeurteilung im Farbraum besonders zweckmäßig sind, da sie zu einer höheren Flexibilität und Aussagekraft führen als Volltondichten oder Rasterdichten. Ein anderes verwendbares Farbraumsystem ist das LUV-System.

Mit Hilfe des später beim Fortdruck nicht mehr benötigten Spektralfotometers werden somit die farbmtrischen Größen oder Farbmaßzahlen L_0 , a_0 und b_0 erfaßt und ebenfalls zum Vergleich mit den
45 Werten anderer Eichdrucke gespeichert. Diese Speicherung erfolgt elektronisch im Spektralfotometer selbst oder in einem mit diesem verbundenen Computer. Es ist auch möglich, die Farbmaßzahlen als Ausdruck, insbesondere als Ausdruck auf dem Referenz-Eichdruck 1 selbst, zu speichern.

Die densitometrischen und farbmtrischen Größen für den Referenz-Eichdruck 1 können beispielsweise folgende Werte haben: $CV_0 = 1,58$, $MV_0 = 1,45$, $YV_0 = 1,48$, $CR_0 = 0,80$, $MR_0 = 0,95$, $YR_0 = 1,12$, $L_0 = 34,21$, $a_0 = 3,58$ und $b_0 = 6,06$.
50

Bei den zusätzlich benötigten und in Fig. 1 dargestellten Eichdrucke, die ähnlich wie der Referenz-Eichdruck 1 aufgebaut sind, handelt es sich um einen ersten Zusatz-Eichdruck 6, einen zweiten Zusatz-Eichdruck 7 und einen dritten Zusatz-Eichdruck 8. Die Felder der Zusatz-Eichdrucke 6 bis 8 sind jeweils wie die Felder 2 bis 5 des Referenz-Eichdrucks 1 so gedruckt worden, daß die Schichtdicken der
55 verschiedenfarbigen Volltonfelder den Schichtdicken der mitgedruckten einzelnen Rasterpunkte der drei übereinandergedruckten verschiedenfarbigen Raster des jeweiligen Rasterfeldes zugeordnet sind.

Der erste Zusatz-Eichdruck 6 unterscheidet sich vom Referenz-Eichdruck 1 dadurch, daß beim Druck des Cyan-Volltonfeldes 9 und damit des mitgedruckten, zugeordneten Cyan-Rasters im Rasterfeld 12 eine

größere Schichtdicke der Farbführungsorgane der Druckmaschine eingestellt worden ist, so daß sich für das Cyan-Volltonfeld 9 eine größere Cyan-Volltondichte CV_1 ergibt als für das Cyan-Volltonfeld 3. Die der erhöhten Schichtdicke entsprechende höhere Cyan-Volltondichte CV_1 kann als Summe aus der Cyan-Volltondichte CV_0 und der Veränderung ΔCV_1 ausgedrückt werden ($CV_1 = CV_0 + \Delta CV_1$).

- 5 Das Magenta-Volltonfeld 10 des ersten Zusatz-Eichdrucks 6 hat eine Magenta-Volltondichte MV_1 , die im Rahmen der Drucktoleranzen der Volltondichte MV_0 entspricht. Entsprechendes gilt für die Volltondichte YV_1 des Yellow-Volltonfeldes 11.

- Das mitgedruckte Rasterfeld 12 des ersten Zusatz-Eichdrucks 6 unterscheidet sich infolge der größeren Schichtdicke für die Druckfarbe Cyan von dem Rasterfeld 2 dadurch, daß die Rasterpunkte des Cyan-Rasters jeweils eine höhere Schichtdicke aufweisen. Aus diesem Grunde ergibt sich für die Rasterdichte CR_1 des Rasterfeldes 12 ein höherer Meßwert beim Messen mit dem Densitometer als dies beim Vermessen des Rasterfeldes 2 der Fall war. Die Magenta-Rasterdichte MR_1 des Rasterfeldes 12 des ersten Zusatz-Eichdrucks 6 entspricht im wesentlichen der Magenta-Rasterdichte MR_0 des Referenz-Eichdrucks 1. Entsprechendes gilt für die Yellow-Rasterdichte YR_1 des ersten Zusatz-Eichdrucks 6.

- 15 Die drei Meßwerte für die Volltondichten der Volltonfelder 9, 10 und 11 sowie die Meßwerte der Rasterdichten des Rasterfeldes 12 des ersten Zusatz-Eichdrucks 6 werden gespeichert und verwendet, um die Abweichungen dieser sechs gemessenen Dichtewerte bezüglich der entsprechenden gemessenen sechs Dichtewerte des Referenz-Eichdrucks 1 zu ermitteln. Bei diesen sechs gemessenen Abweichungen oder Änderungen handelt es sich um Werte für:

- 20 $\Delta CV_1 = CV_1 - CV_0$
 $\Delta MV_1 = MV_1 - MV_0$
 $\Delta YV_1 = YV_1 - YV_0$
 $\Delta CR_1 = CR_1 - CR_0$
 $\Delta MR_1 = MR_1 - MR_0$
 25 $\Delta YR_1 = YR_1 - YR_0$

- Nach dem densitometrischen Vermessen der Volltonfelder 9 bis 11 und des Rasterfeldes 12 des ersten Zusatz-Eichdrucks 6 erfolgt eine Vermessung des Rasterfeldes 12 mit Hilfe des bereits erwähnten Spektralfotometers, um die Farbabweichung des Rasterfeldes 12 bezüglich dem Rasterfeld 2 zu bestimmen. Wenn die drei Farbmaßzahlen des Rasterfeldes 12 mit L_1 , a_1 und b_1 bezeichnet werden, so ergeben sich für die Veränderungen der Farbmaßzahlen zwischen dem Referenz-Eichdruck 1 und dem ersten Zusatz-Eichdruck 6 folgende zusätzliche drei Werte.

$$\Delta L_1 = L_1 - L_0$$

$$\Delta a_1 = a_1 - a_0$$

$$\Delta b_1 = b_1 - b_0$$

- 35 Durch farbmétrisches und densitométrisches Vermessen und Vergleichen des Referenz-Eichdrucks 1 und des ersten Zusatz-Eichdrucks 6 werden somit neun Abweichungen oder neun Differenzwerte erhalten, bei denen es sich um drei Volltondichte-Differenzen, um drei Rasterdichte-Differenzen und um drei Farbmaßzahlen-Differenzen handelt. Die Volltondichte-Differenzen ΔMV_1 und ΔYV_1 beim Zusatz-Eichdruck 6 sind ebenso wie die zugeordneten Rasterdichte-Differenzen ΔMR_1 und ΔYR_1 in der Praxis von Null verschieden. Beispielsweise ergeben sich folgende Werte: $\Delta CV_1 = 0,19$, $\Delta MV_1 = -0,01$, $\Delta YV_1 = -0,02$, $\Delta CR_1 = 0,09$, $\Delta MR_1 = 0,04$, $\Delta YR_1 = 0,01$, $\Delta L_1 = -1,85$, $\Delta a_1 = -2,87$ und $\Delta b_1 = -2,44$.

Diese Beispielswerte hängen nicht nur vom verwendeten Densitometergerätetyp oder Densitometergerät sondern auch von den verwendeten Druckfarben, der Druckmaschine und dem verwendeten Papier ab.

- 45 Um eine allgemeine, für einen Arbeitspunkt im Farbraum gültige Beziehung empirisch zu bestimmen, die einen Zusammenhang zwischen den Änderungen der Volltondichten oder Schichtdicken und den Änderungen der Rasterdichten sowie den Änderungen der farbmétrischen Werte eines Druckes wiedergibt, ist es erforderlich, zwei weitere Zusatz-Eichdrucke zu erstellen und zu vermessen.

- In Fig. 1 ist ein zweiter Zusatz-Eichdruck 7 zusammen mit den zugeordneten Volltonfeldern 13, 14 und 15 sowie dem mitgedruckten Rasterfeld 16 dargestellt. Beim Drucken des zweiten Zusatz-Eichdruckes 7 wurden die gleichen Umgebungsbedingungen, insbesondere gleiches Papier, Druckfarbe und Druckmaschine, wie beim Druck des Referenz-Eichdrucks 1 und des ersten Zusatz-Eichdrucks 6 verwendet. Im Unterschied zum Referenz-Eichdruck 1 hat der zweite Zusatz-Eichdruck 7 jedoch für die Druckfarbe Magenta eine wesentlich größere Schichtdicke und somit eine um ΔMV_2 größere Volltondichte des Volltonfeldes 14 als die Volltondichte MV_0 des Volltonfeldes 4 des Referenz-Eichdruckes 1. Die Veränderung der Volltondichte ΔMV_2 kann beispielsweise 0,26 betragen. Beim Drucken des zweiten Zusatz-Eichdrucks 7 werden Veränderungen der Volltondichten CV_2 und YV_2 für die Volltonfelder 13 und 15 jedoch weitgehend vermieden. Während die Volltonfelder 13, 14 und 15 lediglich wiederum densitométrisch vermessen werden, wird das Rasterfeld 16 des zweiten Zusatz-Eichdrucks 7 wieder sowohl densitométrisch

als auch farbmétrisch erfaßt. Dabei ergeben sich im Vergleich zu den beim densitométrischen und farbmétrischen Vermessen des Referenz-Eichdrucks 1 erfaßten Werten Abweichungen, die ermittelt und in der oben erwähnten Weise gespeichert werden. Es handelt sich hierbei um folgende Werte:

- $$\Delta L_2 = L_2 - L_0$$
- $$\Delta a_2 = a_2 - a_0$$
- $$\Delta b_2 = b_2 - b_0$$
- $$\Delta CV_2 = CV_2 - CV_0$$
- $$\Delta MV_2 = MV_2 - MV_0 \quad \Delta YV_2 = YV_2 - YV_0$$
- $$\Delta CR_2 = CR_2 - CR_0$$
- $$\Delta MR_2 = MR_2 - MR_0$$
- $$\Delta YR_2 = YR_2 - YR_0$$

Analog den Zusatz-Eichdrucken 6 und 7 wird schließlich ein dritter Zusatz-Eichdruck 8 erstellt, wobei die Schichtdicke für die Druckfarbe Gelb oder Yellow im in Fig. 1 oben ganz rechts gezeichneten Volltonfeld 19 erheblich erhöht wird. Die sich dadurch ergebende Erhöhung der Volltondichte ΔYV_3 kann beispielsweise 0,16 betragen. Durch densitométrisches Abtasten der Volltonfelder 17 bis 19 und farbmétrisches Abtasten des mitgedruckten Rasterfeldes 20 des dritten Zusatz-Eichdruckes 8 werden schließlich neun weitere Meßwerte in entsprechender Weise wie bei den ersten und zweiten Zusatz-Eichdrucken 6 und 7 erhalten, nämlich:

- $$\Delta L_3 = L_3 - L_0$$
- $$\Delta a_3 = a_3 - a_0$$
- $$\Delta b_3 = b_3 - b_0$$
- $$\Delta CV_3 = CV_3 - CV_0$$
- $$\Delta MV_3 = MV_3 - MV_0$$
- $$\Delta YV_3 = YV_3 - YV_0$$
- $$\Delta CR_3 = CR_3 - CR_0$$
- $$\Delta MR_3 = MR_3 - MR_0$$
- $$\Delta YR_3 = YR_3 - YR_0$$

Es zeigt sich somit, daß sich die Zusatz-Eichdrucke 6, 7 und 8 von dem Referenz-Eichdruck 1 jeweils dadurch unterscheiden, daß eine Volltondichte durch Verändern einer Schichtdicke verhältnismäßig stark unterschiedlich gemacht worden ist, während die jeweils beiden anderen Farben in ihren Schichtdicken weitgehend unverändert gelassen worden sind. Entsprechend den Änderungen der Volltondichten ergeben sich Veränderungen im jeweils mitgedruckten Rasterfeld, das im Gegensatz zu den Volltonfeldern nicht nur densitométrisch sondern auch farbmétrisch im Rahmen des Eichvorgangs vermessen wird.

Fig. 2 veranschaulicht das dem erfindungsgemäßen Verfahren zugrunde liegende Konzept. In Fig. 2 links erkennt man drei Volltonfelder 21, 22, 23 eines Farbmeßstreifens oder Eichdruckes mit den mit Hilfe eines bestimmten Densitometers gemessenen Änderungen der zugeordneten Volltondichten ΔCV , ΔMV und ΔYV , die als die Komponenten eines dreidimensionalen Volltondichteänderungsvektors $[\Delta V]$ aufgefaßt werden können. Diese Veränderungen bewirken in dem in Fig. 2 rechts zweimal gezeichneten Rasterfeld 24, 24', bei dem es sich insbesondere um ein Graubalancefeld zur Überwachung des Farbgleichgewichtes von Cyan, Magenta und Yellow im Übereinanderdruck handeln kann, ebenfalls Veränderungen, wobei die densitométrisch erfaßbaren Änderungen der Rasterdichten ΔCR , ΔMR und ΔYR betragen. Mißt man das Rasterfeld 24, 24' als Rasterfeld 24' farbmétrisch mit Hilfe eines Spektralfotometers, so erfaßt man die aufgrund der Veränderungen der Volltondichten bei den Volltonfeldern 21 bis 23 bewirkten Änderungen der farbmétrischen Werte ΔL , Δa und Δb im $L^*a^*b^*$ -Farbraum.

In Fig. 2 veranschaulicht ein Pfeil 25 eine Zuordnung zwischen den Volltonfeldern 21, 22, 23 und dem Rasterfeld 24. Die Verknüpfung von den Volltonfeldern 21 bis 23 zugeordneten Volltondichteänderungen in einem Volltondichteraum mit den zugeordneten Rasterdichteänderungen des Rasterfeldes 24 in einem Rasterdichteraum bedeutet eine Transformation eines dreidimensionalen Vektors, die sich durch eine Volltondichte-Rasterdichte-Transformationsmatrix darstellen läßt, die nachfolgend kurz als Transformationsmatrix $[X]$ bezeichnet ist. Die Transformationsmatrix $[X]$ verfügt über neun Matrixelemente und ordnet den drei Volltondichteänderungen ΔCV , ΔMV und ΔYV die drei Rasterdichteänderungen ΔCR , ΔMR und ΔYR zu. Die Transformationsmatrix $[X]$ transformiert somit den aus drei Komponenten, nämlich den aus drei Volltondichteänderungen ΔCV , ΔMV und ΔYV gebildeten Volltondichteänderungsvektor $[\Delta V]$ in einen Rasterdichteänderungsvektor $[\Delta R]$ mit den Komponenten ΔCR , ΔMR und ΔYR . In Matrixschreibweise läßt sich dies folgendermaßen darstellen:

$$\begin{bmatrix} \Delta CR \\ \Delta MR \\ \Delta YR \end{bmatrix} = [X] \cdot \begin{bmatrix} \Delta CV \\ \Delta MV \\ \Delta YV \end{bmatrix}$$

oder abgekürzt

$$[\Delta R] = [X] \cdot [\Delta V]$$

Die Transformationsmatrix [X] für dreidimensionale Vektoren enthält neun Elemente X_{11} bis X_{33} , die den partiellen Ableitungen der Komponenten des Raster dichtevektors nach den Komponenten des Volltondichtevektors entsprechen. Somit gilt für die Transformationsmatrix [X]:

$$[X] = \begin{bmatrix} \frac{\partial CR}{\partial CV} & \frac{\partial CR}{\partial MV} & \frac{\partial CR}{\partial YV} \\ \frac{\partial MR}{\partial CV} & \frac{\partial MR}{\partial MV} & \frac{\partial MR}{\partial YV} \\ \frac{\partial YR}{\partial CV} & \frac{\partial YR}{\partial MV} & \frac{\partial YR}{\partial YV} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} \\ X_{31} & X_{32} & X_{33} \end{bmatrix}$$

In Fig. 2 veranschaulicht ein Pfeil 26 zwischen dem Rasterfeld 24' und den Volltonfeldern 21 bis 23 eine Zuordnung zwischen Veränderungen des der Farbe des Rasterfeldes 24' zugeordneten Farbbortes im $L^*a^*b^*$ -Farbraum bzw. den zugeordneten Änderungen der farbmtrischen Werte oder Farbmaßzahlen einerseits und den Volltondichteänderungen der mitgedruckten Volltonfelder 21 bis 23 andererseits. Dies entspricht einer Transformation eines dreidimensionalen Farbänderungsvektors $[\Delta F]$, dessen Komponenten durch die Farbmaßzahländerungen ΔL , Δa und Δb gebildet sind, im $L^*a^*b^*$ -Farbraum in den zugeordneten dreidimensionalen Volltondichteänderungsvektor ΔV im Volltondichteraum. Die der somit durch den Pfeil 26 veranschaulichten Transformation zugeordnete Farbmaßzahlen-Volltondichte-Transformationsmatrix ist in Fig. 2 mit [Z] bezeichnet, wobei in abgekürzter Schreibweise gilt:

$$[\Delta V] = [Z] \cdot [\Delta F]$$

Die neun Komponenten der Matrix [Z] werden in analoger Weise zur Matrix [X] durch die partiellen Ableitungen der Komponenten des Volltondichtevektors nach den Komponenten des Farbvektors gebildet.

In Fig. 2 erkennt man schließlich einen Pfeil 27 zwischen dem Rasterfeld 24' und dem Rasterfeld 24. Der Pfeil 27 veranschaulicht eine Zuordnung zwischen Änderungen ΔL , Δa , Δb der farbmtrisch erfaßbaren Farbmaßzahlen L, a, b im $L^*a^*b^*$ -Farbraum des Rasterfeldes 24' und den zugeordneten densitometrisch erfaßbaren Rasterdichteänderungen ΔCR , ΔMR und ΔYR des körperlich mit dem Rasterfeld 24' identischen Rasterfeldes 24. Die durch den Pfeil 27 veranschaulichte Zuordnung zwischen drei Änderungen von Farbmaßzahlen und drei Änderungen von Rasterdichten läßt sich durch eine Farbmaßzahlen-Rasterdichte-Transformationsmatrix beschreiben. Die kurz als Transformationsmatrix [W] bezeichnete Matrix gestattet die Transformation des dreidimensionalen Farbänderungsvektors $[\Delta F]$ im $L^*a^*b^*$ -Farbraum in einen Rasterdichteänderungsvektor $[\Delta R]$ im Rasterdichteraum. Die Transformationsmatrix [W] weist neun Elemente auf, da sie einen dreidimensionalen Vektor in einen anderen dreidimensionalen Vektor transformiert. Die Elemente W_{11} bis W_{33} werden durch die partiellen Ableitungen der Komponenten des Vektors $[\Delta R]$ nach den Komponenten des Vektors $[\Delta F]$ gebildet. Für die Transformationsmatrix [W] gilt somit:

$$[W] = \begin{bmatrix} \frac{\delta CR}{\delta L} & \frac{\delta CR}{\delta a} & \frac{\delta CR}{\delta b} \\ \frac{\delta MR}{\delta L} & \frac{\delta MR}{\delta a} & \frac{\delta MR}{\delta b} \\ \frac{\delta YR}{\delta L} & \frac{\delta YR}{\delta a} & \frac{\delta YR}{\delta b} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & W_{13} \\ W_{21} & W_{22} & W_{23} \\ W_{31} & W_{32} & W_{33} \end{bmatrix}$$

Die Transformation zwischen den Farbmaßzahländerungen und den Änderungen der Rasterdichten läßt sich somit wie folgt darstellen:

$$\begin{bmatrix} \Delta CR \\ \Delta MR \\ \Delta YR \end{bmatrix} = [W] \cdot \begin{bmatrix} \Delta L \\ \Delta a \\ \Delta b \end{bmatrix}$$

oder abgekürzt

$$[\Delta R] = [W] \cdot [\Delta F]$$

Aus Fig. 2 sowie den obigen Erläuterungen ergibt sich, daß den Transformationsmatrizen [X], [W] und [Z] jeweils inverse Transformationsmatrizen [X⁻¹], [W⁻¹] und [Z⁻¹] zugeordnet werden können, die in Fig. 2 durch die Pfeile 28, 29 und 30 veranschaulicht sind und jeweils bei einer Transformation in umgekehrter Richtung zu den durch die Pfeile 25, 27 und 26 veranschaulichten Transformationen verwendet werden können. Man erkennt aus Fig. 2 und den obigen Erläuterungen, daß es genügt, zwei nicht einander inverse Transformationsmatrizen zu kennen, um beliebige Umrechnungen zwischen Veränderungen im Volltondichterraum, Rasterdichterraum und L*a*b*-Farbraum zu berechnen. Die oben erörterten Transformationsmatrizen [X], [W] und [Z] gelten dabei jeweils nur für den Arbeitspunkt, für den sie bestimmt worden sind, weil bei den obigen Betrachtungen lineare Zusammenhänge vorausgesetzt worden sind, die jedoch immer dann richtig sind, wenn die betrachteten Änderungen sich in einem verhältnismäßig kleinen Raumvolumen des gesamten dreidimensionalen (Farb)-Raumes abspielen. Der Arbeitspunkt ist dabei derjenige Punkt im jeweiligen Raum, um den die Veränderungen stattfinden.

Berücksichtigt man zusätzlich zu den oben erwähnten Transformationsmatrizen die jeweils leicht zu berechnenden inversen Transformationsmatrizen, so gelten in abgekürzter Schreibweise folgende weitere Beziehungen, die sich auch der Fig. 2 entnehmen lassen:

$$\begin{aligned} [\Delta V] &= [X]^{-1} \cdot [\Delta R] \\ [\Delta F] &= [W]^{-1} \cdot [\Delta R] \\ [\Delta F] &= [Z]^{-1} \cdot [\Delta V] \\ [\Delta V] &= [X]^{-1} \cdot [W] \cdot [\Delta F] \\ \text{und } [\Delta F] &= [W]^{-1} \cdot [X] \cdot [\Delta V] \end{aligned}$$

Bei Kenntnis der neun Elemente zweier Transformationsmatrizen ist es somit möglich, beliebige Berechnungen zwischen den Volltondichten der Volltonfelder, den Rasterdichten der Rasterfelder und den Farbmaßzahlen der Rasterfelder gedruckter Eichfarbflächen oder Farbmeßstreifen vorzunehmen. Die Eichfarbflächen dienen zunächst zur Bestimmung der Matrixelemente, die dann später bei der Überwachung von Farbmeßstreifen für Umrechnungen zur Verfügung stehen.

Fig. 3 veranschaulicht, wie gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren durch Ausmessen der im Zusammenhang mit Fig. 1 beschriebenen Eichdrucke die Transformationsmatrizen [X], [W] und [Z] für einen z.B. durch ein Graubalancefeld vorgegebenen Arbeitspunkt bestimmt werden. In Fig. 3 erkennt man oben links ein Rasterfeld R_i mit i = 0, 1, 2 oder 3, wobei es sich je nach dem Index i um das Rasterfeld 2, 12, 16 oder 20 aus der Fig. 1 handelt.

In Fig. 3 oben rechts erkennt man ein Trio von Volltonfeldern V_i, wobei der Index i von 0 bis 3 läuft. Wenn der Index i = 0 beträgt, besteht das Trio der Volltonfelder V₀ aus den Volltonfeldern 3, 4 und 5 gemäß Fig. 1. Die aus Fig. 1 bekannten Volltonfelder 9, 10 und 11 entsprechen dem Trio der Volltonfelder V₁, die Volltonfelder 13, 14 und 15 dem Trio der Volltonfelder V₂ und die Volltonfelder 17, 18 und 19 dem

Trio der Volltonfelder V_3 .

Zu Beginn der Eichmessungen für die Bestimmung der Transformationsmatrizen $[X]$, $[W]$ und $[Z]$ wird der Referenz-Eichdruck 1 mit dem Rasterfeld R_0 und dem Trio der Volltonfelder V_0 vermessen. In Fig. 3 erkennt man ein Spektralfotometer 30, das es gestattet, die Rasterfelder R_0 , R_1 , R_2 und R_3 farbmessend auszumessen. Außer einer farbmessenden Ausmessung der Rasterfelder R_0 bis R_3 , die wie erwähnt den Rasterfeldern 2, 12, 16 und 20 entsprechen) erfolgt eine densitometrische Vermessung der Rasterfelder R_0 bis R_3 mit Hilfe des in Fig. 3 schematisch dargestellten Densitometers 31.

Das Spektralfotometer 30 liefert jeweils Farbmaßzahlen L_0 , a_0 , b_0 für das Rasterfeld R_0 des Referenz-Eichdrucks 1, L_1 , a_1 , b_1 für das Rasterfeld R_1 des ersten Zusatz-Eichdrucks 6, L_2 , a_2 , b_2 für das Rasterfeld R_2 des zweiten Zusatz-Eichdrucks 7 und L_3 , a_3 , b_3 für das Rasterfeld R_3 des dritten Zusatz-Eichdrucks 8. Vom Ausgang 32 des Spektralfotometers gelangen die Trippel der Farbmaßzahlen L_i , a_i und b_i entweder direkt elektrisch oder unter Zwischenschaltung einer Anzeige und einer manuellen Tastatureingabe in einen dem Spektralfotometer 30 und dem Densitometer 31 zugeordneten Computer 33.

Der Computer 33 verfügt über einen Differenzrechner 34 für vom Spektralfotometer 30 erfaßte Farbmaßzahlen und bildet mit dessen Hilfe die Differenzen zwischen den Farbmaßzahlen L_i , a_i , b_i mit $i = 1, 2, 3$ der Rasterfelder R_1 , R_2 und R_3 einerseits und den Farbmaßzahlen L_0 , a_0 , b_0 des Rasterfeldes R_0 andererseits. Anschließend speichert der Differenzrechner 34 die errechneten Differenzwerte für die Farbmaßzahlen, d.h. die Zahlenwerte für ΔL_1 , Δa_1 , Δb_1 , ΔL_2 , Δa_2 , Δb_2 , ΔL_3 , Δa_3 und Δb_3 . Die drei Farbmaßzahlendifferenzen für den ersten Zusatz-Eichdruck 6 können als Komponenten eines dreidimensionalen Vektors $[\Delta F]_1$, die für den zweiten Zusatz-Eichdruck 7 als Komponenten eines Vektors $[\Delta F]_2$ und die des dritten Zusatz-Eichdrucks 8 als Komponenten eines ebenfalls dreidimensionalen Vektors $[\Delta F]_3$ aufgefaßt werden. In den dem Differenzrechner 34 für die Farbmaßzahlen zugeordneten Block in Fig. 3 sind diese drei dreidimensionalen Vektoren als $[\Delta F]_i$ mit $i = 1, 2, 3$ dargestellt.

Die Rasterfelder R_0 , R_1 , R_2 und R_3 werden zusätzlich mit Hilfe des Densitometers 31 vermessen, um für jede der Farben Cyan, Magenta und Yellow die Rasterdichten zu bestimmen, so daß anschließend in einem Differenzrechner 35 für Rasterdichten die Differenzen zwischen den Rasterdichten der Raster R_1 , R_2 und R_3 einerseits und der Rasterdichte des Rasters R_0 andererseits errechnet werden können. Nach dem Speichern der Rasterdichtedifferenzen stehen am Ausgang des Differenzrechners 35 für Rasterdichten folgende neun Werte zur Verfügung: ΔCR_1 , ΔMR_1 , ΔYR_1 , ΔCR_2 , ΔMR_2 , ΔYR_2 , ΔCR_3 , ΔMR_3 und ΔYR_3 . In Kurzschreibweise lassen sich diese Rasterdichtedifferenzen als dreidimensionale Rasterdichteänderungsvektoren $[\Delta R]_i$ mit $i = 1, 2, 3$ schreiben.

Das Densitometer 31 dient während der Eichmessungen an den Eichdrucken schließlich auch zur densitometrischen Vermessung der Volltonfelder V_0 des Referenz-Eichdrucks 1, der Volltonfelder V_1 des ersten Zusatz-Eichdrucks 6, der Volltonfelder V_2 des zweiten Zusatz-Eichdrucks 7 und der Volltonfelder V_3 des dritten Zusatz-Eichdrucks 8. Diese Volltonfelder tragen in Fig. 1 die Bezugszeichen 3, 4, 5, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 17, 18 und 19.

Wie man in Fig. 3 erkennt, ist das Densitometer 31 auch mit einem im Computer 33 vorhandenen Differenzrechner 36 für Volltondichten direkt elektrisch oder unter Zwischenschaltung einer Densitometeranzeige und einer Tastatur verbunden. Der Differenzrechner 36 für Volltondichten berechnet aus den vom Densitometer 31 erfaßten Volltondichten für jede der drei Druckfarben die Differenz zwischen der Volltondichte eines Zusatz-Eichdrucks 6, 7 oder 8 und der gleichen Farbe des Referenz-Eichdrucks 1. Anschließend werden diese Werte zur Weiterverarbeitung im Differenzrechner 36 für Volltondichten gespeichert. Dabei handelt es sich um folgende neun Volltondichtedifferenzen: ΔCV_1 , ΔMV_1 , ΔYV_1 , ΔCV_2 , ΔMV_2 , ΔYV_2 , ΔCV_3 , ΔMV_3 und ΔYV_3 . Diese jeweils einem Zusatz-Eichdruck zugeordneten Zahlentrippel lassen sich in der Kurzschreibweise zu einem dreidimensionalen Vektor $[\Delta V]_i$ mit $i = 1, 2, 3$ zusammenfassen.

Der Differenzrechner 35 für Rasterdichten und der Differenzrechner 36 für Volltondichten speisen, wie sich dem Blockschaltbild in Fig. 3 entnehmen läßt, einen ersten Matrixrechner 37. Der Matrixrechner 37 dient dazu, die neun Elemente der Transformationsmatrix $[X]$ zu bestimmen. Dazu erhält er von dem Differenzrechner 35 für die Rasterdichten die oben erwähnten neun Zahlenwerte für Rasterdichtedifferenzen und vom Differenzrechner 36 für Volltondichten die oben erwähnten neun Meßwerte für Volltondichtedifferenzen. Durch Einsetzen dieser Zahlenwerte in die drei Matrixgleichungen

$$[\Delta R]_i = [X] \cdot [\Delta V]_i \text{ mit } i = 1, 2 \text{ und } 3$$

erhält man die folgenden neun Gleichungen für die neun Unbekannten der Transformationsmatrix $[X]$:

$$\begin{aligned} \Delta CR_1 &= X_{11} \cdot \Delta CV_1 + X_{12} \cdot \Delta MV_1 + X_{13} \cdot \Delta YV_1 \\ \Delta CR_2 &= X_{11} \cdot \Delta CV_2 + X_{12} \cdot \Delta MV_2 + X_{13} \cdot \Delta YV_2 \\ \Delta CR_3 &= X_{11} \cdot \Delta CV_3 + X_{12} \cdot \Delta MV_3 + X_{13} \cdot \Delta YV_3 \\ \Delta MR_1 &= X_{21} \cdot \Delta CV_1 + X_{22} \cdot \Delta MV_1 + X_{23} \cdot \Delta YV_1 \\ \Delta MR_2 &= X_{21} \cdot \Delta CV_2 + X_{22} \cdot \Delta MV_2 + X_{23} \cdot \Delta YV_2 \end{aligned}$$

$$\Delta MR_3 = X_{21} \cdot \Delta CV_3 + X_{22} \cdot \Delta MV_3 + X_{23} \cdot \Delta YV_3$$

$$\Delta YR_2 = X_{31} \cdot \Delta CV_1 + X_{32} \cdot \Delta MV_1 + X_{33} \cdot \Delta YV_1$$

$$\Delta YR_2 = X_{31} \cdot \Delta CV_2 + X_{32} \cdot \Delta MV_2 + X_{33} \cdot \Delta YV_2$$

$$\Delta YR_3 = X_{31} \cdot \Delta CV_3 + X_{32} \cdot \Delta MV_3 + X_{33} \cdot \Delta YV_3$$

5 Nach Einsetzen der speziellen von den Differenzrechnern 35 und 36 insgesamt gelieferten 18 Differenz-
zahlenwerte in das obige Gleichungssystem mit neun Gleichungen berechnet der erste Matrixrechner 37
die Zahlenwerte für die neun Unbekannten X_{11} , X_{12} , X_{13} , X_{21} , X_{22} , X_{23} , X_{31} , X_{32} und X_{33} . Diese
Zahlenwerte werden vom ersten Matrixrechner 37 am Ausgang 38 als die neun Elemente der Transforma-
tionsmatrix [X] ausgegeben.

10 Der Computer 33 enthält, wie man der Fig. 3 weiter entnehmen kann, einen zweiten Matrixrechner 39
zur Berechnung der Transformationsmatrix [W]. Der zweite Matrixrechner 39 setzt die von den Differenz-
rechnern 34 und 35 ermittelten und zwischengespeicherten Differenzwerte in die Matrixgleichung $[\Delta R]_i =$
[W]•[Δ F]_i ein. Dadurch ergeben sich folgende neun Gleichungen für die neun Unbekannten der Elemente
der Transformationsmatrix [W]:

$$15 \quad \Delta CR_1 = W_{11} \cdot \Delta L_1 + W_{12} \cdot \Delta a_1 + W_{13} \cdot \Delta b_1$$

$$\Delta CR_2 = W_{11} \cdot \Delta L_2 + W_{12} \cdot \Delta a_2 + W_{13} \cdot \Delta b_2$$

$$\Delta CR_3 = W_{11} \cdot \Delta L_3 + W_{12} \cdot \Delta a_3 + W_{13} \cdot \Delta b_3$$

$$\Delta MR_1 = W_{21} \cdot \Delta L_1 + W_{22} \cdot \Delta a_1 + W_{23} \cdot \Delta b_1$$

$$\Delta MR_2 = W_{21} \cdot \Delta L_2 + W_{22} \cdot \Delta a_2 + W_{23} \cdot \Delta b_2$$

$$20 \quad \Delta MR_3 = W_{21} \cdot \Delta L_3 + W_{22} \cdot \Delta a_3 + W_{23} \cdot \Delta b_3$$

$$\Delta YR_1 = W_{31} \cdot \Delta L_1 + W_{32} \cdot \Delta a_1 + W_{33} \cdot \Delta b_1$$

$$\Delta YR_2 = W_{31} \cdot \Delta L_2 + W_{32} \cdot \Delta a_2 + W_{33} \cdot \Delta b_2$$

$$\Delta YR_3 = W_{31} \cdot \Delta L_3 + W_{32} \cdot \Delta a_3 + W_{33} \cdot \Delta b_3$$

Nach Auswerten dieses Gleichungssystems liefert der zweite Matrixrechner 39 an seinem Ausgang 40
25 die neun Elemente der Transformationsmatrix [W].

Die Ausgänge 38 und 40 des ersten Matrixrechners 37 und des zweiten Matrixrechners 39 speisen die
beiden Eingänge eines dritten Matrixrechners 41, der es gestattet, die Transformationsmatrix [X] zu
invertieren und mit der Transformationsmatrix [W] zu multiplizieren, um die neun Elemente der im
Zusammenhang mit Fig. 2 beschriebenen Transformationsmatrix [Z] zu berechnen.

30 Sobald im Computer 33 die Elemente der Transformationsmatritzen [X], [W] und [Z] vorhanden sind,
wird das Spektrofotometer 30 nicht mehr benötigt, um mit dem Densitometer 31 eine Qualitätskontrolle und
Qualitätsbeurteilung im L*a*b*-Farbraum vorzunehmen.

Im Anschluß an die oben beschriebene Eichung kann das aus dem Densitometer 31 und dem
Computer 33 bestehende System nunmehr durch Aufsetzen des Densitometers 31 auf ein den Rasterfel-
35 dern der Eichdrucke ähnliches Rasterfeld 43, insbesondere ein Graubalanceraster eines Musterbogens oder
OK-Bogens 44 (Fig. 4), die Differenzen zwischen den Farbmaßzahlen des Rasterfeldes 43 des OK-Bogens
44 und den Farbmaßzahlen des Rasterfeldes 2 des Referenz-Eichdrucks 1 bestimmen. Nach Kenntnis
dieser Differenzen bzw. Abweichungen ist es möglich, unter Berücksichtigung der durch die Messung mit
dem Spektrofotometer 30 bekannten Farbmaßzahlen des Rasterfeldes 2 des Referenz-Eichdrucks 1 auch
40 die absoluten Farbmaßzahlen des Rasterfeldes 43 des OK-Bogens 44 zu bestimmen, ohne daß der OK-
Bogen 44 mit einem Spektrofotometer abgetastet worden ist. Dabei wird für eine hohe Genauigkeit
vorausgesetzt, daß beim Herstellen des Referenz-Eichdrucks 1 die nominellen Bedingungen wie beim
Herstellen des OK-Bogens 44 verwendet wurden und daß das zum Abtasten des OK-Bogens 44 verwendete
Densitometer 31 das gleiche oder zumindest der gleiche Densitometertyp ist, wie er beim Abtasten der
45 Eichdrucke verwendet worden ist.

Fig. 4 zeigt, das aus dem Computer 33 und dem Densitometer 31 bestehende System mit einer mit
Hilfe dieses Systems steuerbaren Druckmaschine 42 sowie dem OK-Bogen 44 und einem Fortdruck-Bogen
45 in schematischer Darstellung.

Der Musterbogen oder OK-Bogen 44 ist in Fig. 4, oben links mit seinem Rasterfeld 43 gezeichnet, das
50 als Referenzfarbfläche dient und das farblich dem Rasterfeld 2 des Referenzeichdrucks 1 ähnlich ist. Die
farbliche Erscheinung des Rasterfeldes 43 wird beim Drucken der Fortdruck-Bögen 45, von denen einer in
Fig. 4, oben rechts schematisch mit einem Farbmeßstreifen dargestellt ist, laufend mit einem Rasterfeld 46,
insbesondere einem entsprechenden Graubalancefeld im Farbmeßstreifen, der Fortdruck-Bögen 45 vergli-
chen.

55 Die in Fig. 4 dargestellte Anordnung mit dem Densitometer 31 und dem Computer 33 dient dazu, die
laufend mit der Druckmaschine 42 gedruckten Fortdruck-Bögen 45 bezüglich ihrer farblichen Übereinstim-
mung mit dem OK-Bogen 44 zu überprüfen und bei Abweichungen die Farbführungsorgane der Druckma-
schine 42 nachzustellen. Dazu wird mit Hilfe des Computers 33 an dessen Ausgang 47 eine Steuergröße

ausgegeben, die als Eingangsgröße über den Eingang 48 der Schichtdickensteuerung der Druckmaschine 42 zugeführt wird.

Bei den am Eingang 48 anliegenden Stellsignalen handelt es sich um einen Schichtdickenänderungssteuervektor, dessen Komponenten in Fig. 4 eingezeichnet sind. Die Komponente ΔCV des Schichtdickenänderungssteuervektors gibt an, um welchen Betrag die Schichtdicke für die Druckfarbe Cyan zu ändern ist, um die farbliche Erscheinung des Rasterfeldes 46 zu korrigieren, wenn eine Abweichung von der farblichen Erscheinung des Rasterfeldes 43 auf dem OK-Bogen 44 vorliegt. Entsprechend sind die Komponenten ΔMV und ΔYV des Schichtdickenänderungssteuervektors $[\Delta V]$ den erforderlichen Schichtdickenänderungen für die Druckfarben Magenta und Yellow zugeordnet.

Wie in Fig. 4 veranschaulicht ist, dient das Densitometer 31 zunächst dazu, den Sollwert für den Rasterdichtevektor $[R]_{SOLL}$ der durch Ausmessen des Rasterfeldes 43 des OK-Bogens 44 gewonnen werden kann, zu bestimmen und abzuspeichern. Dabei handelt es sich um die Komponenten CR_{SOLL} , MR_{SOLL} und YR_{SOLL} des Rasterdichtevektors $[R]_{SOLL}$.

Entsprechend wird mit Hilfe des Densitometers 31 durch Ausmessen des Rasterfeldes 46 im Farbmeßstreifen des Fortdruck-Bogens 45 der Ist-Wert des Rasterdichtevektors $[R]_{IST}$ gemessen.

Der Computer 33 verfügt über mehrere hardwaremäßig oder softwaremäßig ausgebildete Recheneinheiten, die einen Auswertecomputer darstellen, der es gestattet, aus dem Vergleich des Vektors $[R]_{IST}$ mit dem Vektor $[R]_{SOLL}$ einerseits ein Qualitätsmaß für den jeweils gedruckten Fortdruck-Bogen 45 zu bestimmen, das am Ausgang 49 des Computers 33 zur Verfügung steht, und andererseits eine Eingangsgröße für die Schichtdickensteuerung zu erzeugen, die am Ausgang 47 des Computers 33 zur Verfügung gestellt wird.

Der in Fig. 4 als Auswertecomputer bezeichnete Teil des Computers 33 erhält nicht nur die Meßwerte des Densitometers 31 als Eingangsgrößen, sondern auch die vorab anhand der Eichdrucke bestimmten Matrixelemente der Transformationsmatrizen $[X]$, $[W]$ und $[Z]$. Diese Werte gelangen über die Eingänge 50, 51 und 52 in den als Auswertecomputer bezeichneten Teil des Computers 33.

Der Computer 33 verfügt, wie in Fig. 4 zu erkennen ist, über einen Rasterdichtendifferenzrechner 53, der die Abweichungen zwischen den auf dem jeweiligen Fortdruck-Bogen 45 gemessenen Ist-Rasterdichten und der auf dem OK-Bogen 44 erfaßten Soll-Rasterdichte berechnet. Der Ausgang 56 des Rasterdichtendifferenzrechners 53 ist mit einem ersten Eingang 57 eines Qualitätsmaßrechners 54 verbunden, dessen zweiter Eingang 58 mit den Werten der neun Matrixelemente der Transformationsmatrix $[W]$ beaufschlagt ist. Entsprechend dem in Fig. 2 veranschaulichten Zusammenhang wird im Qualitätsmaßrechner 54 zunächst die Transformationsmatrix $[W]$ invertiert und anschließend mit dem Rasterdichtendifferenzvektor $[\Delta R]$ multipliziert. Am Ausgang 59 des Qualitätsmaßrechners 54 stehen die Rechenergebnisse in der Form von Farbmaßzahldifferenzen ΔL , Δa und Δb zur Verfügung, die als die Komponenten eines dreidimensionalen Farbdifferenzvektors $[\Delta F]$ angesehen werden können.

Dank der Rechnungen des Qualitätsmaßrechners 54 und der Transformationsmatrix $[W]$ liegen am Ausgang 49 Farbmaßzahlen bzw. deren Differenzen vor, obwohl der Computer 33 nicht mit den Daten eines Farbmeßgerätes, sondern mit denen des Densitometers 31 gespeist worden ist. Die Farbmaßzahländerungen am Ausgang 49 des Computers 33 gestatten eine Qualitätsbeurteilung im Farbraum, wodurch sich eine wesentlich einfachere und aussagekräftigere Qualitätskontrolle ergibt als bei einer Qualitätsbeurteilung anhand von Dichtewerten. Der Qualitätsmaßrechner 54 hat dabei eine Umrechnung der Abweichungen von Dichtewerten in Abweichungen von Farbkoordinaten eines empfindungsmäßig gleichabständig abgestuften Farbraumes vorgenommen. Aufgrund der bekannten Abweichungen und der Farbmaßzahlen für den Eichdruck bzw. OK-Bogen ist es dann auch möglich, die absoluten Farbkoordinaten zu bestimmen.

Der Rasterdichtendifferenzrechner 53 speist weiterhin den ersten Eingang 60 eines ersten Schichtdickensteuerungsrechners 55. Der erste Schichtdickensteuerungsrechner 55 erhält an seinem zweiten Eingang 61 die über den Eingang 50 des Computers 33 eingespeisten Werte der Elemente der Transformationsmatrix $[X]$. Nach dem Invertieren der Transformationsmatrix $[X]$ berechnet der erste Schichtdickensteuerungsrechner 55 aus dem Produkt der invertierten Transformationsmatrix $[X]^{-1}$ und dem Rasterdichtendifferenzvektor $[\Delta R]$ die Komponenten ΔCV , ΔMV und ΔYV des Schichtdickenänderungssteuervektors $[\Delta V]$, deren Werte vom Ausgang 62 des ersten Schichtdickensteuerungsrechners 55 zum Ausgang 47 des Computers 33 und von dort zum Eingang 48 der Schichtdickensteuerung für die Farbführungsorgane der Druckmaschine 42 gelangen.

Neben der oben beschriebenen Bestimmung des Schichtdickenänderungssteuervektors $[\Delta V]$ sind in Fig. 4 zwei weitere Möglichkeiten für die Bestimmung des Schichtdickenänderungssteuervektors dargestellt, wobei durch die Unterbrechungen 97, 98 und 99 in den gezeichneten Linien veranschaulicht werden soll, daß je nach der gewählten Möglichkeit eine Unterbrechung 97, 98, 99 überbrückt ist.

Bei der ersten zusätzlichen Möglichkeit kann auf den ersten Schichtdickensteuerungsrechner 55 verzichtet werden. Dann wird mit Hilfe des Farbdifferenzvektors $[\Delta F]$ am Ausgang 59 des Qualitätsmaß-

rechners 54 unter Verwendung der Transformationsmatrix $[Z]$ in einem alternativ vorgesehenen zweiten Schichtdickensteuerungsrechner 55' der Schichtdickenänderungssteuervektor $[\Delta V]$ gemäß der Gleichung $[\Delta V] = [\Delta F] \cdot [Z]$ berechnet.

- 5 Man erkennt, daß die Bestimmung des Schichtdickenänderungssteuervektors $[\Delta V]$ bei einem derartigen Vorgehen über den $L^*a^*b^*$ -Farbraum erfolgt. Dies eröffnet eine weitere in Fig. 4 dargestellte Möglichkeit, bei der die vom Ausgang 59 gelieferten Farbmaßzahldifferenzen ΔL , Δa und Δb nicht unmittelbar, sondern unter Einwirkung einer Korrektur mit Hilfe einer Regelstrategie, die in Fig. 4 als Block 63 dargestellt ist, die Eingangsgröße eines dritten schichtdickensteuerungsrechners 55'' bilden.

- 10 Der Regelstrategieblock 63 erzeugt aus den am Farbmaßzahleingang 64 eingespeisten Farbmaßzahldifferenzen Ersatz-Farbmaßzahldifferenzen $\Delta L'$, $\Delta a'$ und $\Delta b'$, die über den Ausgang 65 ausgegeben werden und den ersten Eingang 66 des dritten Schichtdickensteuerungsrechners 55'' speisen. Der zweite Eingang 67 des dritten Schichtdickensteuerungsrechners 55'' dient zum Einspeisen der Matrixelemente der Transformationsmatrix $[Z]$ so daß der Schichtdickenänderungssteuervektor $[\Delta V]$ entsprechend der Gleichung

$$[\Delta V] = [\Delta F'] \cdot [Z]$$

- 15 berechnet werden kann, wobei $[\Delta F']$ den Vektor aus den Ersatz-Farbmaßzahldifferenzen $\Delta L'$, $\Delta a'$ und $\Delta b'$ bedeutet. Der am Ausgang 68 des dritten Schichtdickensteuerungsrechners 55'' anliegende und bei geschlossener Unterbrechung 99 über den Ausgang 47 zum Eingang 48 der Druckmaschine 42 eingespeiste Schichtdickenänderungssteuervektor ist entsprechend der im Regelstrategieblock 63 festgelegten Strategie gegenüber einem Schichtdickenänderungssteuervektor verändert oder verbessert, wie er am Ausgang des Schichtdickensteuerungsrechners 55' zur Verfügung steht.

- Als Regelstrategie für den Regelstrategieblock 63 können vielfältige Strategien verwendet werden, bei denen Farbmaßzahldifferenzen durch besser brauchbare Farbmaßzahldifferenzen ersetzt werden sollen. 25 Insbesondere kann im Regelstrategieblock 63 eine Regelstrategie verwirklicht sein, die es gestattet, eine möglichst hohe Druckqualität auch dann zu erreichen, wenn der vorgegebene Soll-Farbort im Farbraum außerhalb eines Korrekturbereichs liegt, der infolge maximaler und minimaler Volltonschichtdicken begrenzt ist.

- Der Regelstrategieblock 63 verfügt daher bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel über einen Grenzwerteingang 69, über den die Randbedingungen, d.h. die minimalen und maximalen Schichtdicken, die zulässig sind, eingegeben werden. Um die jeweils tatsächlich vorliegende Schichtdicke der drei Druckfarben zu erfassen, ist es beim Einsatz der hier beschriebenen Regelstrategie erforderlich, auf dem Fortdruck-Bogen 45 zusätzliche Volltonfelder 70, 71 und 72 densitometrisch auszumessen. Bei dem Volltonfeld 70 handelt es sich um ein Volltonfeld mit der Volltondichte CV für die Farbe Cyan. Bei dem 35 Volltonfeld 71 handelt es sich um ein Volltonfeld mit der Volltondichte MV für die Druckfarbe Magenta und bei dem Volltonfeld 72 um ein Volltonfeld mit der Volltondichte YV für die Farbe Gelb oder Yellow.

- Mit Hilfe des Densitometers 31 wird beim Einsatz des Regelstrategieblocks 63 zusätzlich zur densitometrischen Vermessung des Rasterfeldes 46 eine densitometrische Erfassung der Volltonfelder 70 bis 72 vorgenommen, um innerhalb der Regelstrategie feststellen zu können, ob ein Ausregeln der Schichtdicken dazu führen würde, daß die Änderung einer Schichtdicke in einen Bereich führt, der nicht mehr zulässig ist. 40 Das Densitometer 31 ist daher bei Einsatz der Regelstrategien zusätzlich mit einem Ist-Volltoneingang des Regelstrategieblocks 63 verbunden.

Die im Regelstrategieblock 63 verwirklichte Regelstrategie ist ausführlich in der EP-A 321 402 beschrieben.

- 45 Über einen in Fig. 4 nicht dargestellten Eingang sind in den Regelstrategieblock 43 die Farbmaßzahlen des Referenzeindruckes 1 eingegeben worden, so daß ausgehend von diesen Farbmaßzahlen und den Farbmaßzahldifferenzen am Farbmaßzahleingang 64 der Farbort der Farbe des Rasterfeldes 46 zur Durchführung der Regelstrategie vorliegt.

- Der Farbort des Rasterfeldes 43 des OK-Bogens 44 ergibt sich einfach dadurch, daß mit Hilfe der in 50 Fig. 4 dargestellten Anordnung nacheinander der Referenzeindruck 1 und der OK-Bogen 44 densitometrisch ausgemessen werden. Aufgrund der bekannten Farbmaßzahlen des Referenzeindruckes 1 und der mit Hilfe des Auswertecomputers des Computers 33 berechneten Farbmaßzahldifferenzen für das Rasterfeld 43 ergibt sich der Farbort des Rasterfeldes 43 des OK-Bogens 44. Durch einen Vergleich des Rasterfeldes 43 des OK-Bogens 44 mit dem Rasterfeld 46 des Fortdruck-Bogens 45 ergeben sich schließlich die Farbmaßzahldifferenzen zwischen dem Rasterfeld 46 und dem Rasterfeld 43, so daß für das Rasterfeld 46 55 schlußendlich nicht nur die Farbmaßzahldifferenzen, sondern auch die absoluten Farbmaßzahlen oder Farbkoordinaten im $L^*a^*b^*$ -Farbraum bekannt sind.

Die auf diese Weise ermittelten Farbkoordinaten im Farbraum geben einen Ist-Farbort an, um den

aufgrund der vorgegebenen Grenzdichten für die Volltonfelder 70 bis 72 und die mit Hilfe des Densitometers tatsächlich gemessenen Volltondichten der Volltonfelder durch den Regelstrategieblock ein Korrekturfarmaum für die erreichbaren Farben bestimmt wird.

Wenn sich durch einen Vergleich des Ist-Farbortes des Rasterfeldes 46 mit dem Soll-Farbart des Rasterfeldes 43 ergibt, daß der Soll-Farbart außerhalb des Korrekturraumes liegt, so wird gemäß der im Regelstrategieblock 63 implementierten Regelstrategie der vorgegebene Soll-Farbart durch einen erreichbaren Soll-Farbart auf der Begrenzungsfläche des Korrekturfarmaumes mit einem Farbabstand vom vorgegebenen Soll-Farbart ersetzt, dessen für die Druckqualität wesentliche Komponenten minimal sind.

Insbesondere wird bei der implementierten Regelstrategie als erreichbarer Soll-Farbart derjenige Farbart auf der Oberfläche des Korrekturfarmaumes gewählt, der den kleinsten Farbabstand vom vorgegebenen Soll-Farbart hat. Je nach der Lage des Soll-Farbortes im $L^*a^*b^*$ -Farbraum außerhalb des um den Ist-Farbart im $L^*a^*b^*$ -Farbraum aufgespannten Korrekturfarmaumes ergeben sich verschiedene Möglichkeiten zur Bestimmung eines optimalen Ersatz-Soll-Farbortes gemäß der Regelstrategie. Eine Möglichkeit besteht darin, daß vom vorgegebenen Soll-Farbart ein Lot auf die benachbarte Seitenfläche des Korrekturfarmaumes gefällt wird und der Schnittpunkt des Lotes mit der Seitenfläche als erreichbarer Soll-Farbart verwendet wird.

Wenn eine derartige Lösung nicht gegeben ist, ist es gemäß der Regelstrategie möglich, so vorzuziehen, daß vom vorgegebenen Soll-Farbart ein Lot auf die benachbarte Seitenkante des Korrekturfarmaumes gefällt wird und der Schnittpunkt des Lotes mit der Seitenkante als erreichbarer Soll-Farbart verwendet wird.

Ist auch dafür keine Lösung möglich, ist es vorgesehen, daß die vom vorgegebenen Soll-Farbart benachbarte Ecke des Korrekturfarmaumes als erreichbarer Soll-Farbart verwendet wird.

Es ist bekannt, daß Chrominanzfehler kritischer als reine Helligkeitsfehler (Luminanzfehler) sind. Daher ist gemäß einer Alternative der Regelstrategie vorgesehen, daß der dem vorgegebenen Soll-Farbart am nächsten liegende Schnittpunkt einer Parallelen zur Helligkeitskoordinatenachse durch den vorgegebenen Soll-Farbart mit der Oberfläche des Korrekturfarmaumes als erreichbarer Soll-Farbart oder Ersatz-Soll-Farbart gewählt wird. Gemäß einer speziellen Abwandlung dieses Verfahrens ist vorgesehen, daß für die auf einer Parallelen zur Helligkeitskoordinatenachse durch den vorgegebenen Soll-Farbart liegenden Punkte innerhalb eines vorgegebenen Helligkeitsfehlerbereichs mit einer maximalen und einer minimalen Helligkeit die am nächsten liegenden Punkte auf der Oberfläche des Korrekturfarmaumes als erreichbare Soll-Farborte bestimmt werden. Dabei ist es möglich, daß der am nächsten liegende Punkt auf der Oberfläche des Korrekturfarmaumes für den Punkt auf der Parallelen bestimmt wird) der dem größten akzeptabel erscheinenden Helligkeitsfehler zugeordnet ist.

Die Regelstrategie kann auch vorsehen, daß als erreichbarer Ersatz-Soll-Farbart der Schnittpunkt des Farbabstandsvektors zwischen dem Ist-Farbart des Rasterfeldes 46 und dem vorgegebenen Soll-Farbart des Rasterfeldes 43 mit der Oberfläche des Farbkorrekturraumes gewählt wird.

Aus den beispielsweise oben genannten Möglichkeiten für die Regelstrategie erkennt man, daß eine Regelstrategie im $L^*a^*b^*$ -Farbraum erfolgt, obwohl das Rasterfeld 46 des Fortdruck-Bogens 45 nicht mit einem Farbmeßgerät, sondern lediglich mit dem Densitometer 31 abgetastet worden ist. Der Einsatz des Regelstrategieblocks 63 und des dritten Schichtdickensteuerungsrechners 55" gestattet es somit, daß ein nicht erreichbarer auf dem OK-Bogen 44 vorgegebener Farbart gemäß einer Regelstrategie durch einen erreichbaren Soll-Farbart ersetzt wird, so daß für den Ist-Farbart des Rasterfeldes 46 des Fortdruck-Bogens 45 eine optimale Lage im Farbkoordinatenraum angesteuert werden kann, obwohl die Farbkoordinaten des Rasterfeldes 46 nicht mit Hilfe eines Farbmeßgerätes oder Spektrofotometers erfaßt worden sind.

Bei der in der oben genannten EP-A 321 402 beschriebenen Regelstrategie ist eine Meßwertverarbeitung vorgesehen, in der die Farbabstandsvektoren zwischen dem Soll-Farbart und dem Ist-Farbart mit einer Sensitivitätsmatrix multipliziert werden, um den Schichtdickenänderungssteuervektor zu berechnen, der beim nächsten Druck eines Fortdruck-Bogens 45 berücksichtigt werden muß, um die gewünschte Farbortverschiebung zu erreichen. Die Sensitivitätsmatrix, mit der Dichtedifferenzen für die Farbortverschiebung zwischen dem Soll-Farbart und dem Ist-Farbart berechnet werden, kann bei der erwähnten Regelstrategie empirisch und meßtechnisch mittels einer Versuchsserie bestimmt werden.

Gemäß Fig. 4 kann die Regelstrategie jedoch auch so realisiert werden, daß der Regelstrategieblock 63 am Ausgang 65 keinen Schichtdickenänderungssteuervektor, sondern lediglich Ersatz-Farbmaßzahldifferenzen 55" mit Hilfe der Transformationsmatrix [Z] in einen Schichtdickenänderungssteuervektor umgerechnet werden.

Eine andere besonders einfache Möglichkeit für eine Regelstrategie, bei der die Grenzbedingungen der Volltondichten berücksichtigt werden, kann so realisiert werden, daß in einer in Fig. 4 nicht gezeichneten Weise der Ausgang des zweiten Schichtdickensteuerungsrechners 55' einen weiteren Eingang des Regelstrategieblocks 63 speist, um zu vermeiden, daß am Ausgang des Regelstrategieblocks 63 Farbmaß-

zahldifferenzen auftreten, die nach Umrechnung im dritten Schichtdickensteuerungsrechner 55" zu einer Übersteuerung der Farbführungsorgane über die Schichtdickengrenzwerte hinaus führen würden.

5 Ansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Farbmaßzahldifferenzen zwischen zwei mit Hilfe einer Druckmaschine gedruckten Rasterfeldern, insbesondere zwei Graubalancefeldern, durch optisches Abtasten der Rasterfelder und Auswerten des remittierten Lichtes, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden zu vergleichenden Rasterfelder mit Hilfe eines Densitometers abgetastet werden, daß für jede beteiligte Druckfarbe die Differenz der zugeordneten Rasterdichten bestimmt wird, daß der aus den Rasterdichtedifferenzen der beteiligten Druckfarben als Komponenten zusammengesetzte Rasterdichtendifferenzvektor durch Multiplizieren mit einer invertierten Farbmaßzahlen-Rasterdichte-Transformationsmatrix in einen die Farbmaßzahldifferenzen als Komponenten enthaltenden Farbänderungsvektor in einem empfindungsmäßig gleichabständig abgestuften Farbraum transformiert wird, wobei die Farbmaßzahlen-Rasterdichte-Transformationsmatrix dadurch bestimmt wird, daß mit Hilfe der Druckmaschine unter nominellen Bedingungen ein Referenz-Eichdruck sowie mehrere Zusatz-Eichdrucke gedruckt werden, die jeweils mehrere Volltonfelder und ein mitgedrucktes farblich den zu vergleichenden Rasterfeldern ähnliches Rasterfeld, insbesondere Graubalancefeld, aufweisen, wobei jeder Zusatz-Eichdruck für wenigstens ein Volltonfeld eine von dem entsprechenden gleichfarbigen Volltonfeld des Referenz-Eichdruckes verschiedene Volltondichte aufweist, daß mit Hilfe des Densitometers die Rasterdichtedifferenzen zwischen den Rasterdichten des Rasterfeldes des Referenz-Eichdruckes einerseits und denen der Rasterfelder der Zusatz-Eichdrucke andererseits sowie mit Hilfe eines Spektralfotometers die Farbmaßzahldifferenzen zwischen den Farbmaßzahlen des Rasterfeldes des Referenz-Eichdruckes einerseits und denen der Rasterfelder der Zusatz-Eichdrucke andererseits gemessen werden, daß durch Einsetzen der auf diese Weise erfaßten Werte für die Rasterdichtedifferenzen und Farbmaßzahldifferenzen in die Gleichungen

$$[\Delta R]_i = [W] \cdot [\Delta F]_i$$

- die Elemente der Farbmaßzahlen-Rasterdichte-Transformationsmatrix $[W]$ bestimmt werden, wobei in $[\Delta R]_i$ der dem i-ten Zusatz-Eichdruck zugeordnete Rasterdichtendifferenzvektor mit den durch die Rasterdichtedifferenzen für jede Druckfarbe gebildeten Komponenten und $[\Delta F]_i$ der dem i-ten Zusatz-Eichdruck zugeordnete Farbmaßzahldifferenzvektor mit den durch die Farbmaßzahldifferenzen gebildeten Komponenten ist.

2. Verfahren zur Farbsteuerung oder Farbbregelung des Druckes einer Druckmaschine, wobei auf den von der Druckmaschine gedruckten Fortdruck-Bögen Meßfelder optisch erfaßt werden, um den Farbabstand des erfaßten Meßfeldes von einem vorgegebenen Soll-Farbart zu bestimmen und aus diesem eine Stellgröße zur Verstellung der Farbführungsorgane der Druckmaschine zu erzeugen, damit unerwünschte Farbabweichungen bei den mit der neuen Farbführungseinstellung anschließend gedruckten Fortdruck-Bögen minimal werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf den Fortdruck-Bögen ein Meßfeld in Gestalt eines aus mehreren Druckfarben aufgebauten Rasterfeldes, insbesondere eines Graubalancefeldes, vorgesehen wird, dem auf einem OK-Bogen ein entsprechendes den Soll-Farbart definierendes Raster zugeordnet wird und die Bestimmung des durch Farbmaßzahldifferenzen beschreibbaren Farbabstandes durch Vergleich der beim Abtasten der beiden Rasterfelder mit Hilfe eines Densitometers erhaltenen Rasterdichten in der Weise erfolgt, daß für jede beteiligte Druckfarbe die Differenz der zugeordneten Rasterdichten bestimmt wird, daß der aus den Rasterdichtedifferenzen der beteiligten Druckfarben als Komponenten zusammengesetzte Rasterdichtendifferenz-Vektor durch Multiplizieren mit einer invertierten Farbmaßzahlen-Rasterdichte-Transformationsmatrix in einen die Farbmaßzahldifferenzen als Komponenten enthaltenden Farbänderungsvektor in einem empfindungsmäßig gleichabständig abgestuften Farbraum transformiert wird, wobei die Farbmaßzahlen-Rasterdichte-Transformationsmatrix dadurch bestimmt wird, daß mit Hilfe der Druckmaschine unter nominellen Bedingungen ein Referenz-Eichdruck sowie mehrere Zusatz-Eichdrucke gedruckt werden, die jeweils mehrere Volltonfelder und ein mitgedrucktes farblich den zu vergleichenden Rasterfeldern ähnliches Rasterfeld, insbesondere Graubalancefeld, aufweisen, wobei jeder Zusatz-Eichdruck für wenigstens ein Volltonfeld eine von dem entsprechenden gleichfarbigen Volltonfeld des Referenz-Eichdruckes verschiedene Volltondichte aufweist, daß mit Hilfe des Densitometers die Rasterdichtedifferenzen zwischen den Rasterdichten des Rasterfeldes des Referenz-Eichdruckes einerseits und denen der Rasterfelder der Zusatz-Eichdrucke andererseits sowie mit Hilfe eines Spektralfotometers die Farbmaßzahldifferenzen zwischen den Farbmaßzahlen des Rasterfeldes des Referenz-Eichdruckes einerseits und denen der Rasterfelder der Zusatz-Eichdrucke andererseits gemessen werden, daß durch Einsetzen der auf diese Weise erfaßten Werte für die Rasterdichtedifferenzen und Farbmaßzahldifferenzen in die Gleichungen

$$[\Delta R]_i = [W] \cdot [\Delta F]_i$$

die Elemente der Farbmaßzahlen-Rasterdichte-Transformationsmatrix $[W]$ bestimmt werden, wobei $[\Delta R]_i$ der dem i-ten Zusatz-Eichdruck zugeordnete Rasterdichtendifferenzvektor mit den durch die Rasterdichtedifferenzen für jede Druckfarbe gebildeten Komponenten und $[\Delta F]_i$ der dem i-ten Zusatz-Eichdruck zugeordnete Farbmaßzahlendifferenzvektor mit den durch die Farbmaßzahldifferenzen gebildeten Komponenten ist, und daß aus dem auf diese Weise erhaltenen Farbänderungsvektor ein Schichtdickenänderungssteuervektor zur Verstellung der Farbführungsorgane der Druckmaschine erzeugt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß mit Hilfe der vorgegebenen Grenzdichten und den gemessenen Volltondichten der zusammen mit dem Rasterfeld auf den Fortdruck-Bögen gedruckten Volltonfelder ein Korrekturfarbraum um den auf dem Rasterfeld gemessenen Ist-Farbart bestimmt wird und daß ein außerhalb des Korrekturfarbraumes liegender vorgegebener Soll-Farbart durch einen erreichbaren Soll-Farbart auf der Begrenzungsfläche des Korrekturfarbraumes mit einem Farbabstand vom vorgegebenen Soll-Farbart ersetzt wird, dessen für die Druckqualität wesentliche Komponenten minimal sind.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Farbänderungsvektor oder ein gemäß einer Regelstrategie im Farbraum unter Berücksichtigung der Grenzwerte für die erreichbaren Volltondichten errechneter Ersatz-Farbänderungsvektor mit einer Farbmaßzahlen-Volltondichte-Transformationsmatrix multipliziert wird, um den Schichtdickenänderungssteuervektor zu erhalten.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Farbmaßzahlen-Volltondichte-Transformationsmatrix dadurch bestimmt wird, daß mit Hilfe des Densitometers für jede Farbe die Volltondichtedifferenz zwischen den Volltondichten des Volltonfeldes des Referenz-Eichdruckes einerseits und denen der Volltonfelder der Zusatz-Eichdrucke andererseits sowie mit Hilfe des Spektralfotometers die Farbmaßzahldifferenzen zwischen den Farbmaßzahlen des Rasterfeldes Referenz-Eichdruckes einerseits und denen der Rasterfelder der Zusatz-Eichdrucke andererseits gemessen werden, daß durch Einsetzen der auf diese Weise erfaßten Werte für die Volltondichtedifferenzen und Farbmaßzahldifferenzen in die Gleichungen

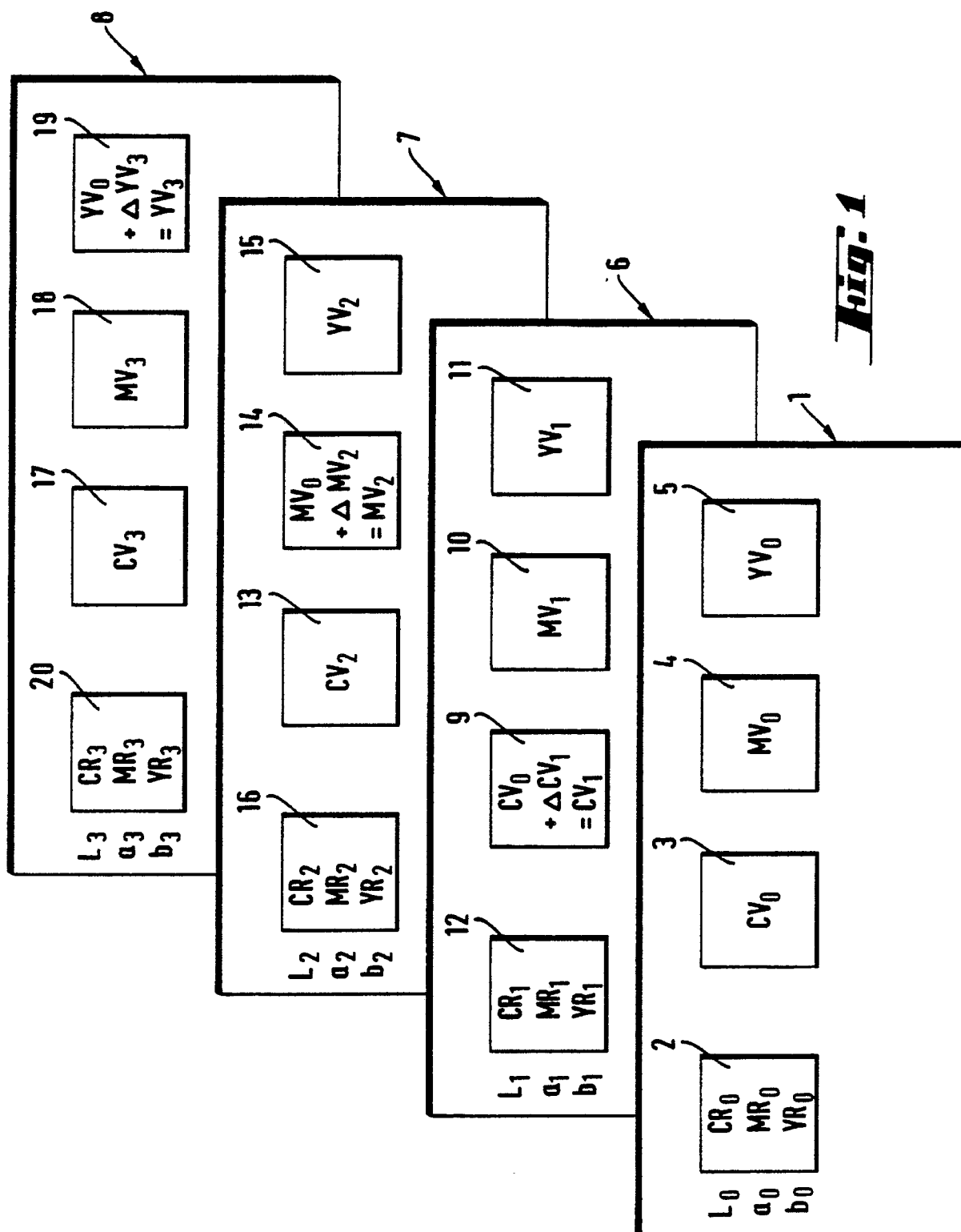
$$[\Delta V]_i = [Z] \cdot [\Delta F]_i$$

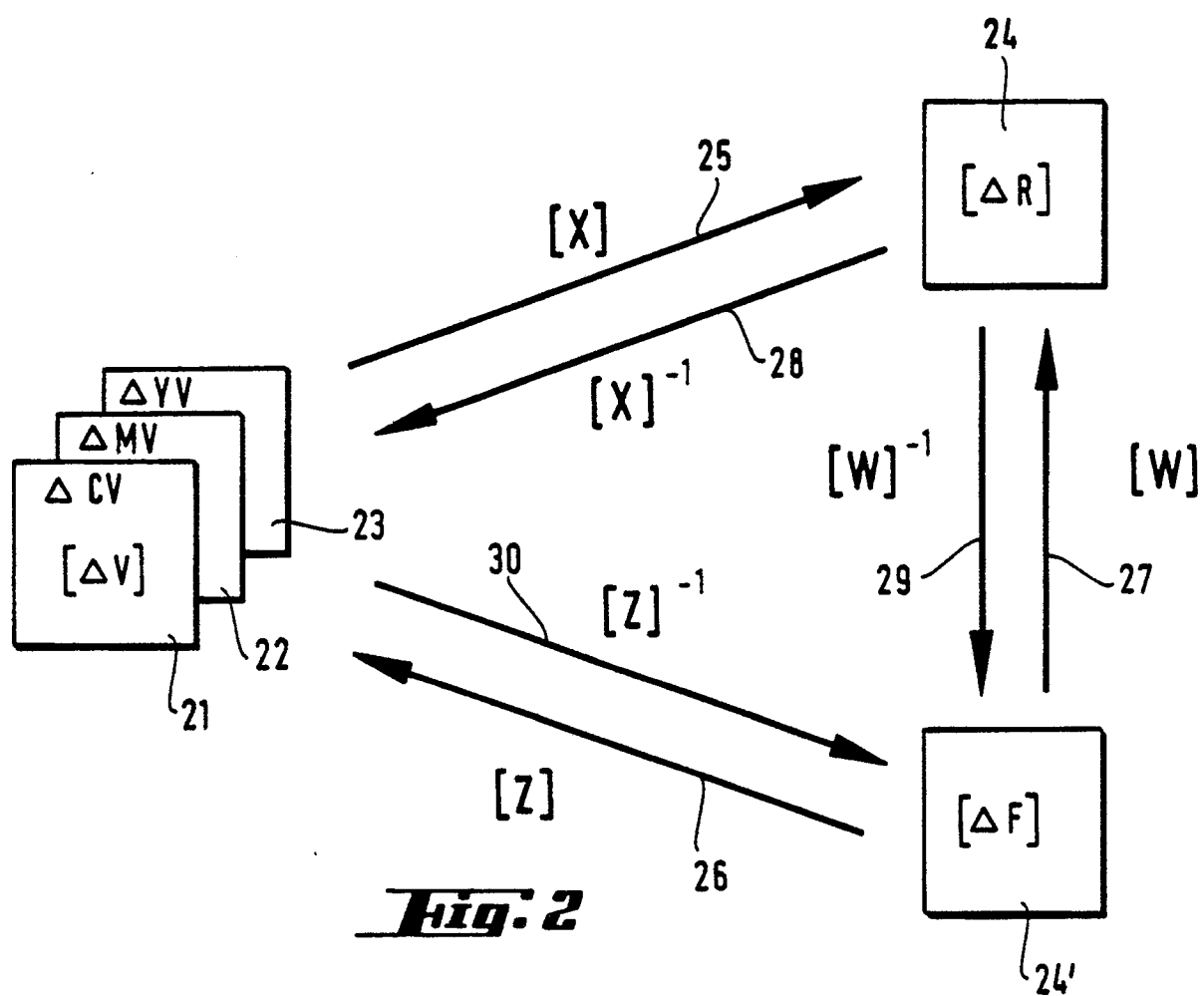
die Elemente der Farbmaßzahlen-Volltondichte-Transformationsmatrix $[Z]$ bestimmt werden, wobei $[\Delta V]_i$ der dem i-ten Zusatz-Eichdruck zugeordnete Volltondichtendifferenzvektor mit den durch die Volltondichtedifferenzen für jede Druckfarbe gebildeten Komponenten und $[\Delta F]_i$ der dem i-ten Zusatz-Eichdruck zugeordnete Farbmaßzahlendifferenzvektor mit den durch die Farbmaßzahldifferenzen gebildeten Komponenten ist.

6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Farbmaßzahlen-Volltondichte-Transformationsmatrix dadurch bestimmt wird, daß die Farbmaßzahlen-Rasterdichte-Transformationsmatrix $[W]$ bestimmt und mit der invertierten Volltondichte-Rasterdichte-Transformationsmatrix $[X]^{-1}$ multipliziert wird, die ihrerseits dadurch bestimmt wird, daß mit Hilfe eines Densitometers die Rasterdichtedifferenzen zwischen den Rasterdichten des Rasterfeldes des Referenz-Eichdruckes einerseits und denen der Rasterfelder der Zusatz-Eichdrucke andererseits sowie für jede Farbe die Volltondichtedifferenz zwischen den Volltondichten des Volltonfeldes des Referenz-Eichdruckes einerseits und denen der Volltonfelder der Zusatz-Eichdrucke andererseits gemessen werden, daß durch Einsetzen der auf diese Weise erfaßten Werte für die Rasterdichtedifferenzen und Volltondichtedifferenzen in die Gleichungen

$$[\Delta R]_i = [W] \cdot [\Delta V]_i$$

die Elemente der Volltondichte-Rasterdichte-Transformationsmatrix X bestimmt werden, wobei $[\Delta R]_i$ der dem i-ten Zusatz-Eichdruck zugeordnete Rasterdichtendifferenzvektor mit den durch die Rasterdichtedifferenzen für jede Druckfarbe gebildeten Komponenten und $[\Delta V]_i$ der dem i-ten Zusatz-Eichdruck zugeordnete Volltondichtendifferenzvektor mit den durch die Volltondichtedifferenzen gebildeten Komponenten ist.





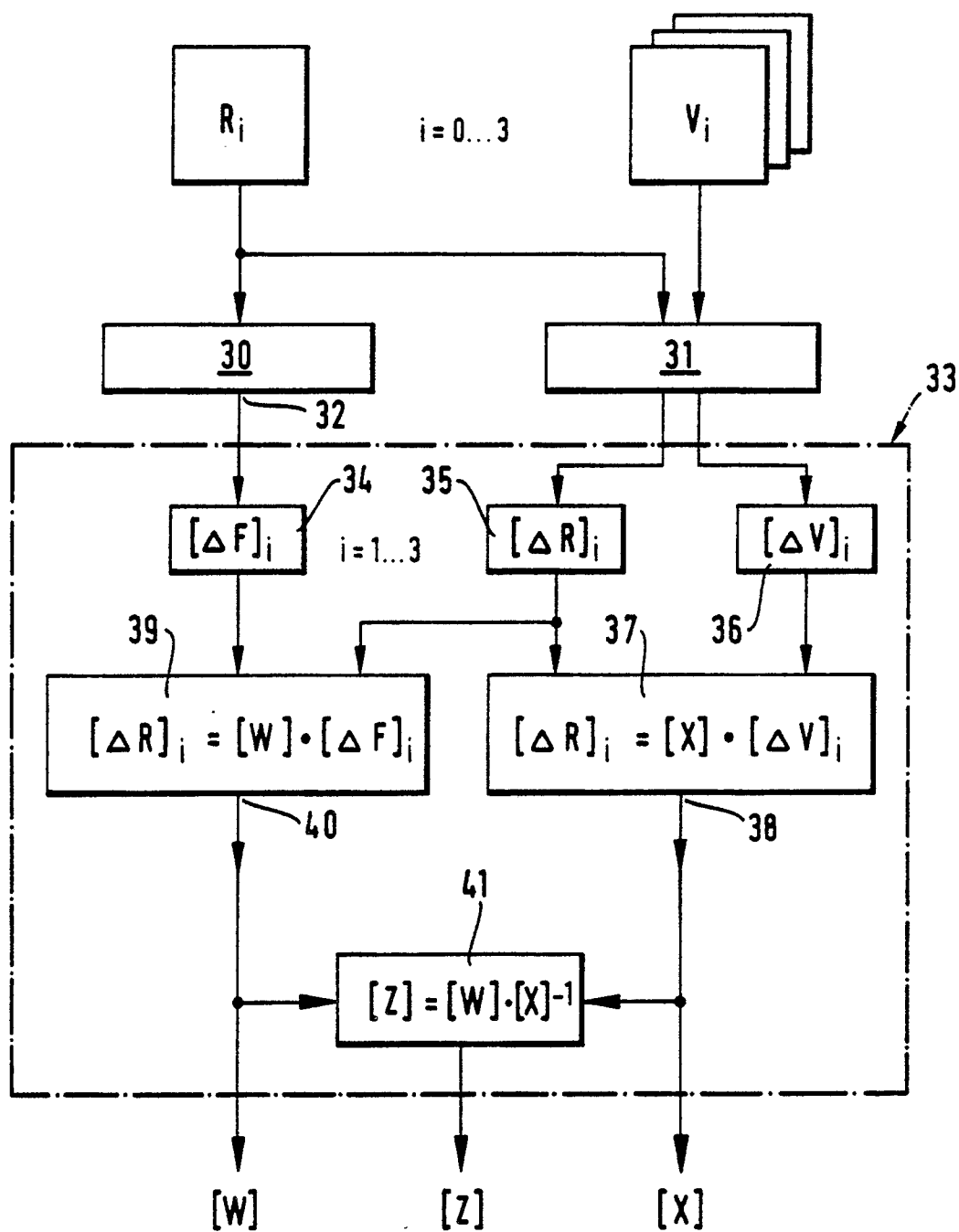


Fig. 3

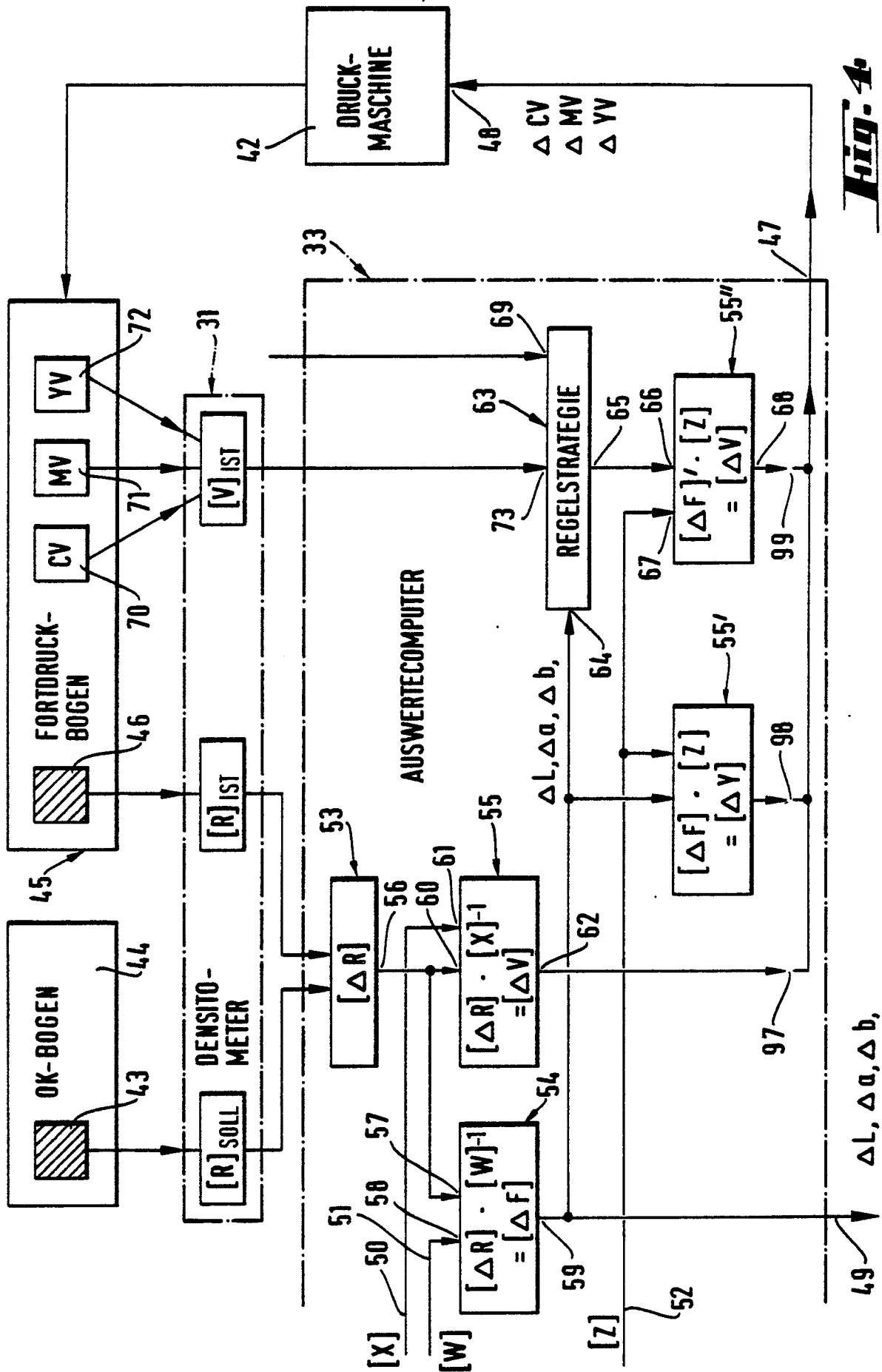


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 81 0513

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 265 (P-399)(1988) 23 Oktober 85, & JP-A-60 113243 (TOPPAN PRINTING CO LTD) 19 Juni 1985, * das ganze Dokument *	1-6	B41F33/00
Y	DE-A-3539540 (CANON K.K.) * Seite 5, Zeile 22 - Seite 19, Zeile 20; Figuren 1-8 *	1-6	
Y	FR-A-2512950 (KOTOBUKI SEIHAN PRINTING CO., LTD.) * Seiten 1 - 14, Zeile 29; Ansprüche 1, 2 *	1, 2	
Y	EP-A-136542 (KOLLMORGEN TECHNOLOGIES CORPORATION) * Seite 6, Zeile 36 - Seite 14, Zeile 23; Figuren 1-3 *	1, 2	
Y	NOUVELLES GRAPHIQUES. vol. 39, no. 6, März 1989, DEURNE BE Seiten 22 - 27; C.MEYER, R.BRAND: "LA COLORIMETRIE DANS L'IMPRESSION HELIO"	1, 2	
D, Y	EP-A-321402 (GRETAG AG.) * Zusammenfassung * * Seite 5, Zeile 50 - Seite 6, Zeile 37; Anspruch 1; Figur 2 *	3, 4	
Y	DE-A-3226144 (VEB KOMBINAT POLYGRAPH) * Ansprüche 1-4 *	5	
Y	GRAPHIC ARTS JAPAN vol. 26, 1984-85 Seiten 26 - 31; TATSUO KINISHI: "ESTIMATION OF VALUES OF PRIMARY INKS IN COLOR PRINTS" * das ganze Dokument *	6	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchennot	Abschlußdatum der Recherche		Prüfer
DEN HAAG	16 OKTOBER 1990		THIBAUT E. E. G. C.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze F : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument I : aus andern Gründen angeführtes Dokument A : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	