(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 255 924 B1**

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **21.04.93**

(51) Int. Cl.5: **B41F 33/00**

(21) Anmeldenummer: **87111135.7**

(22) Anmeldetag: **31.07.87**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Beeinflussung der farblichen Erscheinung einer Farbfläche bei einem Druckvorgang.**

(30) Priorität: **05.08.86 DE 3626423**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.02.88 Patentblatt 88/07

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.04.93 Patentblatt 93/16

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB IT LI LU NL SE

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 4 256 131

(73) Patentinhaber: **FOGRA Deutsche Forschungsgesellschaft für Druck- und Reproduktionstechnik e.V.**
Streitfeldstrasse 19
W-8000 München 80(DE)

(72) Erfinder: **Dolezalek, Friedrich, Dr.Dipl.-Phys.**
Ettaler Strasse 24
W-8038 Gröbenzell(DE)
Erfinder: **Besson, Karl-Heinz**
Pechelanger 9
W-8000 München 83(DE)

(74) Vertreter: **Tetzner, Volkmar, Dr.-Ing. Dr. jur.**
Van-Gogh-Strasse 3
W-8000 München 71 (DE)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 255 924 B1

Beschreibung

Für die Beeinflussung (im Sinne von Steuern und Regeln) der farblichen Erscheinung von aus mehreren Teilfarben (z.B. Cyan, Magenta, Gelb, Schwarz) bei einem Druckvorgang zusanmengesetzten Farbflächen werden als Meßgeräte hauptsächlich sog. Densitometer und seltener Farbmeßgeräte (nach den Bauarten "Spektralphotometer" oder "Dreifiltermeßgerät") verwendet. Mit "Druckvorgang" sollen im folgenden alle Vervielfältigungsverfahren bezeichnet werden, die entweder über eine bildmäßig eingefärbte Druckform ein Druckbild auf einem Bedruckstoff herstellen (z.B. Offsetdruck, Tiefdruck, Hochdruck) oder als sog. Farbprüfkopie-Verfahren (auch Proofverfahren genannt) als Andruckersatz in der Reproduktionstechnik eingesetzt werden oder die anschlaglosen Verfahren, wie Tintenstrahldruck, Transferthermographie, Elektrophotographie und Siebdruck, sind.

Der Stand der Technik bei der Beeinflussung der farblichen Erscheinung aufgrund von Messungen mit dem Densitometer ist beispielsweise in der US-A-4 200 932 angegeben; er ist außerdem in den bekannten, auf der Fachmesse DRUPA 1986 öffentlich präsentierten Regeleinrichtungen "Heidelberg CPC 2 mit CPC 1", "MAN Roland CCI mit RCI", "Miller Johannisberg Unimatic C3, C4 und C5", "Koenig und Bauer Colortronic mit Densitronic", "Windmöller und Hölscher CIM Printcontrol" gegenständlich verwirklicht. Über die Dichtemessung hinaus ist es in der Drucktechnik bekannt, ein Druckprodukt mittels Farbmessung zu prüfen, wobei man sich entweder eines sogenannten Dreifilter- oder Tristimulusgeräts oder eines Spektralfotometers bedient. Eine farbmetrische Kontrolle des Druckvorgangs wird in den folgenden Veröffentlichungen angegeben: Fößler, "Tonwertzunahme im Mehrfarben-Offsetdruck", FOGRA-Mitteilungen Nr. 120, 1985, S. 1-6, Kamm und Ritz, "Farbmessung an der laufenden Papierbahn zur Steuerung der Färbung mit dem System Eltex-Optronic", Offsetpraxis 1986, Jg. 28, Nr. 10, S. 32, Maurer "Computerunterstützte, zugeschnittene Farbdruck-Analyse", TAGA Proceedings 1982, S. 518. Daneben sind der Kontrolle des Druckvorgangs analoge Anwendungen zur Regelung oder Steuerung der Produktfarbe in der Papiererzeugung und der Textilfärberei beschrieben, wie beispielsweise durch Glatz, Eberle, Freier, Rohner in "Industrielle Qualitätskontrolle mit hochauflosenden, farberkennenden Spektralfotometern im Auflicht- und Durchlichtverfahren", Laser Optoelektronik in der Technik, Vorträge des 7. int. Kongresses, München 1985, S. 239-242, durch den Artikel "Mikrocomputersystem vermindert Farbstoffbedarf und verbessert Farbqualität" der VDI-Nachrichten 35(1981)7, S.18, durch Horridge in "Experience of Automatic On-machine Colour Measurement and Control" in Paper Technology 1983/01/02 Jg. 24, Nr. 1, S. 27 sowie durch Olbrich in "On-line-Farbmessung beim Kontinue-Färben", Chemiefasern 1984/02, Nr. 2, S.142.

In Fig.1 ist die Flächenaufteilung eines typischen, mit den genannten Druckvorgängen herstellbaren Druckbogens 51 skizziert. Auf diesem befindet sich außerhalb des Endformats 53, also im sog. Beschnitt, eine Druckkontrolleiste 52, die Testflächen zur vorzugsweise densitometrischen Prozeßkontrolle enthält. Das auf der Gesamtformatfläche des Druckbogens 51 befindliche Sujet besteht hier aus acht Seiten einer bebilderten Druckschrift, die sowohl Abbildungen 54 als auch Text 55 umfaßt. Besonders hervorgehoben ist eine hinsichtlich ihrer farblichen Erscheinung zu beeinflussende Farbfläche 56, die hier Teil einer Abbildung ist. Diese zu beeinflussende Farbfläche - es können auch mehrere solcher zu beeinflussenden Farbflächen 56 Flachen sein - wird vom Drucker auf dem Sujet ausgewählt. Es handelt sich dabei vorzugsweise um einen solchen Farbton, dessen originalgetreue Wiedergabe erfahrungsgemäß als Beweis für die richtige Wiedergabe der restlichen Farbtöne gelten kann, oder um einen besonderen Farbton, dessen richtige Wiedergabe ausschlaggebend für die Akzeptanz des gedruckten Produkts ist (z.B. Hautton in einem Kosmetik-Prospekt).

Während des Druckvorgangs prüft der Drucker das Druckergebnis periodisch, indem er das jeweils hergestellte Istexemplar 62 (Fig.2) hinsichtlich ihrer farblichen Erscheinung zu beeinflussende Farbfläche 56 mit einem als Bezug dienenden Sollexemplar 61 visuell und gegebenenfalls auch meßtechnisch anhand der Testflächen auf der Druckkontrolleiste 52 vergleicht. Falls kein Sollexemplar 61 vorhanden ist, erfolgt der Vergleich mittels Sollmeßwerten, die aufgrund bisheriger Erfahrungen festgelegt wurden. Aus den auf dem Istexemplar 62 bestimmten Istmeßwerten und den Sollmeßwerten werden die Differenzen "Istmeßwert minus Sollmeßwert" gebildet und als Regelabweichung im regeltechnischen Sinn aufgefaßt. Es handelt sich im Falle der Dichtemessung um Dichtewertdifferenzen und im Falle der Farbmessung um farbmetrische Differenzwerte.

Die regeltechnisch erforderliche Beeinflussung wird über eine Korrektur bei der Farbgebung der betreffenden Teilfarbe von Hand durchgeführt. Unter "Korrektur bei der Farbgebung" wird eine Änderung bei der flächenbezogenen Auftragsmenge der Teilfarbe verstanden, gleich ob es sich dabei um eine Veränderung beim effektiven Flächendeckungsgrad oder bei der Schichtdicke handelt.

Aternativ dazu sind Regelanlagen gemäß US-A-4 200 932, Kamm und Ritz, "Farbmessung an der laufenden Papierbahn zur Steuerung der Färbung mit dem System Eltex-Optronic", Offsetpraxis 1986, Jg.

28, Nr. 10, S. 32 und Horridge in "Experience of Automatic On-machine Colour Measurement and Control" in Paper Technology 1983/01/02 Jg. 24, Nr. 1, S. 27 bekannt, bei denen jede Regelabweichung vollautomatisch in einen Stellbefehl zur Korrektur der Farbgebung umsetzbar ist.

Eine Unterbrechung des Regelkreises durch das Bedienungspersonal ist auch hier möglich und sinnvoll, da der Produktionsprozeß auch durch andere, mit den gewählten Testflächen nicht erfaßbare Störungen stark beeinflußt werden kann. Ein Beispiel hierzu ist der im Offsetverfahren vom Feuchtmittel ausgehende Einfluß.

Ein weiteres Beispiel dazu ist der Fall, in dem sich die zur Messung benutzten Testflächen - wie etwa Vollton-Kontrollfelder 24 - hinsichtlich des Flächendeckungsgrades der jeweiligen Teilfarbe sehr stark von den entsprechenden Werten der hinsichtlich ihrer farblichen Erscheinung zu beeinflussenden Farbfläche 56, wie etwa eine Hautpartie in einem Bademodeprospekt, stark unterscheiden. Mit den bekannten Steuer- und Regelverfahren wird lediglich sichergestellt, daß die farbliche Erscheinung der Testflächen, hier Vollton-Kontrollfelder 24, konstant bleiben. Für die zu beeinflussende Farbfläche 56 tritt diese Folge nicht automatisch ein. Wie in der bereits genannten Veröffentlichung Köblers in den FOGRA-Mitteilungen Nr. 120 gezeigt wurde, können nämlich Rasterflächen anders als Volltonflächen reagieren, wenn sich im Verlauf des Druckvorgangs der Zusammenhang zwischen den Volltondichten und den Dichten im Raster ändert.

Zweck der automatischen Regelung bzw. der vom Bediener ausgeführten Steuerung ist es, entweder die in einem vorhandenen Sollexemplar vorliegende Farbgebung anhand der dort z.B. auf Testflächen gemessenen Dichtewerte möglichst genau nachzustellen oder eine Farbgebung zu erreichen, die durch einen Satz vorher festgelegter Solldichtewerte gekennzeichnet ist. Hiermit erreicht man bei Druckvorgängen, die auf die Herstellung weniger Exemplare ausgerichtet sind (Beispiel: Farbprüfverfahren, Farbkopierverfahren) eine weitgehende farbliche Übereinstimmung mit der Vorlage und bei Druckvorgängen für große Auflagen (z.B. Offsetdruck, Tiefdruck, Hochdruck, Siebdruck) die Begrenzung der produktionsbedingten Schwankungen innerhalb einer Auflage.

Grundlagen der Steuerung oder Regelung ist bei allen hier unter "Druckvorgang" verstandenen Vervielfältigungsverfahren das Vorhandensein mindestens eines Stellglieds pro Teilfarbe, für das ein monotoner Zusammenhang im mathematischen Sinne zwischen dem Stellweg und der flächenbezogenen Auftragsmenge der Teilfarbe besteht. Im Offsetdruck und im Hochdruck stehen als Stellglieder die Zonenschrauben und die Umdrehungsgeschwindigkeits-Einstellung der Farbduktorwalze zur Verfügung. Eine Veränderung des Dosierspalts durch die Verstellung einer gegebenenfalls auch motorisch angetriebenen Zonenschraube oder eine Veränderung der Umdrehungsgeschwindigkeit der Farbduktorwalze verändern die Farbdichte und damit die flächenbezogene Auftragsmenge der betreffenden Teilfarbe auf dem Bedruckstoff. Zwischen der Farbschichtdicke und der optischen Dichte besteht eine monotone Abhängigkeit, die durch die bekannte Tollenaar-Gleichung beschrieben wird. Ersatzweise kann man eine lineare Approximation heranziehen. Mit einem Eichvorgang wird zunächst der mathematische Zusammenhang zwischen den Stellgrößen "Zonenschraubenstellung" oder "Duktorumdrehungsgeschwindigkeit" und der Dichte der Teilfarbe auf dem Bedruckstoff festgestellt. Als nächstes wird durch Differenzieren bzw. Differenzenbilden des mathematischen Zusammenhangs ermittelt, welche Korrektur dem Stellgröße ausgeführt werden muß, um eine aufgetretene Abweichung der Dichte wieder auf null zu bringen.

Beim Tiefdruck fungiert dar Originalfarbe/Verschnitt-Verhältnis als Stellgröße. Bei den Farbprüfkopie-Verfahren und den anschlaglosen Druckverfahren bestehen ebenfalls extern zugängliche oder interne Beeinflussungsmöglichkeiten für den Farbauftrag, ohne die ein farbstichfreier Druckvorgang ein glücklicher Zufall bliebe. Bei Farbmessung statt Densitometrie bestehen ebensogut dokumentierte monotone Zusammenhänge zwischen Verschiebung des Farborts im Farbraum und der flächenbezogenen Auftragsmenge der Teilfarbe. Wie in der Veröffentlichung Kellerer "Andruck/Fortdruck-Übereinstimmung im Offsetverfahren: Einfluß der Druckfarbe", FOGRA-Forschungsbericht 3.236, München 1984, S. 8 und 10, gezeigt wird, nimmt die farbmetrische Sättigung mit steigender flächenbezogener Auftragsmenge im einfarbigen Druck und im zweifarbigen Übereinanderdruck zu. Der Farbton wandert dabei mit zunehmender flächenbezogener Auftragsmenge von Unountpunkt auf der Linie gleichen Farbtons in Richtung höherer Sättigung. Es ist selbstverständlich, daß ein mathematischer Zusammenhang zwischen der farbmetrischen Sättigung und einer Stellgröße für die Farbgebung als Grundlage zur Steuerung oder Regelung dienen kann solange die flächenbezogene Auftragsmenge nicht extrem hoch wird. In diesem Fall durchläuft die farbmetrische Sättigung nämlich ein Maximum, bei übergroßen Auftragsmengen nimmt die Sättigung infolge einer Verschwärzlichung der Farbe wieder ab. Auch beim Tiefdruck, bei den Farbprüfkopie-Verfahren, den anschlaglosen Druckverfahren Sowie der Textil- und der Papierfärbung geschieht die Regelung der flächenbezogenen Auftragsmenge einer einzigen Teilfarbe über die Sättigung. Bei mehreren Farben muß zusätzlich der Farbton, auch ausgedruckt durch den Buntton- oder Polarwinkel, herangezogen werden.

Nachteilig an den bisher bekannten Beeinflussungsverfahren ist, daß die am Bildaufbau beteiligten Teilfarben unabhängig davon nachgestellt werden, ob die farbliche Erscheinung der zu beeinflussenden Farbfläche des Istexemplars 62 lediglich in der Helligkeit oder in Richtung eines Farbstichs von jener des Sollexemplars 61 abweicht. Da beim gewöhnlichen Illustrationsdruck Farbstiche vom Betrachter ungleich kritischer wahrgenommen werden als Helligkeitsabweichungen, führen die bekannten Regelverfahren häufig unnötige Regelvorgänge aus, die lediglich der Beseitigung einer harmlosen Helligkeitsabweichung dienen. Da jeder Regelvorgang Unruhe in den Farbfluß bringt und eine längere Stabilisierungsphase bedingt, soll so wenig wie möglich geregelt werden.

Ein Mangel der bekannten Dichtemeßgeräte zur Steuerung bzw. Regelung ist, daß die von diesen angezeigten Dichtewerte oder deren Regelabweichungen keine Rückschlüsse auf die tatsächlich vorliegenden Farbabstände einer zu beeinflussenden Farbfläche 56 in einem empfindungsgemäß gleichabständigen Farbenraum zulassen und dabei insbesondere keine Unterscheidung zwischen Regelabweichungen ermöglichen, die lediglich die Helligkeit betreffen und solchen, die auch Farbton und Sättigung betreffen.

Ausreichend verläßliche Angaben über Farbabstände sowie über die farbmetrischen Koordinaten Farbart, Farbsättigung und Helligkeit sind nach dem Stand der Technik nur mit Farbmeßgeräten gewinnbar. Diese Geräte erfordern jedoch einen im Vergleich zur Densitometrie hohen technischen Aufwand. Ihre Anwendung zur Steuerung bzw. Regelung der farblichen Erscheinung von vierfarbig aufgebauten Bildern ist dadurch eingeschränkt, daß die Aufschlüsselung einer gemessenen Gesamt-Farbverschiebung in die Einzelbeiträge der am Bildaufbau eines vierfarbigen Bildes beteiligten Teilfarben grundsätzlich mathematisch weder exakt noch eindeutig lösbar ist. Es müßten nämlich aus den drei Werten der Komponenten Farbton, Helligkeit und Sättigung der Farbortverschiebung vier Korrekturwerte für die Teilfarben berechnet werden. Die Lösung ist mathematisch unbestimmt. So kann der Anzeige des Farbmeßgeräts nicht entnommen werden, ob z.B. eine angezeigte Helligkeitsveränderung auf gleichsinnigen Veränderungen der Farbgebung bei allen bunten Teilfarben beruht oder ob sie nur auf die Teilfarbe Schwarz zurückgeht.

In der DE-A-30 07 421 ist ein Verfahren zur Herstellung eines vorlagengetreuen Farbengemisches angegeben, das auf densitometrischen Messungen beruht und die Lösung einer Aufgabe beschreibt, die üblicherweise nur durch spektralphotometrische Farbmessung zu bewältigen ist. Es wird dabei aber nicht offenbart, wie gefundene Differenzen zwischen dem gegebenen Sollwert und dem gemessenen Istwert im Sinne eines empfindungsgemäß gleichabständig abgestuften Farbenraumes interpretiert und insbesondere wie diese Differenzen im Sinne von Helligkeitsänderung und/oder Farbstich bewertet werden können.

Im folgenden werden zunächst die für das Verständnis der späteren Beschreibung hilfreichen farbmetrischen Darstellungen erläutert.

In Fig.3 ist das zu den annähernd empfindungsgemäß gleichabständigen Farbenräumen nach CIE-UCS-1964 bzw. CIELUV gehörige U*-V*-Diagramm als Beispiel gezeigt. Es handelt sich um ein rechtwinkliges kartesisches Koordinatensystem mit linear und in gleichem Maßstab eingeteilten Achsen für die farbmetrischen Koordinaten U* und V*. Die Koordinate W* bzw. L* (CIELUV) wird auf einer dazu senkrecht stehenden Achse abgetragen und beschreibt die Helligkeit. Alle Farben gleichen Farbtons liegen auf demselben, vom Ursprung ausgehenden Strahl in der U*-V*-Ebene. Mit zunehmendem Abstand vom Ursprung nimmt die Farbsättigung zu. In Polarkoordinatendarstellung bezeichnet hier der Polarwinkel den Farbton und der Radius die Sättigung, der Pol stellt den neutralgrauen bzw. weißen Farbton dar, er wird auch Unbuntpunkt genannt. Daher sind in Fig.3 sowohl die Kreislinien gleicher Sättigung wie auch die Polarwinkel der bunten Teilfarben (hier Cyan C*, Magenta M*, Gelb Y*) und deren Mischfarben erster Ordnung (hier Rot R*, Grün G*, Blau-Violett BV*) - den Angaben der DIN 16539 "Europäische Farbskala für den Offsetdruck" entnommen - eingetragen. Eine Maßstabseinheit in den Systemen CIE-UCS-1964, CIELUV und CIELAB entspricht einem unter optimalen Voraussetzungen gerade sichtbaren Unterschied der farblichen Erscheinung, zwei Einheiten werden als gerade sichtbarer und vier Einheiten als kleiner Unterschied empfunden.

Um auch kleine Farbverschiebungen von solchen Farben darstellen zu können, die vom Unbuntpunkt U* = 0, V* = 0 weiter entfernt sind, empfiehlt es sich, den Ursprung der Darstellung nach Fig.3 in den Sollfarbort des Sollexemplares 61 zu verlegen und die Achsen mit ΔU^* und ΔV^* zu beschriften (Fig.4 bis 9). In dieser Darstellung bezeichnen die Kreislinien nicht mehr gleiche Farbsättigung und die Zuordnung der Polarwinkel zu bestimmten Farbtönen ist allenfalls noch annähernd gegeben. Es bleibt jedoch die Interpretation der Entfernung des Istfarborts vom Ursprung als Farbabstand und die Deutung des Polarwinkels als Richtungsanzeige für eine Farbverschiebung. Die Richtung läßt sich für jede voll gesättigte bunte Teilfarbe aus einem nach CIE-UCS-1964, CIELUV oder CIELAB eingeteilten Farbatlas ersehen. Für nicht zu weit vom Unbuntpunkt befindliche Farben gelten jedoch die in Fig.3 eingezeichneten Richtungen wenigstens annähernd.

Die Erfindung geht von einem Verfahren entsprechend dem Oberbegriff des Anspruches 1 aus. Dabei ergibt sich der Oberbegriff des Anspruchs 1 aus der US-A-4 200 932. Der Erfindung liegt die Aufgabe

zugrunde, ein derartiges Verfahren so auszubilden, daß unter Vermeidung der geschilderten Mängel des Standes der Technik eine verbesserte, insbesondere gezieltere Beeinflussung der farblichen Erscheinung der Farbfläche 56 bei einem Druckvorgang erzielt wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß - ausgehend von densitometrischen Messungen - durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 gelöst.

Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind Inhalt der Unteransprüche und werden im Zusammenhang mit der Beschreibung einiger Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Die erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe wird zunächst anhand eines speziellen Ausführungsbeispiels mit densitometrischer Erfassung der Dichtewertdifferenzen erläutert. Dabei wird eine vektorielle Hilfskonstruktion verwendet, die zunächst anhand von Fig.4 näher beschrieben wird, bevor das eigentliche Beispiel folgt. Fig.4 zeigt eine helligkeitsgleiche Ebene des CIE-UCS-1964 bzw. CIELUV-Farbenraums. Die aus Fig.3 bekannten Achsen U* und V* wurden parallelverschoben, so daß der (vorerst unbekannte) Sollfarbort der hinsichtlich ihrer farblichen Erscheinung zu beeinflussenden Farbfläche 56 nun im Ursprung 0 liegt. Durch Pfeile eingetragen sind die Teilfarbrichtungen 71 C*, M* und Y*, die in diesem Fall mit jenen Richtungen übereinstimmen, welche vom Unbuntpunkt zu den Farbörtern der voll gesättigten Teilfarben zeigen. Diese Wahl bietet sich an, weil in diesem Beispiel die farbliche Erscheinung einer neutralgrauen und daher im Unbuntpunkt liegenden Farbfläche 56 beeinflußt werden soll.

Nach Ausmessen des Istexemplares werden die Dichtewertdifferenzen der Teilfarben ermittelt; die Teilfarbe Schwarz wird getrennt nach dem Stand der Technik geregelt wie er z.B. in der US-A-4 200 932 beschrieben ist. Die Dichtewertdifferenz jeder bunten Teilfarbe wird nach Multiplikation mit einem (später anhand von Tabelle 1 zu erläuternden) Faktor als Absolutbetrag (Länge) eines Teilfarbvektors 72 aufgefaßt, dessen Richtung mit der zugehörigen Teilfarbrichtung 71 übereinstimmt.

Der Faktor ist jeweils das Produkt aus dem Flächendeckungsgrad der betreffenden Teilfarbe in der zu beeinflussenden Farbfläche 56 und einem Eichfaktor, der auf die betreffende Teilfarbe und die zur Messung benutzte Testfläche bezogen ist.

Die vektorielle Addition der Teilfarbvektoren 72 zeigt vom Ursprung 0 nach dem Punkt P'; der Vektor $\overrightarrow{OP'}$ wird als Summenvektor 73 bezeichnet. Der Punkt P' ist der mittels vektorieller Hilfskonstruktion angenäherte Istfarbort. Bei Messung mit einem Farbmeßgerät wird der tatsächliche Istfarbort direkt ermittelt, er ist hier mit P'' bezeichnet.

Nach Erläuterung der vektoriellen Hilfskonstruktion sei nun das genannte Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben.

Auf einer Vierfarben-Offsetdruckmaschine wird ein Druckprodukt hergestellt, dessen Bilder durch vierfarbigen Übereinanderdruck mit geeignet abgestufter Farbgebung bei den Grundfarben Schwarz, Cyan, Magenta und Gelb entstehen. Zum Zweck der Kontrolle und der Steuerung des Drucks und insbesondere der farblichen Erscheinung einer neutralgrauen Farbfläche 56 mit den Flächendeckungsgraden C 72 %, M 57 %, Y 55 % im Rasterpositivfilm (Schattenton-Balance) sind auf den vier Druckformen als Testflächen zusätzlich Kontrollfelder mit 80 % Flächendeckungsgrad zwecks densitometrischer Ausmessung angebracht. Nachdem durch Versuche ein bezüglich der farblichen Erscheinung einer dreifarbig ermischten, nominell grauen zu beeinflussenden Farbfläche 56 akzeptables Sollexemplar hergestellt ist, wird das Schmalband-Polarisations-Densitometer auf den Kontrollfeldern des Sollexemplares in allen vier Farben genullt, wodurch die Dichtewerte als Sollmeßwerte gespeichert sind. Während der weiteren Produktion werden in regelmäßigen Abständen Istexemplare gezogen und ausgemessen; die angezeigten Istmeßwerte eines solchen Istexemplares seien Schwarz 0.1, Cyan -0.14, Magenta 0.17 und Gelb -0.20. Während die Dichteabweichung Schwarz gesondert nach dem Stand der Technik ausgesteuert wird, werden die Istmeßwerte von Cyan, Magenta, Gelb mit den durch einen vorherigen Versuchslauf mit densitometrischer und farbmetrischer Messung empirisch bestimmten Faktoren 51; 40,5 und 39 multipliziert und in ein Diagramm nach Fig.3, jedoch mit den Achsbeschriftungen ΔU^* und ΔV^* versehen, in den Teilfarbrichtungen Cyan, Magenta und Gelb als vom Nullpunkt ausgehende Teilfarbvektoren 72 $\vec{C}$, $\vec{M}$, $\vec{Y}$ eingetragen.

In Fig.5 sind die Vektoren $\vec{C}$, $\vec{M}$, $\vec{Y}$ sowie ihre Addition, der Summenvektor 73 $\overrightarrow{OP}$, der vom Ursprung nach dem Punkt P zeigt, eingetragen. Der Absolutbetrag des Summenvektors 73 $\overrightarrow{OP}$ gibt mit 10,5 Einheiten den ungefähren Farbabstand des Istexemplares vom Sollexemplar ohne Berücksichtigung der Helligkeit für die als zu beeinflussende Farbfläche 56 gewählte Schattenton-Balance in empfindungsgemäßen Einheiten ΔE der Farbräume CIE-UCS-1964, CIELUV oder CIELAB an. Der Polarwinkel 342° bezeichnet die ungefähre Richtung der eingetretenen Farbverschiebung, hier nach Rotviolett.

Die Änderung der Helligkeitskoordinate, W* im CIE-UCS-1964 System und L* in den Systemen CIELAB und CIELUV, kann für das genannte Beispiel auf zwei verschiedenen Wegen berechnet werden.

Die erste empfindungsgemäße Methode geht von den Dichtewertdifferenzen in den 80 %-Testflächen aus und bezieht diese auf die hinsichtlich Helligkeit zu bewertende Schattenton-Balancen-Farbfläche 56. Die

Helligkeitsänderung ΔL^* berechnet sich aus der Linearkombination

$$\Delta L^* = -0{,}72 \cdot 29 \cdot \Delta D_C - 0{,}57 \cdot 45 \cdot \Delta D_M - 0{,}55 \cdot 5{,}5 \cdot \Delta D_y,$$

wobei die jeweils ersten Faktoren wieder die Flächendeckungen der Farbfläche 56, die zweiten die Eichfaktoren und die Δ D die gemessenen Dichtewertdifferenzen darstellen. Mit letzteren ergibt sich

$$\Delta L^* = -1,$$

dies entspricht einem unter günstigen Umständen gerade wahrnehmbaren Helligkeitsabfall.

Zur Anwendung der zweiten Methode muß direkt auf der zu beeinflussenden Schattenton-Balance-Farbfläche 56 mit dem auf Schwarz eingestellten Densitometer gemessen werden. Hierbei hat sich beim geschilderten Beispiel die Dichtewertdifferenz $\Delta D_B = 0.03$ bei einer Solldichte $D_B = 0.80$ ergeben. Die Änderung der Helligkeitskoordinate ist

$$\Delta L^* = -89 \cdot 10^{-0.80/3} \cdot 0.03 = -1.44,$$

in ausreichender Übereinstimmung mit der ersten Methode.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß bei diesem Beispiel ein starker Farbstich von annähernd 10,5 Einheiten nach Rotviolett aufgetreten ist, die Helligkeit hat sich nur unbedeutend um ca. 1 Einheit verringert. Durch die aus densirometrischen Messungen auf erfindungsgemäße Weise gewonnene, nach Farbstich und Helligkeitsänderung getrennte Information über Farbabweichungen einer beliebig gewählten, für das zu druckende Sujet repräsentativen zu beeinflussenden Farbfläche 56 ist es möglich, eine Nachführsteuerung von Hand oder eine automatische Regelung des Druckprozesses auf die unterschiedliche Akzeptanz von Farbstichen und Helligkeitsänderungen durch den Abnehmer abzustellen. Im vorliegenden Fall sollte der starke Farbstich durch simultane Rückführung der Dichtedifferenzen Cyan, Magenta und Gelb auf Null sofort beseitigt werden. Im umgekehrten Fall, Farbstich 1 Einheit, Helligkeitsänderung 10 Einheiten kann man bei weniger anspruchsvollen Druckprodukten auf einen Regeleingriff verzichten. Die Farbgebung der Teilfarbe Schwarz wird in jedem Falle nach dem Stand der Technik geregelt bzw. gesteuert.

Während das vorausgegangene Ausführungsbeispiel die Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe in einem speziellen Fall demonstrierte, soll im folgenden angegeben werden, wie die Aufgabe im allgemeinen Fall zu lösen ist. Der übersichtlicheren Darstellung wegen wird zunächst davon ausgegangen, daß es sich bei dem zu steuernden bzw. zu regelnden Prozeß um einen Rasterdruck und bei der zu beeinflussenden Farbfläche 56 um eine nahezu neutralgraue Schattenton-Fläche, hier als Schattenton-Balance bezeichnet, handelt, die durch den Übereinanderdruck der nach der bekannten reprotechnischen Graubedingung abgestuften Flächendeckungsgrade Cyan, Magenta, Gelb und eventuell auch Schwarz entsteht, und daß zur densitometrischen Messung jeweils mit nur einer Teilfarbe bedruckte Testflächen - etwa in einem Druckkontrollstreifen 52 zusammengefaßt - zur Verfügung stehen. Verallgemeinerungen auf andere Farbflächen 56 und Teilfarben und insbesondere mehr als drei bunte Teilfarben sowie andere Druckvorgänge und die Messung in nicht einfarbigen Testflächen werden anschließend behandelt. Zunächst werden als Sollmeßwerte die Dichtewerte der Testflächen Cyan, Magenta, Gelb mit dem auf die jeweilige Farbe eingestellten Densitometer bestimmt; der Dichtewert der Testfläche Schwarz wird ebenfalls gemessen. Der Flächendekkungsgrad der zu den Testflächen gehörigen Filmvorlagen sollte im Rasterpositiv im Bereich von 40 % bis 80 % gewählt sein, wobei die zu einer Schattenton-Balance gehörige Kombination Cyan 72 %, Magenta 57 % und Gelb 55 % sowie weitere, ähnliche Abstufungen deswegen zu bevorzugen sind, weil sie unter normalen Druckverhältnissen im Offsetdruck beim dreifachen Übereinanderdruck einen nahezu neutalgrauen, dunklen Farbton ergeben, der sehr empfindlich auf kleinste Schwankungen der Farbgebung bei einer oder mehreren der beteiligten Teilfarben reagiert. Solchen Farbflächen 56 kommt deshalb Signalfunktion zu; bei Schwankungen des Druckvorgangs fallen die bei ihnen farbmetrisch meßbaren Farbortveränderungen stets größer aus als bei allen anderen, ebenfalls aus drei bunten Teilfarben zusammengesetzten Farbflächen 56 mit gleicher oder größerer Helligkeit.

Statt gemessener Sollmeßwerte können auch solche verwendet werden, die sich bei vorausgegangenen Produktionsvorgängen mit denselben Testflächen als zweckmäßig herausgestellt haben.

Während der Produktion wird ein Probeexemplar gezogen und es werden die Istmeßwerte der Dichte bestimmt. Während die Dichtewertdifferenz Schwarz zunächst nicht weiterbehandelt wird, werden die Dichtewertdifferenzen "Istmeßwert minus Sollmeßwert" der bunten Teilfarben nach vorausgegangener Multiplikation jeweils mit dem Flächendeckungsgrad der betreffenden Teilfarbe in der hinsichtlich ihrer farblidien Erscheinung zu beeinflussenden Farbfläche 56 und einum Eichfaktor als Absolutbeträge von

Teilfarbvektoren 72 aufgefaßt, die hier vom Ursprung eines empfindungsgemäß gleichabständigen Farbenraums jeweils ungefähr in Richtung des Farborts des zugehörigen Volltons zeigen. Im allgemeinen Fall zeigen sie jeweils vom Sollfarbort der zu beeinflussenden Farbfläche ungefähr zum Sollfarbort der voll gesättigten Teilfarbe. Vorzugsweise handelt es sich bei dem Farbraum um das CIE-UCS-1964, das CIELAB oder das CIELUV-System. Die für das erfindungsgemäße Verfahren günstigsten Teilfarbrichtungen 71 (im Einzelfall evtl. etwas abweichend von den Richtungen der voll gesättigten Teilfarben) und günstigsten Eichfaktoren lassen sich nach folgendem Verfahren und dessen sinngemäßen Abwandlungen bestimmen: Eine als Schattenton-Balance ausgebildete Farbfläche 56 wird unter systematischer Variation der Farbgebung der bunten Teilfarben dem Druckvorgang unterworfen. Hierauf werden mit einem Farbmeßgerät die Farbörter der Balance, der Volltöne der bunten Grundfarben sowie jene von deren Mischfarben erster Ordnung bei einigen, in typischer Weise abweichenden Exemplaren gemessen. Die Werte eines Sollexemplares mit einer nahezu idealgrauen Schattenton-Balance werden als Sollmeßwerte aufgefaßt und von den entsprechenden Werten der Istexemplare subtrahiert; das Ergebnis wird in einer helligkeitsgleichen Ebene des gewählten Farbenraums eingetragen.

Fig.6 zeigt das Resultat eines solchen Versuchslaufs in einem Diagramm nach dem Muster von Fig.5, wobei der Sollfarbort des nahezu idealgrauen Sollexemplars im Ursprung liegt. Die weit außerhalb des Diagramms liegenden Sollfarbörter der Grund- und Mischfarben sind hier nur als Teilfarbrichtungen 71 markiert. Statt der Richtung M* wird jedoch zur Konstruktion die Teilfarbrichtung M' verwendet. In dieses Diagramm sind aufgrund der mit einem Densitometer bestimmten Dichtewertdifferenzen Cyan, Magenta und Gelb die Endpunkte A' bis F' der Summenvektoren 73 eingetragen. Durch mehrfaches Ausprobieren war zuvor festgestellt worden, daß die in Tabelle 1 angegebenen Faktoren und Teilfarbrichtungen 71 die beste Annäherung der densitometrischen Hilfskonstruktion an den farbmetrisch gemessenen Farbort (A bis F in Fig.6) der hier zu beeinflussenden Schattenton-Balance-Farbfläche 56 ergaben. Die Faktoren bestehen wieder aus dem jeweiligen Flächendeckungsgrad der betreffenden Teilfarbe in der zu beeinflussenden Farbfläche 56 und einem Eichfaktor

Tabelle 1

Flächendeckungsgrade der Testflächen	Faktoren		Polarwinkel der Teilfarbvektoren			
	C	M	Y	C	M'	Y
C 40 M 40 Y 40	0.72x271	0.57x271	0.55x271	223°	335°	75°
C 72 M 57 Y 55	0.72x117	0.57x117	0.55x117	223°	335°	75°
C 80 M 80 Y 80	0.72x71	0.57x71	0.55x71	223°	335°	75°
C100M100Y100	0.72x58	0.57x58	0.55x58	223°	335°	75°

Die Güte der Approximation wurde anhand der mittleren quadratischen Abweichungen bei Polarwinkel bzw. Abstand beurteilt, wobei sich Werte zwischen 9° und 18° bzw. 2.2 bis 3.8 Einheiten ΔE CIELUV oder CIE-UCS-1964 ergaben. Dabei bestätigte sich die Vermutung, daß die Approximation am genauesten arbeitet, wenn in solchen Testflächen gemessen wird, deren Flächendeckungsgrad jenem der farblich zu beeinflussenden Farbfläche 56 am nächsten kommt. Die Faktoren der Tabelle 1 sind als Produkte des Flächendeckungsgrades der jeweiligen Teilfarbe in der farblich zu beeinflussenden Farbfläche 56 und eines in diesem Falle für alle bunten Teilfarben gleichen Eichfaktors (f) dargestellt. Falls dieser nicht direkt für die betreffende Testfläche durch einen Versuchslauf mit parallelen densitometrischen und spektralphotometrischen Messungen bestimmt worden ist, dient

$$f = mD^{-n} \qquad (1)$$

als Näherung, wobei das Konstantenpaar m, n für Schmalband-Polarisationsfilter-Densitometer näherungsweise die Werte m = 80, n = 1,1 annimmt. D ist die Farbdichte der betreffenden Teilfarbe in der einfarbigen Testfläche. Bei mehrfarbigen Testflächen muß zuvor auf Einzelfarbdichten der Matrixmultiplikation nach einem später zu beschreibenden Verfahren umgerechnet werden. Das Konstantenpaar m, n hängt auch von der Druckkennlinie der betreffenden Teilfarbe beim Druckprozeß ab, es ist daher sinnvoll m, n durch einen Versuchslauf für die gerade herrschenden Bedingungen zu bestimmen. Wie Versuche gezeigt haben, genügt es häufig, für alle Teilfarben denselben Eichfaktor f anzusetzen. In diesem Fall bedeutet D das Mittel der in der oder den Testflächen gemessenen Dichten der bunten Teilfarben.

Bei dem Faktor in Tabelle 1 berücksichtigt der Faktor "Flächendeckungsgrad" die Tatsache, daß eine gemessene Veränderung der Farbgebung einer Teilfarbe nur in dem Maße wirksam werden kann, wie sie in der zu bewertenden Farbfläche 56 flächenanteilig vertreten ist. Daher wirken sich dieselben Produktionsschwankungen z.B. in einer Mittelton-Balance-Farbfläche mit C 28 M 21 Y 19 etwa um den Faktor 2 bis 3 geringer aus als in einer Schattenton-Balance mit C 72 M 57 Y 55, die etwa 2,5 mal höhere Flächendeckungen aufweist. Entsprechendes gilt auch für andere, mehrfarbig zusammengesetzte Farbflächen 56, und zwar auch solche, die von der Grauachse weiter entfernt liegen, solange sie nicht dunkler als die Schattenton-Balance sind.

In Fig.7 sind die mit einem Farbmeßgerät direkt gemessenen Farbabweichungen von 12 verschiedenen Farbflächen 56 und einer Schattenton-Balance eingetragen, die sich beim Vergleich zweier Exemplare aus dem der Fig.6 zugrundeliegenden Versuchslauf ergaben. Die Farbflächen 56 Nr. 31 - 48 sind nach DIN 6169 ausgewählt, F ist der Farbort der Schattenton-Balance. Die Farbörter des Sollexemplares liegen jeweils im Ursprung, aufgetragen sind lediglich die farbmetrischen Differenzwerte. Wie ersichtlich, zeigt die Abweichung der zu beeinflussenden Schattenton-Balance-Farbfläche 56 einen dem Trend der Verschiebungsrichtungen der anderen Farben entsprechenden Grünstich auf; der Absolutbetrag der Verschiebung ist hier maximal. Dieselbe Beobachtung wurde auch bei den anderen, für Fig.6 ausgewerteten Istexemplaren gemacht. Die Abweichung der zu beeinflussenden Schattenton-Balance-Farbfläche 56 kann daher dem Absolutbetrag nach als die obere Grenze für die entsprechenden Werte aller anderen zu beeinflussenden Farbflächen 56 bezeichnet werden, solange diese nicht dunkler als diese Balance-Farbfläche 56 sind. Der Polarwinkel der Abweichung gilt auch für die meisten anderen Farbflächen 56. Eine Ausnahme stellen hier solche Farbflächen 56 dar, welche überwiegend nur Anteile aus zwei bunten Teilfarben enthalten oder auch die Teilfarben selbst. In Fig.7 brechen die Farbflächen 56 Nr. 36, 38 und 42 aus dem Richtungstrend aus. Ihre Verschiebungsrichtung kann aber auch nach der erfindungsgemäßen, vektoriellen Hilfskonstruktion aus Dichtewertdifferenzen bestimmt werden, wenn man beachtet, daß hier einer der drei Faktoren verschwinden muß, da der betreffende Flächendeckungsgrad null ist. Die Anwendung der mit den Flächendeckungsgraden der Farbfläche 56 Nr. 36 C 0.55; M 0.39; Y 0.00 berechneten Faktoren ergibt nach Addition der Vektoren den Punkt P', der die Abweichung der Farbfläche 56 Nr. 36 befriedigend genau annähert.

Aus den Maßstabsfaktoren in Tabelle 1 ergibt sich, daß zur Erzielung einer Genauigkeit von ± 2 Einheiten Δ E CIE bei densitometrischer Messung z.B. für Cyan im 40 %-Kontrollfeld auf ± 0.01, im Schattenton-Balance-Kontrollfeld auf ± 0.02, im 80 %-Kontrollfeld auf ± 0.04 und im Volltonfeld mindestens auf ± 0.05 genau gemessen werden muß. Wird zusätzlich berücksichtigt, daß die Werte der Teilfarben unabhängig voneinander streuen, so halbieren sich die angegebenen Toleranzen. Bei Steuerung oder Regelung ist es sinnvoll, nicht nur die empfindungsgemäßen Farbabstände in der Ebene gleicher Helligkeit des Farbenraums (z.B. U*-V*-Ebene im CIELUV-System) zu berücksichtigen, sondern auch Unterschiede in der empfindungsgemäß bewerteten Helligkeit (z.B. L* im CIELUV-System).

Bei Messung an einfarbigen Kontrollfeldern mit einem Flächendeckungsgrad von 0,80 auf dem Film mit einem auf die Teilfarbe Schwarz eingestellten Densitometer wurde gefunden, daß sich die Dichtewerte der Felder für die Teilfarben Cyan, Magenta und Gelb wie 1 : 1,43 : 0,14 verhielten. Die daraus empirisch abgeleitete Näherung für die Helligkeit einer zu beeinflussenden Farbfläche 56 mit den Flächendeckungsgraden F_C, F_M, F_Y und F_B lautet für das CIELUV-System

$$\Delta L^* = -F_C 29 \Delta D_C - F_M 45 \Delta D_M - F_y 5{,}5 \Delta D_y - F_B 53 \Delta D_B \qquad (2a)$$

wobei ΔL^* die Abweichung der Helligkeitskoordinate aufgrund von Änderungen der Farbgebung von Cyan, Magenta und Gelb bedeutet, erfaßt über die Dichtewertabweichungen ΔD in den zugehörigen einfarbigen 80 %-Kontrollfeldern für Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz. Ein Vergleich dieser Näherung mit der Farbmessung bei dem Fig.6 zugrunde liegenden Druckversuch ergab einen mittleren quadratischen Fehler von 0,4 Einheiten ΔE für L*; die Größe L* bewegte sich beim Versuch zwischen 36,0 und 42,5.

Während die angegebene Näherung nur für die Helligkeit bei Messung in den genannten Kontrollfeldern gilt, lassen sich auf dieselbe Weise durch Densitometrie und Farbmessung an Versuchsdrucken mit anderen Kontrollfeldern und anderen, nach Helligkeit zu bewertenden Farbflächen die dazu passenden Faktoren finden.

Falls direkte Messungen der visuellen Farbdichte mit dem auf die Teilfarbe eingestellten Densitometer in der zu beeinflussenden Farbfläche 56 vorliegen, läßt sich die Änderung der Helligkeitskoordinate wie folgt angeben:

$$\Delta L^* = -89 \cdot 10^{-D_B/3} \Delta D_B \qquad (3)$$

Dabei ist D_B der im Einzeldruck auf einem schwarzen Kontrollfeld gemessene Dichtewert Schwarz und ΔD_B seine Änderung.

Im vorstehenden wurde die Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe für den allgemeinen Fall mit der der Übersichtlichkeit dienenden Einschränkung auf die Steuerung bzw. Regelung der farblichen Erscheinung einer im Rasterdruck herzustellenden und hinsichtlich ihrer farblichen Erscheinung zu beeinflussenden Schattenton-Balance-Farbfläche 56 mit Hilfe densitometrischer Messungen an jeweils nur mit einer Teilfarbe bedruckten Testflächen angegeben. Die Anwendung dieser Lehre auf beliebige, zu beeinflussende Farbflächen 56 und beliebige Testflächen ist bereits durch die in Tabelle 1 gegebene Aufspaltung der Faktoren in den Flächendeckungsgrad der zu beeinflussenden Farbfläche 56 auf der Filmvorlage, der Druckform oder dem Druckexemplar und den auf die Testfläche und das Densitometer bezogenen Eichfaktor f vorgezeichnet. Die Anwendung auf jene rasterlosen Druckverfahren, wie z.B. Tiefdruck nach Offset/Tiefdruck-Konversion, bei denen von einer gerasterten Vorlage ausgegangen wird, ist ebenfalls ohne weiteres möglich. Für jene rasterlosen Druckverfahren, bei denen ungerasterte Vorlagen zur Druckformherstellung verwendet werden, wird der Flächendeckungsgrad durch die folgende rechnerische Größe ersetzt:

$$\varphi = \frac{1 - 10^{-D}}{1 - 10^{-D_{max}}} \qquad (4)$$

Dabei ist D die optische Dichte (Durchlicht oder Auflicht) der zu beeinflussenden Farbfläche auf der Filmvorlage und D_{max} jene Dichte der Vorlage, die beim Druckvorgang zum maximalen Farbauftrag führt. In jedem Fall kann durch einen Druckversuch mit systematischer Variation der Farbgebung der Teilfarben und anschließender Auswertung mittels Densitometer und Farbmeßgerät nach den zuvor beschriebenen Methoden die richtige Wahl der Faktoren und Teilfarbrichtungen 72 nachgeprüft und ggf. verbessert werden, um so die Voraussetzungen für die Anwendung des erfindungsgemäßen Steuer- oder Regelverfahrens zu schaffen.

Die Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe ist nicht an die zuvor besonders hervorgehobenen Teilfarben Cyan, Magenta und Gelb gebunden, es können vielmehr beliebige bunte Teilfarben zum Bildaufbau eingesetzt sein. Analog zur Steuerung oder zur Regelung des Auflagendrucks läßt sich das erfindungsgemäße Verfahren auch auf die Herstellung von Farbprüfkopien (Proof) oder von Andrucken (nach einem Muster als Sollexpemplar oder nach Solldichtewerten), auf den Einrichtevorgang bei der Vorbereitung des Auflagedrucks nach einem vorliegenden Andruck als Sollexemplar, einer Farbprüfkopie auch Proof genannt, oder einem vorausgegangenen Auflagedruck sowie schließlich für andere, vergleichbar arbeitende Druckvorgänge wie z.B. Hochdruck, Flexodruck, Tintenstrahldruck, Transferthermographie, Elektrophotographie und Siebdruck anwenden, sofern der Bildaufbau durch mindestens drei, bezüglich Farbgebung beeinflußbare, bunte Teilfarben (mit verschiedenem Farbton) erfolgt.

Während in den bisher beschriebenen Beispielen die Kontrolle der Farbgebung in einfarbigen, gerasterten Testflächen erfolgte, wird in den folgenden Beispielen A bis D die Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe bei densitometrischer Messung an einfarbigen Volltonflächen im Offsetdruck, an dreifarbig übereinandergedruckten Rasterflächen und bei densitometrischer Mittelwertbildung über das Sujet angegeben. Anschließend werden in den Beispielen 1 bis 3 bevorzugte Ausführungsformen für Vorrichtungen angegeben, mit denen das erfindungsgemäße Verfahren besonders günstig durchführbar ist.

Beispiel A

Während eines Offsetdruckversuchs wurde die farbliche Erscheinung einer Schattenton-Balance-Farbfläche mit Hilfe der Dichtemessung in Vollton-Testflächen überwacht. Die mittleren Dichtewerte lagen für Cyan bei 1.75, für Magenta bei 1.66 und für Gelb bei 1.26, also im Mittel über alle Teilfarben bei 1.56. Damit beträgt der Eichfaktor f nach Gleichung (1) mit m = 80 und n = 1,1

$$f = 80 \times 1{,}56^{-1{,}1} = 49 .$$

Für eine Schattenton-Balance mit den Flächendeckungsgraden C 0,72; M 0,57; Y 0,55 ergeben sich daraus analog zu Tabelle 1 die Faktoren

C 0.72 • 49 M 0,57 • 49 Y 0,55 • 49 .

Durch systematische Variation der Volltondichten der bunten Teilfarben wurden sechs, von der Ausgangseinstellung des Sollexemplars stark abweichende Farbgebungen eingestellt. Die gemessenen Dichtewertdifferenzen vom jeweiligen Sollmeßwert wurden nach Multiplikation mit dem jeweiligen Faktor in den Teilfarbrichtungen C*, M' und Y* der Fig.8 vom Ursprung aus eingetragen und dann vektoriell zusammengesetzt, wobei sich die Punkte A' bis F' ergaben. Die Punkte A bis F wurden mit einem Farbmeßgerät direkt in der zu beeinflussenden Schattenton-Balance-Farbfläche 56 gemessen. Die vektorielle Hilfskonstruktion ist trotz mittlerer quadratischer Fehler von 13° beim Polarwinkel und 2,6 Δ E-Einheiten beim Farbabstand ausreichend, um eine für das Regeln bzw. Steuern ausreichende Information über Art und Ausmaß eines Farbstichs zu erhalten.

Beispiel B

Im Auflagendruck ist oft für einfarbige Kontrollfelder zu wenig Platz auf der Druckform vorhanden. Diese Kontrollfelder besitzen überdies den Nachteil, daß sich Störungen im Übereinanderdruck der Teilfarben - wie z.B. schlechte Farbannahme - nicht bemerkbar machen. Im Offsetdruck sollte man idealerweise in jeder Druckzone von 30 mm bis 40 mm Breite die Dichtewerte in Mittelton, Schattenton und Vollton bei mindestens vier, besser bei sechs, Teilfarben prüfen und zur Steuerung bzw. Regelung weiterverarbeiten können. Bei einem Platzbedarf von 5x5 mm ist das aber nicht möglich.

Im folgenden wird angegeben, wie das erfindungsgemäße Steuer- und Regelverfahren durchgeführt werden kann, wenn nur in mehrfarbig übereinandergedruckten Kontrollfeldern als Testflächen gemessen werden kann. Zur Anwendung dieses Verfahrens wird eine Druckkontrolleiste vorgesehen, welche in jeder Zone mindestens ein Schattenton-Balance-Kontrollfeld enthält und zusätzlich z.B. Volltonfelder für vier bis sechs Farben aufweist (siehe Beispiel 3).

Während der Produktion werden mit dem Densitometer die Dichtewerte Cyan, Magenta und Gelb in jedem Schattenton-Balance-KontrollLeld eines Istexemplars gemessen und mit jenen eines Sollexemplars oder mit Sollmeßwerten einer vorausgegangenen Produktion verglichen. Aus den ermittelten Dichtewertdifferenzen

$$\Delta D'_C \quad , \quad \Delta D'_M \quad , \quad \Delta D'_Y$$

werden die zugehörigen ungestrichenen Dichtewertdifferenzen

ΔD_C , ΔD_M , ΔD_Y

berechnet, die sich beim einfarbigen Druck näherungsweise ergeben hätten. Dazu dient der Ansatz:

$$\begin{aligned} \Delta D'_C &= \Delta D_C + a_{12}\Delta D_M + a_{13}\Delta D_Y \\ \Delta D'_M &= a_{21}\Delta D_C + \Delta D_M + a_{23}\Delta D_Y \qquad (5) \\ \Delta D'_Y &= a_{31}\Delta D_C + a_{32}\Delta D_M + \Delta D_Y \end{aligned}$$

Zur Bestimmung z.B. des Koeffizienten a_{12} mißt man in einem für diesen Zweck einmal anzufertigenden Einzeldruck Magenta des Schatten-Balance-Kontrollfelds mit dem auf Cyan eingestellten Densitometer und teilt den erhaltenen Dichtewert durch jenen, der nach Umstellen auf Magenta gemessen wird. Dies gilt analog für die anderen Koeffizienten. Sodann wird das Gleichungssystem nach der Kramerschen Regel nach den ungestrichenen Dichtewertdifferenzen aufgelöst.

Als Beispiel für die Anwendung von Balance-Kontrollfeldern und für die Brauchbarkeit der Näherungsmethode wurden die dem Druckversuch der Fig.6 zugrundeliegenden Exemplare direkt in einem Schattenton-Balance-Kontrollfeld densitometrisch ausgemessen. Hierauf wurden mit der zuvor bestimmten

Koeffizientenmatrix $\|a_{nm}\|$

$$\|a_{nm}\| = \begin{pmatrix} 1 & 0,05 & 0 \\ 0,36 & 1 & 0,04 \\ 0,12 & 0,60 & 1 \end{pmatrix} \qquad (6)$$

die Dichtewertdifferenzen ΔD_C, ΔD_M, ΔD_Y berechnet. Nach Multiplikation mit den jeweiligen Faktoren gemäß Tabelle 1 wurden diese in Fig.9 aufgetragen und vektoriell zusammengesetzt.

Die so erhaltenen Punkte A' bis F' stimmen mit den farbmetrisch gemessenen Farbörtern A bis F bis auf mittlere quadratische Abweichungen von 16° beim Polarwinkel und 3 Einheiten ΔE CIE beim Farbabstand überein. Damit ist die densitometrische Messung in einem Schattenton-Balance-Kontrollfeld ausreichend genau, um eine für Steuer- bzw. Regelverfahren ausreichende Information über Art und Ausmaß eines Farbstichs zu erhalten.

Während bei dem betrachteten Beispiel die Teilfarbe Schwarz nicht berücksichtigt wurde, da sie nicht in der verwendeten Testfläche enthalten ist, läßt sich Schwarz im allgemeinen Fall zusätzlich in das bisher dreifarbig angelegte Übereinanderdruckfeld einbringen. Es ergibt sich ein lineares Gleichungssystem mit vier Gleichungen für vier Unbekannte, das analog aufzulösen ist. Um mit geringeren Anforderungen an die Meßgenauigkeit des Densitometers auszukommen, empfiehlt es sich jedoch, für Schwarz ein getrenntes Kontrollfeld vorzusehen.

Beispiel C

Im Auflagendruck - besonders an schnell laufenden Rotationsmaschinen - muß vielfach aus Platzgründen auf das Mitdrucken einer Druckkontrolleiste oder sonstiger, zu photometrischer Messung geeigneter Kontrollfelder völlig verzichtet werden. Es ist aber auch hier möglich, photometrische Messungen, wie z.B. densitometrische, vorzunehmen und mit ihrer Hilfe die farbliche Erscheinung von zu beeinflussenden Farbflächen 56 erfindungsgemäß zu steuern oder zu regeln.

Hierzu wird auf den Druckexemplaren an einer festgelegten Auswahl von Testflächen im Sujet selbst z.B. densitometrisch gemessen, und es werden die Mittelwerte der so gewonnenen Dichtewerte für die Einstellungen Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz des Densitometers berechnet. (Siehe hierzu Fig.10). Es werden nach Möglichkeit solche Bildstellen 81 als Testflächen ausgewählt, bei denen viele bunte Teilfarben mit einem Flächendeckungsgrad im Bereich zwischen 40 % und 80 % (auf dem Film oder der Druckform) beteiligt sind, wie z.B. dreifarbig ermischte dunklere graue, braune und olivgrüne Töne. Falls das zu druckende Sujet keine solchen Töne enthält, sollten die Bildstellen so ausgewählt werden, daß die über diese Bildstellen gemittelten Flächendeckungsgrade bei jeder Teilfarbe im genannten Bereich liegen. Die Dichtemessung an den festgelegten Bildstellen kann z.B. durch ein in X- und Y-Richtung programmierbar verschiebliches, automatisches Densitometer vorgenommen werden, durch Messung von Hand oder durch sog. "On-line-Messung" an mindestens einer Position über die Maschinenbreite. Die Beschränkung der Messung auf bestimmte Bildstellen 81 kann dabei durch eine geeignete Wahl der Meßpositionen erreicht werden und/oder durch zeitlich getaktete und auf den Druckprozeß synchronisierte Messung. Die am Sollexemplar gewonnenen Dichtewert-Mittelwerte Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz werden evtl. getrennt nach Druckzonen 83 (Meßpositionen über die Maschinenbreite), als Sollmeßwerte angesehen. Die während der Produktion auftretenden Dichtewertdifferenzen werden nach Umrechnung zur Steuerung von Hand oder zur automatischen Regelung nach dem erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzt. Die hierzu erforderliche Bestimmung der Dichtewerte, die sich beim Einzeldruck der Teilfarben ergeben hätte, erfolgt sinngemäß nach demselben Verfahren, das bereits für die Messung am dreifarbig aufgebauten Schattenton-Balance-Kontrollfeld 21 angegeben wurde.

Im folgenden wird die Berechnung am Beispiel des Druckversuchs, der der Fig.6 zugrunde liegt, für Dichtewerte durchgeführt, die auf Mittelung der Meßergebnisse in den mitgedruckten zu beeinflussenden Farbflächen 56 Nr. 31 bis 48 nach Fig.7 beruhen. Diese Farbflächen erfüllen wegen der Vielfalt der dort angelegten Farbtöne die für zu messende Bildstellen aufgeführten Auswahlkriterien.

Die Dichtewertdifferenzen $\Delta D'$ zwischen den gemessenen Istmeßwerten und den Sollmeßwerten eines Sollexemplars wurden wie zuvor über ein lineares Gleichungssystem in Dicntewertdifferenzen ΔD für Cyan,

Magenta, Gelb und Schwarz umgerechnet, die sich an einfarbigen Drucken ergeben hätten. Aus dem Mittelwert der Dichtewerte Cyan, Magenta und Gelb ergaben sich nach Gleichung (1) die Faktoren 0,71 x 106 für Cyan, 0,57 x 106 für Magenta und 0,55 x 106 für Gelb, sie gelten für die farbliche Erscheinung einer zu beeinflussenden Schattenton-Balance-Farbfläche 56. Die vektorielle Zusammensetzung der Teilfarbvektoren 72 in Fig. 11 ergab die Punkte A' bis F', die mit den farbmetrisch bestimmten Farbörtern A bis F bis auf die mittleren quadratischen Abweichungen von 6° beim Polarwinkel und 3 Einheiten Δ E beim Farbabstand übereinstimmen. Die weitere steuer- bzw. regeltechnische Behandlung der Regelabweichungen erfolgt wie zuvor beschrieben.

Beispiel D

Mit einer Farbvideokamera, deren Farbfilter durch die in der Densitometrie gebräuchlichen Farbfilter nach DIN 16 536 ersetzt sind, werden das Sollexemplar und die Istexemplare der laufenden Produktion optisch zur Gänze abgetastet. Nur die zu den Testflächen auf dem Sujet oder auf Kontrollfeldern gehörigen Analogsignale werden zu Dichtemeßwerten und Dichtewertdifferenzen weiterverarbeitet. Falls mehrfarbig zusammengesetzte Kontrollfelder vorhanden sind, folgt das weitere Verfahren dem Beispiel B; falls im Sujet selbst gemessen wird, folgt das weitere Verfahren dem Beispiel C. Falls in einfarbigen Kontrollfeldern gemessen wird, gilt das für solche Felder bereits beschriebene Verfahren.

Die folgenden Ausführungsbeispiele 1 bis 3 beschreiben bevorzugte Vorrichtungen, mit denen das erfindungsgemäße Verfahren vorteilhaft durchführbar ist.

Beispiel 1

Es handelt sich um ein von Hand zu positionierendes und zu bedienendes Densitometer, das insbesondere zur Steuerung von Druckvorgängen einsetzbar ist, und zwar sowohl während des Einrichtens und Abstimmens als auch während des Auflagedrucks.

Im folgenden wird wieder unterschieden zwischen Testflächen, auf denen die Messung erfolgt, z.B. einfarbige Kontrollfelder oder als Balance mehrfarbig angelegte Kontrollfelder, und einer zu beeinflussenden Farbfläche 56, deren farbliche Erscheinung als entscheidend für die Gebrauchstauglichkeit des hergestellten Produkts oder als Gewähr für die richtige Farbwiedergabe eingeschätzt wird. Im Sonderfall kann die Testfläche mit der zu beeinflussenden Farbfläche 56 identisch sein.

Die zu beeinflussende Farbfläche 56 muß bezüglich ihrer Flächendeckunsgrade bei den bunten Teilfarben wenigstens annähernd bekannt sein. Es ist nicht erforderlich, daß sie auf dem zu druckenden Sujet tatsächlich vorhanden ist. So kann ein Druck so gesteuert werden, daß die farbliche Erscheinung einer (nicht im Sujet enthaltenen) fiktiven Schattenton-Balance-Farbfläche 56 konstant bleiben würde. Damit wird erreicht, daß auch alle farbmetrisch nicht zu weit von der Grauachse entfernt liegenden zu beeinflussenden Farbflächen 56 (mit nicht geringerer Helligkeit) annähernd konstant bleiben. Der Vorteil bei der Auswahl solcher fiktiver zu beeinflussender Farbflächen 56 ist, daß deren Parameter bequem aus einem Farbatlas entnehmbar sind, während die Flächendeckungsgrade von zu beeinflussenden Farbflächen 56 des Sujets im allgemeinen nicht genau genug bekannt sind.

Fig.12 zeigt den Signalverarbeitungsweg eines erfindungsgemäßen Densitometers; die mechanischen, optischen und sonstigen elektronischen Bestandteile sind nicht dargestellt. Die Erfassung des von der Testfläche des Soll- oder Istexemplares zurückgeworfenen Lichts der Lichtquelle 1 erfolgt im Sensor 2. Das zunächst in analoger Form vorliegende Signal wird in einem Analog/Digital-Wandler 3 in digitale Form gebracht, und zwar vorzugsweise in 16-Bit-Technik, und in Einheit 4 in Istmeßwerte umgerechnet. Auch eine Mittelwertbildung erfolgt hier, wenn die entsprechende Eingabeanweisung a aus Einheit 5 vorliegt. Die im Sollmeßwertspeicher in Einheit 5 befindlichen Dichtemeßwerte b sind entweder vom Benutzer eingegeben oder von einem Sollexemplar gespeichert; sie werden in der Einheit 6 von den Istmeßwerten subtrahiert. Falls die Messungen nicht an einfarbigen Bildstellen oder Kontrollfeldern erfolgten, wird in der Einheit 7 die Matrixberechnung der Einzelfarbdichten aus den Gesamtfarbdichten durchgeführt.

Die Berechnung des Summenvektors 73 $\overrightarrow{OP}$ und der Helligkeitskoordinate erfolgen in Einheit 8, wenn dort die Eingaben c: "Sollwerte der gesättigten, bunten Teilfarben" und "Flächendeckungsgrad der zu beeinflussenden Farbfläche" aus Einheit 5 vorliegen. Der Summenvektor 73 $\overrightarrow{OP}$ und bevorzugterweise auch die Teilfarbvektoren 72, z.B. $\vec{C}$, $\vec{M}$, $\vec{Y}$, sowie die Helligkeitskoordinate werden in einer Ausgabeeinheit 11 graphisch (am besten farbig) am Bildschirm oder an einem X-Y-Schreiber, z.B. nach Art der Figuren 3 und 5, dargestellt. Zusätzlich kann die zahlenmäßige bzw. verbale Ausgabe der Dichtewertdifferenzen der Teilfarben, z.B. Cyan, Magenta, Gelb, Schwarz, des Absolutbetrages des Summenvektors, z.B. in Einheiten Δ E CIELAB oder CIELUV sowie des Ferbtons der Verschiebung (Farbstich), z.B. rötlich, grünlich, gelb-

rötlich oder als Polarwinkel erfolgen. Der Bediener kann sich auch durch den Grenzwertmelder 9 warnen lassen, sobald der Absolutbetrag des Summenvektors 73 $\overrightarrow{OP}$ oder die Änderung der Helligkeitskoordinate eine festgelegte Größe überschreitet oder sich der Polarwinkel in einem als kritisch anzusehenden Bereich befindet, z.B. Grünstich beim Druck von Hauttönen. Bevorzugt ist dabei eine Einstellung des Grenzwertmelders 9, bei der der Grenzwert für den Absolutbetrag des Summenvektors 73 wesentlich niedriger liegt als jener der Änderung der Helligkeitskoordinate.

Durch Eingabe anderer Flächendeckungsgrade für die zu beeinflussende Farbfläche 56 in Einheit 5 kann sich der Bediener auch über Größe und Richtung der Abweichungen für diese zu beeinflussenden Farbfläche 56 orientieren.

Die Ausgabe der Steuerempfehlung in Dichtwerteinheiten, oder bereits umgerechnet auf die jeweilige Stellgröße (z.B. Farbschieberstellung, Duktorstellung), wird von der Einheit 12 vorgenommen. Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird bei Überschreitung zuvor festgesetzter Grenzwerte für den Absolutbetrag des Summenvektors 73 oder die Änderung der Helligkeitskoordinate eine Steuerempfehlung gegeben, welche die Abweichung in einem einzigen Steuerschnitt kompensiert. Ist keiner der beiden Grenzwerte überschritten, so wird eine um den Faktor

$$\frac{|\overrightarrow{OP}|}{|\overrightarrow{OP}|_{grenz}} \quad \text{bzw.} \quad \frac{|\Delta L^*|}{|\Delta L^*|_{grenz}}$$

(und zwar der größere von beiden) herabgesetzte Steuerempfehlung gegeben. Dabei bedeutet $|\overrightarrow{OP}|_{grenz}$ den Grenzwert des Absolutbetrags des Summenvektors $\overrightarrow{OP}$.

Die Ausgabe der Steuerempfehlung erfolgt in alphanumerischer oder graphischer Form auf der Ausgabeeinheit 11. Der Maschinenführer führt die ihm empfohlenen Steuerkorrekturen aus. Werden nur densitometrische Steuerkorrekturen ausgegeben, so muß er die Umsetzung in Werte der zugehörigen Stellgröße für die Farbgebung aufgrund seiner Erfahrung vornehmen. Der Erfolg der ausgeführten Korrektur wird an einem weiteren gezogenen Istexemplar densitometrisch nachgeprüft, hieraus ergeben sich neue Steuerempfehlungen usw..

Beispiel 2

Es handelt sich um eine Vorrichtung zur Regelung der farblichen Erscheinung von Drucken oder ähnlichen Produkten durch Nachstellen der Farbgebung der Teilfarben aufgrund von Messungen der Remissionsgrade von Testflächen auf den Istexemplaren.

Die Vorrichtung ist in Fig.13 nach dem Muster von Fig.12 in Form eines Signalflußdiagramms dargestellt. Die mechanischen, optischen und sonstigen elektronischen Bestandteile sind nicht dargestellt. Der Signalweg bis einschließlich des Analog/Digital-Wandlers 3 ist wie im Beispiel 1 beschrieben.

Die entweder "on-line" in der Produktionsmaschine oder "off-line" an einem gezogenen Istexemplar gemessenen Signale werden in der Einheit 4 in Istmeßwerte für die Dichte umgerechnet; falls eine entsprechende Anweisung c aus der Einheit 5 vorliegt, werden Mittelwerte der Dichtewerte mehrerer Testflächen, z.B. Bildstellen oder aufeinanderfolgender "on-line"-gemessener Istexemplare gebildet. Bei Druckverfahren mit zonenweise über die Maschinenbreite verstellbarer Farbgebung werden vorzugsweise in jeder Farbzone die zugehörigen Dichtewerte oder deren Mittelwerte berechnet und nach Bewertung schließlich zu Stellbefehlen umgeformt.

Die Beschreibung der Einheiten 6 und 7 ist wie in Beispiel 1. In Einheit 8 erfolgt die Berechnung der angenäherten farbmetrischen Abweichungen gemäß den Eingaben c aus Einheit 5, wobei hier die jeweils zu beeinflussende Farbfläche 56 eingebbar ist. Wie in Fig.12 werden der Summenvektor 73 $\overrightarrow{OP}$ und dessen Teilfarbvektoren 72 in einer Ausgabeeinheit 11, ggf. für jede Farbzone und verschiedene zu beeinflussende Farbflächen 56 getrennt, zahlenmäßig und/oder graphisch dargestellt. Ebenso ist ein Grenzwertmelder 9 vorgesehen, der bei Überschreitung vorher festgelegter Grenzen für Betrag oder Richtung der Abweichung Summenvektor 73 sowie Helligkeitskoordinate warnt. In der Einheit 12a werden Regelempfehlungen für die Stellglieder des Farbauftrags (z.B. Farbschieberöffnung, Duktorhub) berechnet, wobei über die Eingabe e aus Einheit 5 gegebenenfalls verschiedene Regelfaktoren für die bunten Teilfarben und die Teilfarbe Schwarz, ggf. für jede Zone verschieden, eingebbar sind. Regelfaktor wird hier der Umrechnungsfaktor zwischen Regelabweichung und Stellgrößenkorrektur genannt.

Nach Freigabe der Regelempfehlung durch den Bediener durch die Eingabe f aus Einheit 5 werden die Stellbefehle an die Stellmotoren 13 des Farbwerkes geleitet. Der Erfolg des ausgeführten Stellvorgangs wird an einem später entnommenen Istexemplar densitometrisch nachgeprüft, woraus sich ggf. ein weiterer Regelvorgang ergibt usw..

Beispiel 3

Es handelt sich um ein Filmblatt (oder mehrere Filmblätter), das aus einer Reihe von Vorlagen für Kontrollfelder besteht, die nach bestimmungsgemäßer Montage und nachfolgender Kopie auf die zugehörigen Druckformen der Teilfarben beim Druckvorgang eine aus Kontrollfeldabbildungen verschiedener Teilfarben bestehende sog. Druckkontrolleiste 52 erzeugen. Diese ist bevorzugt so gestaltet, daß in jeder Druckzone, d.h. alle 30 bis 40 mm, ein Schattenton-Balance-Kontrollfeld 21 vorhanden ist, das nach einer für übliche Druckbedingungen zutreffenden, reproduktionsphotographischen Graubedingung abgestufte Flächendeckungsgrade auf der Vorlage aufweist. Beispiele sind C 72, M 57, Y 55 bzw. C 75, M 62, Y 60 für Positivkopie im Offsetdruck auf Kunstdruckpapier. Zusätzlich sollten Volltonfelder der Teilfarben sowie deren Übereinanderdrucke und Rasterfelder für die Teilfarbe Schwarz im Dreiviertelton vorhanden sein.

In Fig.14 und 15 sind zwei bevorzugte Ausführungsformen der Vorrichtung gezeigt, aus denen die Auswahl und Anordnung der Kontrollfelder hervorgeht. Dargestellt sind die mit den Vorrichtungen im Zusammendruck erzeugten Druckkontrolleisten 52 nach obiger Definition.

Bei der Anordnung gemäß Fig.14 ist in jeder Zone, hier mit 30 mm angenommen, ein als Schattenton-Balance ausgebildetes Kontrollfeld 21 von 5x5 mm^2 Größe und in jeder zweiten Zone ein weiteres als Mittelton-Balance ausgebildetes Kontrollfeld 22 vorhanden. Mit letzteren ist die Bildwiedergabe im Mittelton-Bereich besonders gut beeinflußbar. Neben 21 befindet sich in jeder zweiten Zone ein Rasterfeld 23 für Schwarz mit 0,80 Flächendeckungsgrad. Letzteres macht die Farbgebung von Schwarz kontrollierbar, die Messung der Farbgebung der bunten Teilfarben geschieht in den Kontrollfeldern 21 und 22.

Weiters sind Volltonfelder 24 für die Grund-Teilfarben, hier C, M, Y und Schwarz, B sowie für zwei Sonder-Teilfarben X und Z, vorhanden. Mikrolinien oder Spitzlichtpunktfelder dienen als Kopiekontrollfeld 25 und zur Feststellung der Druckfehler "Schieben" und "Dublieren" sind Linienrasterfeld-Paare 26 vorgesehen.

Bei der Anordnung gemäß Fig.15 sind in jeder Zone, hier ebenfalls mit 30 mm angenommen, je ein Kontrollfeld 21 und 22 vorhanden. Neben diesen befinden sich in jeder zweiten Zone Rasterfelder 23 mit 0,80 Flächendeckungsgrad für alle vier Teilfarben. Daneben sind auch Volltonfelder 24, Kopiekontrollfelder 25 und Linienrasterfeld-Paare 26 für alle Teilfarben vorgesehen; sie wiederholen sich ungefähr alle 9 Zonen.

Die in Fig.14 und Fig.15 gezeigten Anordnungen und die Auswahl der Kontrollfelder kann selbstverständlich abgewandelt, ergänzt oder in ihrer Wiederholperiode verändert werden, solange in jeder Zone ein aus den bunten Grund-Teilfarben zusammengesetztes Raster-Kontrollfeld meßbar ist und in jeder zweiten oder dritten Zone ein Raster- oder Volltonfeld Schwarz ebenfalls meßbar ist.

Die vorstehend beschriebenen Vorrichtungen eignen sich nicht für den Rasterdruck, sondern auch für solche Druckvorgänge, welche mit aufgerasterten Vorlagen arbeiten. Die Vorrichtungen nach Beispiel 3 können aber auch für völlig rasterlose Verfahren dienen, wenn 21, 22, 23, 24 als Halbtonfelder ausgebildet werden mit der Maßgabe, daß statt der Größe Flächendeckungsgrad die in Gleichung (4) angegebene rechnerische Größe verwendet wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Beeinflussung der farblichen Erscheinung einer aus mindestens drei bunten Teilfarben aufgebauten Farbfläche (56) bei einem Druckvorgang, aufgrund von densitometrischen Messungen in wenigstens einer Testfläche, wobei für die Teilfarben Dichtewertdifferenzen zwischen den densitometrischen Istmeßwerten und vorgegebenen Sollmeßwerten ermittelt und zur Beeinflussung der Farbgebung der Teilfarben verwendet werden,
   dadurch gekennzeichnet, daß die Beeinflussung der Farbgebung in Abhängigkeit von einem Summenvektor (73) erfolgt, der wie folgt ermittelt wird:
   a) es werden die Achsen (U*, V*) eines empfindungsgemäß gleichabständig abgestuften Farbenraumes derart parallelverschoben, daß der Sollfarbort der hinsichtlich ihrer farblichen Erscheinung zu beeinflussenden Farbfläche (56) im Ursprung (O) dieses Farbenraumes liegt;
   b) der Summenvektor (73) wird in diesem empfindungsgemäß gleichabständig abgestuften Farbenraum durch vektorielle Addition von den bunten Teilfarben zugeordneten Teilfarbvektoren (72) ermittelt, deren Absolutbeträge als Produkt folgender Faktoren bestimmt werden:

- der Dichtewertdifferenz der jeweiligen bunten Teilfarbe in einer Testfläche,
- des Flächendeckungsgrades der jeweiligen Teilfarbe in der zu beeinflussenden Farbfläche (56), gemessen auf der Druckform, der zugehörigen Kopiervorlage oder dem Druckexemplar,
- und eines auf die densitometrisch ausgewertete Testfläche, die jeweilige Teilfarbe und das zur Messung verwendete Densitometer bezogenen Eichfaktors (f), der seinerseits aus mindestens einem Versuchslauf mit parallelen Messungen mit Densitometer und Farbmeßgerät bestimmt wird,

c) wobei diese Absolutbeträge der Teilfarbvektoren (72) und die Richtungen der Teilfarbvektoren (72) mittels wenigstens eines Versuchslaufes mit parallelen Messungen mit Densitometer und Farbmeßgerät so bestimmt werden, daß der Summenvektor (73) in einer Ebene gleicher Helligkeit dieses empfindungsgemäß gleichabständig abgestuften Farbenraumes möglichst genau jenem Vektor ($\overrightarrow{OP}$") entspricht, der vom Farbort der zu den Sollmeßwerten gehörenden, zu beeinflussenden Farbfläche (56) zum Farbort der zu den Istmeßwerten gehörenden Farbfläche (56) zeigt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Eichfaktor (f) aus der Näherung

$$f = mD^{-n}$$

berechnet wird, wobei D die in der Testfläche gemessene Farbdichte ist und m, n ein Konstantenpaar darstellt, das bei mindestens einem Versuchslauf empirisch festzulegen ist und das für Schmalband-Polarisationsfilter-Densitometer näherungsweise die Werte m = 80, n = 1,1 annimmt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Konstantenpaar m, n für alle Teilfarben gleich gewählt ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Richtung der Teilfarbenvektoren jeweils annähernd der Richtung entspricht, die vom Farbort der zu den Sollmeßwerten gehörenden Farbfläche (56) zum Farbort der zugehörigen voll gesättigten Teilfarbe zeigt.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Testflächen durch Kontrollfelder gebildet werden, die jeweils nur eine einzige Teilfarbe enthalten.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Testflächen durch Kontrollfelder gebildet werden, die jeweils mehrere bunte Teilfarben enthalten.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Testflächen Kontrollfelder vorgesehen sind, die drei bunte Teilfarben enthalten, sowie Kontrollfelder, die hauptsächlich Schwarz enthalten.

8. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontrollfelder als Balance-Kontrollfelder ausgebildet sind, wobei die Flächendeckungsgrade der bunten Teilfarben auf der Kopiervorlage nach der reprotechnischen Graubedingung so abgestuft sind, daß sich eine neutralgraue farbliche Erscheinung dieser Kontrollfelder auf dem Druckexemplar ergibt.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Testfläche durch einen Teil des zu druckenden Sujets gebildet wird.

10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß in mehreren Testflächen gemessen wird und die hierbei gewonnenen Meßwerte gemittelt werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem die Farbgebung über das Format zonenweise beeinflußbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils die Meßwerte der in einer Zone befindlichen Testflächen gemittelt werden.

12. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

a) die Beeinflussung der Farbgebung erfolgt zusätzlich in Abhängigkeit von der Differenz "Istwert minus Sollwert" einer Helligkeitskoordinate, die ausgehend von Dichtewertdifferenzen in Testflächen und bezogen auf die hinsichtlich ihrer farblichen Erscheinung zu beeinflussende Farbfläche (56) in einem empfindungsgemäß gleichabständig abgestuften Farbenraum ermittelt wird,

b) die Änderung der Helligkeitskoordinate (ΔL^*) wird als Linearkombination der Dichtewertdifferenzen (ΔD_C, ΔD_M, ΔD_Y, ΔD_B) der Teilfarben Cyan (C), Magenta (M), Gelb (Y), Schwarz (B) wie folgt näherungsweise ermittelt:

$$\Delta L^* = -a_C \Delta D_C - a_M \Delta D_M - a_Y \Delta D_Y - a_B \Delta D_B, \qquad (2)$$

wobei die Konstanten a_C, a_M, a_Y, a_B aufgrund mindestens eines Versuchslaufs mit parallelen Dichte- und Farbmessungen so gewählt sind, daß die Ergebnisse der Näherungsgleichung (2) und der Farbmessung möglichst genau übereinstimmen.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Konstanten a_C, a_M, a_Y und a_B als Produkte
a) des Flächendeckungsgrades der jeweiligen Teilfarbe in der zu beeinflussenden Farbfläche (56), gemessen auf der Druckform, der Kopiervorlage oder dem Druckexemplar und
b) eines Eichfaktors (g) ermittelt werden, wobei g auf die jeweilige Teilfarbe, den Flächendeckungsgrad der Testfläche und das zur Messung benutzte Densitometer bezogen ist und für Einzeldruck-Testflächen mit 0,80 Flächendeckungsgrad bei Messung mit einem Schmalband-Polarisations-Densitometer näherungsweise die Werte
C : g = 29; M : g = 45; Y : g = 5,5; B : g = 53
annimmt.

14. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hinsichtlich ihrer farblichen Erscheinung zu beeinflussende Farbfläche (56) mit der zur densitometrischen Messung dienenden Testfläche identisch ist oder jeweils gleiche Flachendeckungsgrade, gemessen auf der Druckform, der Kopiervorlage oder dem Druckexemplar, in jeder Teilfarbe aufweist.

15. Verfahren nach Anspruch 14, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
a) die Beeinflussung der Farbgebung erfolgt zusätzlich in Abhängigkeit von der Differenz "Istwert minus Sollwert" einer Helligkeitskoordinate, die ausgehend von mindestens einer Dichtewertdifferenz in mindestens einer Testfläche, gemessen mit einem auf die Teilfarbe Schwarz eingestellten Densitometer, in einem empfindungsgemäß gleichabständig abgestuften Farbenraum ermittelt wird,
b) die Änderung der Helligkeitskoordinate (ΔL) wird wie folgt näherungsweise ermittelt:

$$\Delta L^* = -89 \cdot 10^{-D_B/3} \Delta D_B, \qquad (3)$$

wobei D_B die mit dem auf die Teilfarbe Schwarz eingestellten Densitometer gemessene visuelle Soll-Farbdichte und ΔD_B die zugehörige Differenz "Istwert minus Sollwert" bedeuten.

16. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Summenvektor (73) auf eine fiktive auf der Druckform nicht enthaltene zu beeinflussenden Farbfläche (56) bezogen wird, die aus den bunten Teilfarben entweder mit nahezu gleichen oder mit nach der Graubedingung abgestuften Flächendekkungsgraden aufgebaut ist.

17. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Beeinflussung der Farbgebung der Teilfarben nur dann erfolgt, wenn der Absolutbetrag des Summenvektors (73) einen vorgewählten Wert übersteigt.

18. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1, 12, 13, 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Beeinflussung der Farbgebung nur dann erfolgt, wenn der Absolutbetrag des Summenvektors (73) oder die Änderung der Helligkeitskoordinate jeweils vorgewählte Werte übersteigen.

19. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, enthaltend
a) wenigstens ein densitometrisches Meßgerät zur Ermittlung der densitometrischen Meßwerte,
b) eine Einrichtung zur Bestimmung der Dichtewertdifferenzen zwischen den densitometrischen Istwerten und vorgegebenen Sollmeßwerten,

c) ein Farbmeßgerät zur Ermittlung des Vektors, der vom Farbort der zu den Sollmeßwerten gehörenden Farbfläche (56) zum Farbort der zu den Istmeßwerten gehörenden Farbfläche (56) zeigt,

gekennzeichnet durch folgende weitere Bauelemente:

d) eine Einrichtung zur Ermittlung des Summenvektors (73) ausgehend von den Dichtewertdifferenzen der bunten Teilfarben.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, gekennzeichnet durch eine zusätzliche Einrichtung zur Bestimmung der Differenz "Istwert minus Sollwert" einer Helligkeitskoordinate, die ausgehend von Dichtewertdifferenzen in Testflächen und bezogen auf die hinsichtlich ihrer farblichen Erscheinung zu beeinflussende Farbfläche (56) in einem empfindungsgemäß gleichabständigen Farbenraum ermittelt wird.

Claims

1. Method of influencing the colour appearance of a coloured area (56) made up of at least three chromatic separation colours in a printing process, on the basis of densitometric measurements in at least one test area, in which density value differences between the densitometric actual values and predetermined target values are determined for the separation colours and are used to influence the inking of separation colours, characterised in that the inking is influenced as a function of a sum vector which is determined as follows:

a) the axes (U^*, V^*) of a subjectively equidistantly graded colour space are shifted parallel so that the target colour co-ordinates of the coloured area (56) which is to be influenced as regards its colour appearance lie in the source (O) of this colour space;

b) the sum vector (73) is determined in this subjectively equidistantly graded coloured area by vectorial addition of separation colour vectors (72) associated with the chromatic separation colours, the absolute amounts thereof being determined as the product of the following factors:

- the density value difference of the respective chromatic separation colour in a test area (56) to be influenced, measured on the printing forme, the appertaining original for copying or specimen for printing,
- and a calibration factor (f) which is based on the densitometrically analysed test area, the respective separation colour and the densitometer used for the measurement, the said calibration factor being determined from at least one test run with parallel measurements using a densitometer and colorimeter,

c) wherein these absolute amounts of the separation colour vectors (72) and the directions of the separation colour vectors (72) are determined by means of at least one test run with parallel measurements using a densitometer and colorimeter so that the sum vector (73) in a plane of equal brightness of this subjectively equidistantly graded colour space corresponds as accurately as possible to the vector ($\overrightarrow{OP}$") which points from the colour co-ordinates of the coloured area (56) to be influenced belonging to the target values to the colour co-ordinates of the coloured area (56) belonging to the actual values.

2. Method as claimed in claim 1, characterised in that the calibration factor (f) is calculated from the approximation

$$f = mD^{-n}$$

where D is the colour density measured in the test area and m, n represent a pair of constants which is to be fixed in at least one test run and assume approximately the values m = 80, n = 1.1 for narrow-band polarisation filter densitometers.

3. Method as claimed in claim 1, characterised in that the direction of the separation colour vectors corresponds in each case approximately to the direction which points from the colour co-ordinates of the coloured area (56) appertaining to the target values to the colour coordinates of the appertaining fully saturated separation colour.

5. Method as claimed in claim 1, characterised in that the test areas are formed by control patches which in each case contain only one single separation colour.

6. Method as claimed in claim 1, characterised in that the test areas are formed by control patches which in each case contain a plurality of chromatic separation colours.

7. Method as claimed in claim 1, characterised in that control patches which contain the three chromatic separation colours and control patches which predominantly contain black are provided as test areas.

8. Method as claimed in claims 5 or 6, characterised in that the control patches are constructed as balance control patches, and the percent dot area of the chromatic separation colours on the original for copying are graded according to the reprotechnical requirement so that a neutral grey colour appearance is produced on the original for printing.

9. Method as claimed in claim 1, characterised in that the test area is formed by a part of the subject to be printed.

10. Method as claimed in one or more of claims 5 to 9, characterised in that measurements are made in a plurality of test areas and the values thereby obtained are averaged.

11. Method as claimed in claim 10, in which the inking can be influenced in zones over the format, characterised in that in each case the values for the test areas located in one zone are averaged.

12. Method as claimed in claim 1, characterised by the following features:

a) the colour appearance is additionally influenced as a function of the "actual value minus target value" difference of a brightness co-ordinate which is determined starting from density value differences in test areas and based on the coloured area (56) which is to be influenced as regards its colour appearance in a subjectively equidistantly graded colour space,

b) the alteration of the brightness co-ordinate (ΔL^*) is determined approximately as a linear combination of the density value differences (ΔD_C, ΔD_M, ΔD_Y, ΔD_B) of the separation colours cyan (C), magenta (M), yellow (Y) and black (B) as follows:

$$\Delta DL^* = - a_C\Delta D_C - a_M\Delta D_M - a_Y\Delta D_Y - a_B\Delta D_B \,, \qquad (2)$$

whereby the constants a_C, a_M, a_Y, a_B are chosen on the basis of at least one test run with parallel density and colour measurements, so that the results of the approximately equation (2) and of the colour measurement correspond exactly.

13. Method as claimed in claim 12, characterised in that the constants a_C, a_M, a_Y and a_B are determined as products

a) of the percent dot area of the respective separation colour in the coloured area (56) to be influenced, measured on the printing forme, the original for copying or the specimen for printing, and

b) of a calibration factor (g), where g is based on the respective separation colour, the percent dot area of the test area and the densitometer used for measurement and for single print test areas with 0.80 per cent dot area assumes approximately the values

C : g = 29; M : g = 45; Y : g = 5.5; B : g = 53

in measurement with a narrow-band polarisation densitometer.

14. Method as claimed in claim 1, characterised in that the coloured area (56) to be influenced as regards its colour appearance is identical to the test area which serves for the densitometric measurement or they each have the same percent dot area, measured on the printing forme, the original for copying or the specimen for printing, in each separation colour.

15. Method as claimed in claim 14, characterised by the following features:

a) the inking is additionally influenced as a function of the "actual value minus target value" difference of a brightness co-ordinate which is determined starting from at least one density value difference in at least one test area, measured with a densitometer set to the separation colour black, in a subjectively equidistantly graded colour space,

b) the alteration of the brightness co-ordinate (ΔL) is determined approximately as follows:

$$\Delta L^* = -89 \cdot 10^{-D_B/3} \Delta_B,$$

where D_B signifies the visual target colour density measured with the densitometer set to the separation colour black and ΔD_B signifies the appertaining "actual value minus target value" difference.

16. Method as claimed in claim 1, characterised in that the sum vector (73) is based on an imaginary coloured area (56) to be influenced which is not contained on the printing forme and is made up of the chromatic separation colours either with almost the same percent dot areas or with percent dot areas graded according to the grey requirement.

17. Method as claimed in claim 1, characterised in that the inking of the separation colours is only influenced when the absolute amount of the sum vector (73) exceeds a preselected value.

18. Method as claimed in one or more of claims 1, 12, 13, 15, characterised in that the inking is only influenced when the absolute amount of the sum vector (73) or the alteration of the brightness co-ordinate in each case exceeds preselected values.

19. Apparatus for carrying out the method as claimed in claim 1, comprising

a) at least one densitometric measuring device for determining the densitometric values,

b) an arrangement for determining the density value differences between the densitometric actual values and predetermined target values,

c) colorimeter for determining the vector which points from the colour co-ordinates of the coloured area (56) appertaining to the target values to the colour co-ordinates of the coloured area (56) appertaining to the actual values,

characterised by the following further component:

d) an arrangement for determining the sum vector (73) starting from the density value differences of the chromatic separation colours.

20. Apparatus as claimed in claim 19, characterised by an additional arrangement for determining the "actual value minus target value" difference of a brightness co-ordinate which is determined starting from density value differences in test areas and based on the coloured area (56) to be influenced as regards its colour appearance in a subjectively equidistant colour space.

Revendications

1. Procédé pour agir sur l'aspect coloré d'une surface encrée (56) constituée d'au moins trois couleurs variées de base (56), dans un processus d'impression, en fonction de mesures densitométriques dans au moins une surface de test, des différences de densité entre les mesures densitométriques réelles et des mesures prédéterminées de consigne des couleurs de base étant détectées et utilisées pour agir sur la coloration des couleurs de bases, caractérisé en ce que l'action sur la coloration est effectuée en fonction d'un vecteur de somme (73) qui est déterminé de la manière suivante :

a) les axes (U^*, V^*) d'un espace des couleurs, dont la perception de la gradation est régulière, sont déplacés en parallèle de manière que le lieu de la couleur de consigne, dans le diagramme chromatique, de la surface encrée (56), sur l'aspect coloré de laquelle il s'agit d'agir, se trouve à l'origine (O) de cet espace des couleurs ;

b) le vecteur de somme (73) est déterminé dans cet espace des couleurs, dont la perception de la gradation est régulière, par addition vectorielle de vecteurs (72) affectés aux couleurs variées de base et dont les grandeurs absolues sont déterminées sous forme de produit des facteurs suivants :

- de la différence de densité des couleurs particulières de base dans une surface de test,
- du taux de couverture superficielle des couleurs particulières de base dans les surfaces encrées (56) sur lesquelles il s'agit d'agir, mesuré sur le cliché, sur l'épreuve correspondante ou sur l'exemplaire imprimé,
- et d'un facteur d'étalonnage (f) se rapportant à la surface de test sur laquelle l'analyse densitométrique est effectuée, à la couleur particulière de base et au densitomètre utilisé pour la mesure, ce facteur étant déterminé de son côté par des mesures parallèles effectuées au cours d'au moins un cycle d'essai avec un densitomètre et un colorimètre,

c) les grandeurs absolues des vecteurs (72) et les directions des vecteurs (72) des couleurs de base étant déterminées au moyen d'au moins un cycle d'essais par des mesures parallèles avec un densitomètre et un colorimètre de manière que le vecteur de somme (73) dans un plan de même luminosité de cet espace des couleurs, dont la perception de la gradation est régulière, corresponde de manière aussi précise que possible au vecteur ($\overrightarrow{OP}$") qui est orienté du lieu de la couleur de la surface encrée (56) sur laquelle il s'agit d'agir et qui correspond aux mesures de consigne vers le lieu de la couleur, dans le diagramme chromatique, de la surface encrée (56) qui correspond aux mesures réelles.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le facteur d'étalonnage (f) se calcule à l'aide de la formule d'approximation

$$f = mD^{-n}$$

formule dans laquelle D est la densité colorimétrique mesurée dans la surface de test et m, n représentent deux constantes qui doivent être fixées empiriquement au cours d'au moins un cycle d'essais et qui ont approximativement les valeurs m = 80, n = 1,1 pour le densimètre à filtre de

polarisation à bande étroite.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que les deux mêmes constantes m, n sont adoptées pour toutes les couleurs de base.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la direction de chacun des vecteurs de couleur de base correspond approximativement à la direction qui est orientée du lieu de la couleur, dans le diagramme chromatique, de la surface encrée (56) correspondant aux mesures de consigne au lieu de la couleur de base correspondante, totalement saturée.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les surfaces de test sont formées de zones de contrôle dont chacune ne contient qu'une unique couleur de base.

6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les surfaces de test sont formées de zones de contrôle dont chacune contient plusieurs couleurs variées de base.

7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les zones de contrôle prévues comme surfaces de test contiennent les trois couleurs variées de base, ainsi que des zones de contrôle qui contiennent principalement du noir.

8. Procédé selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que les zones de contrôle sont formées de zones de contrôle présentant une harmonie des couleurs, les taux de couverture superficielle des couleurs variées de base étant dégradés sur l'épreuve suivant la condition de neutralité de la technique de reproduction, de manière qu'il en résulte sur l'exemplaire imprimé un aspect coloré gris neutre de ces zones de contrôle.

9. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la surface de test est formée d'une partie du sujet devant être imprimé.

10. Procédé selon une ou plusieurs des revendications 5 à 9, caractérisé en ce que les mesures sont effectuées dans plusieurs surfaces de test et la moyenne des mesures ainsi obtenues en est formée.

11. Procédé selon la revendication 10, suivant lequel il est possible d'agir sur la coloration par zones sur la page, caractérisé par la formation de la moyenne des mesures de chacune des surfaces de test se trouvant dans une zone.

12. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par les particularités suivantes :
a) l'action produite sur la coloration est effectuée en plus en fonction de la différence "valeur réelle moins valeur de consigne" d'une coordonnée de luminosité qui est déterminée dans un espace des couleurs, dans lequel la perception de la gradation est régulière, sur la base de différences de densité dans des surfaces de test et en fonction de la surface encrée (56) sur l'aspect coloré de laquelle il s'agit d'agir,
b) la variation de la coordonnée de la luminosité (Δ L*) est déterminée approximativement de la manière suivante, sous forme d'une combinaison linéaire des différences de densité (ΔD_C, ΔD_M, ΔD_Y, ΔD_B) des couleurs de base indigo (C), magenta (M), jaune (Y), Noir (B) :

$$\Delta L^* = - a_C \Delta D_C - a_M \Delta D_M - a_Y \Delta D_Y - a_B \Delta D_B, \quad (2)$$

les constantes a_C, a_M, a_Y, a_B étant adoptées sur la base d'au moins un cycle d'essais par des mesures parallèles de densité et de couleur, de manière que les résultats de l'équation d'approximation (2) et de la mesure de couleur coincident aussi précisément que possible.

13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que les constantes a_C, a_M, a_Y et a_B sont déterminées sous forme de produits :
a) du taux de couverture superficielle de la couleur de base particulière dans la surface encrée (56) sur laquelle il s'agit d'agir, mesuré sur le cliché, l'épreuve ou l'exemplaire imprimé et
b) d'un facteur d'étalonnage (g), g se rapportant à la couleur de base particulière, au taux de couverture superficielle de la surface de test et au densitomètre utilisé pour la mesure et prenant les

valeurs approximatives
C : g = 29 ; M : g = 45 ; Y : g = 5,5 ; B : g = 53
pour des surfaces de test à impression unique avec 0,80 degré de couverture superficielle lorsque la mesure est effectuée avec un densitomètre polarisant à bande étroite.

14. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la surface encrée (56) sur l'aspect coloré de laquelle il s'agit d'agir est identique à la surface de test servant à la mesure densitométrique ou présente les mêmes taux de couverture superficielle, mesurés sur le cliché, l'épreuve ou l'exemplaire imprimé, dans chaque couleur de base.

15. Procédé selon la revendication 14, caractérisé par les particularités suivantes :
a) l'action exercée sur la coloration est produite tout d'abord en fonction de la différence "valeur réelle moins valeur de consigne" d'une coordonnée de luminosité qui est déterminée sur la base d'au moins une différence de densité dans au moins une surface de test, mesurée par un densitomètre réglé sur la couleur de base noir dans un espace des couleurs dont la perception de la gradation est régulière,
b) la variation de la coordonnée de la luminosité (Δ L*) est déterminée approximativement de la manière suivante :

$$\Delta L^* = -89 \cdot 10^{-D_B/3} \Delta D_B, \qquad (3)$$

relation dans laquelle D_B signifie la densité de consigne visuelle de couleur, mesurée par un densitomètre réglé à la couleur de base noir et ΔD_B désigne la différence correspondante "valeur réelle moins valeur de consigne".

16. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le vecteur de somme (73) se rapporte à une surface encrée fictive (56) sur laquelle il s'agit d'agir, que le cliché ne contient pas et qui est constituée des couleurs variées de base ayant des taux de couverture superficielle soit à peu près égaux, soit dégradés selon la condition de neutralité.

17. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'action exercée sur la coloration des couleurs de base n'est effectuée que lorsque la grandeur absolue du vecteur de somme (73) dépasse une valeur présélectionnée.

18. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications 1, 12, 13, 15, caractérisé en ce que l'action exercée sur la coloration n'est produite que lorsque la grandeur absolue du vecteur de somme (73) ou la variation de la coordonnée de luminosité dépasse des valeurs présélectionnées.

19. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, comprenant :
a) au moins un appareil de mesure densitométrique pour l'obtention de mesures densitométriques,
b) un dispositif de détermination des différences de densité entre les valeurs densitométriques réelles et des mesures de consigne prescrites,
c) un colorimètre de détermination du vecteur qui est orienté du lieu de la couleur, dans le diagramme chromatique, de la surface encrée (56) correspondant aux mesures de consigne au lieu de la couleur de la surface encrée (56) correspondant aux mesures réelles,
caractérisé par les autres composants suivants :
d) un dispositif de détermination du vecteur de somme (73) sur la base des différences de densité des couleurs variées de base.

20. Dispositif selon la revendication 19, caractérisé par un dispositif complémentaire de détermination de la différence "valeur réelle moins valeur de consigne" d'une coordonnée de luminosité qui est déterminée dans un espace des couleurs, dont la perception de la gradation est régulière, sur la base de différences de densité dans des surfaces de test et qui se rapporte à la surface encrée (56) sur l'aspect coloré de laquelle il s'agit d'agir.

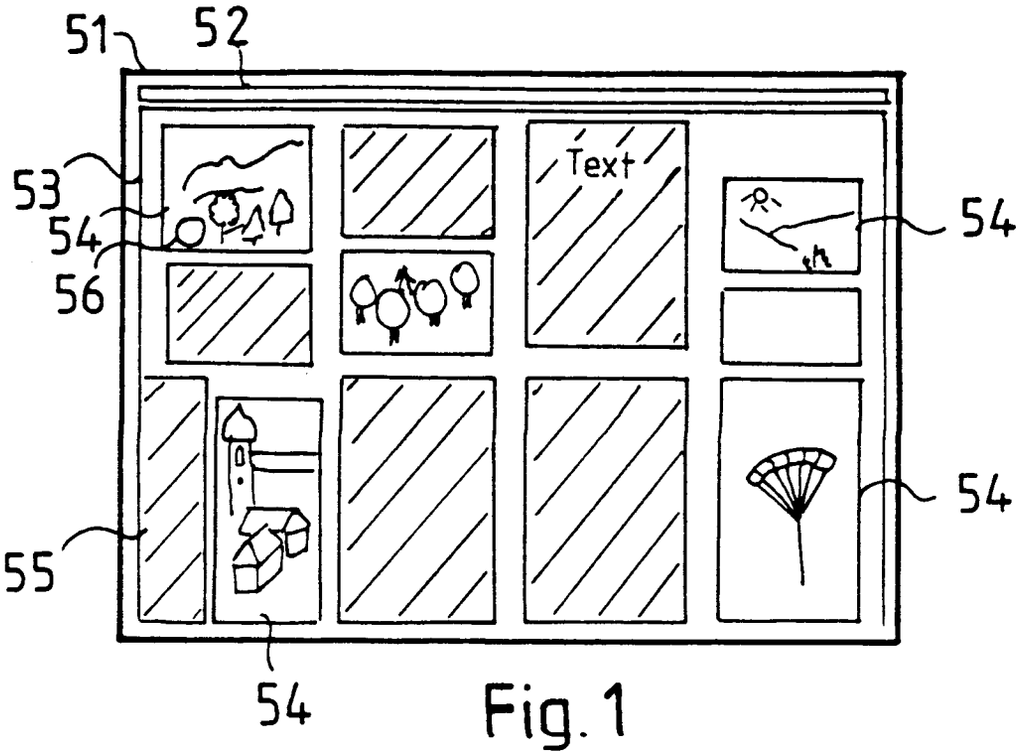


Fig. 1

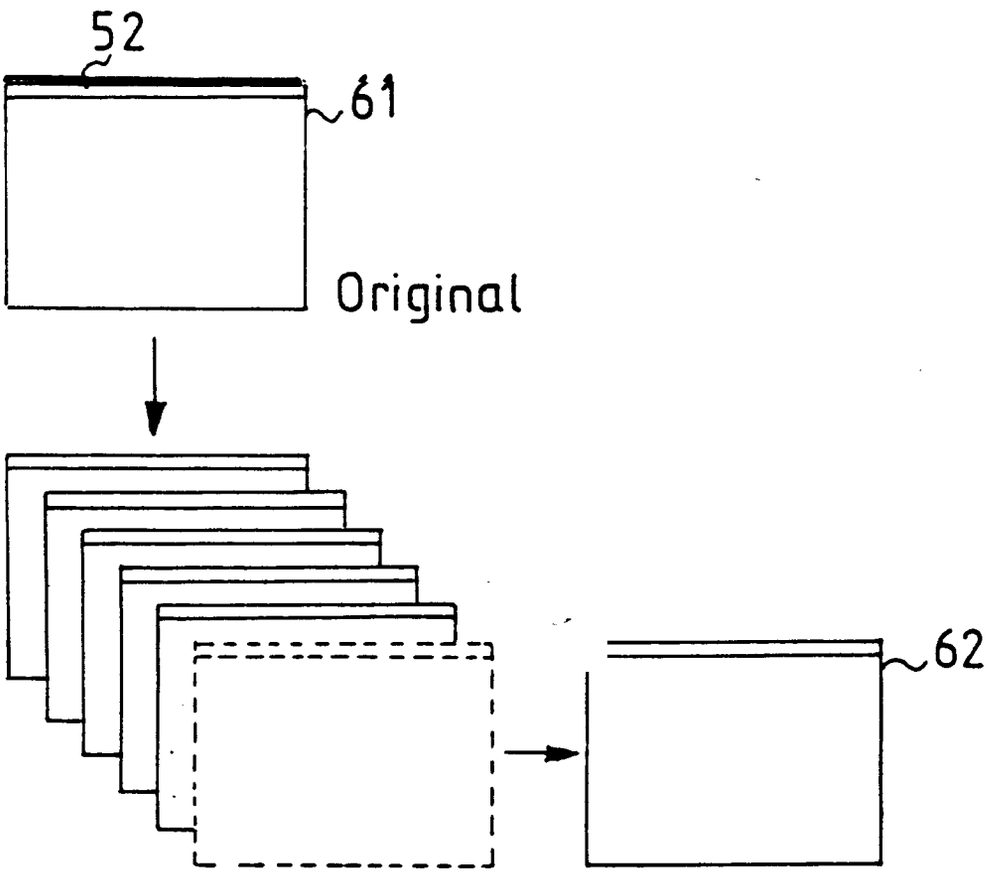


Fig. 2

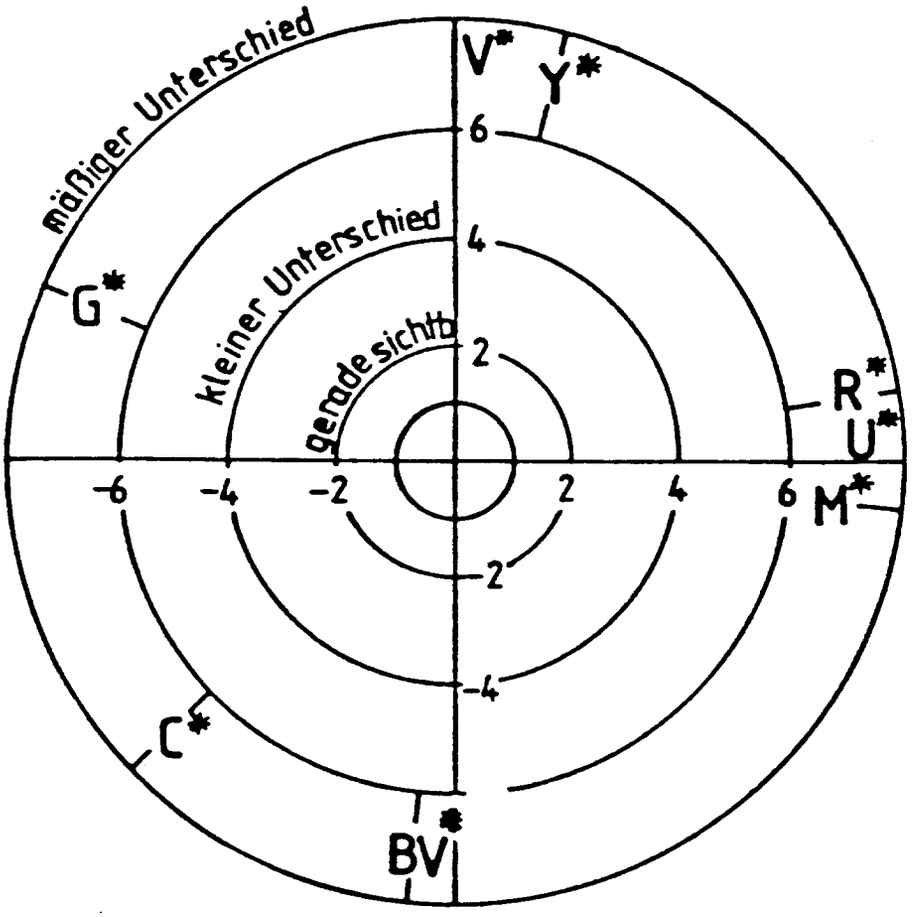

mäßiger Unterschied
kleiner Unterschied
gerade sichtb
V*
Y*
R*
U*
M*
G*
C*
BV*
6
4
2
-6
-4
-2
2
4
6
-2
-4

Fig. 3

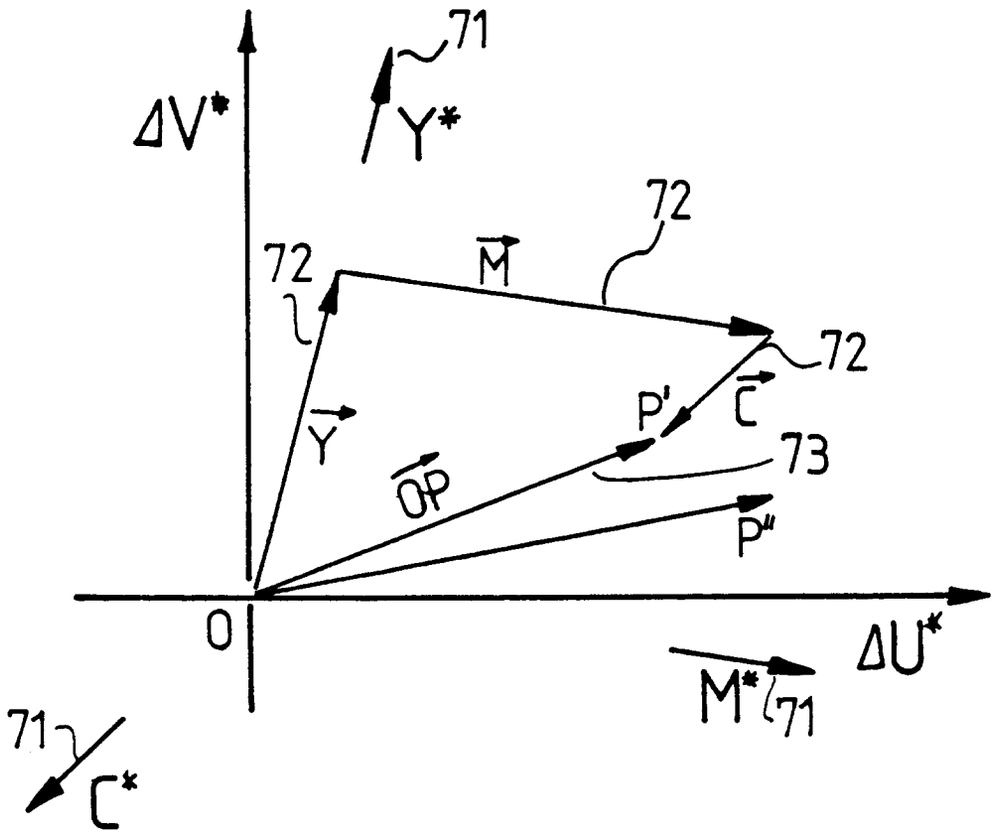


Fig. 4

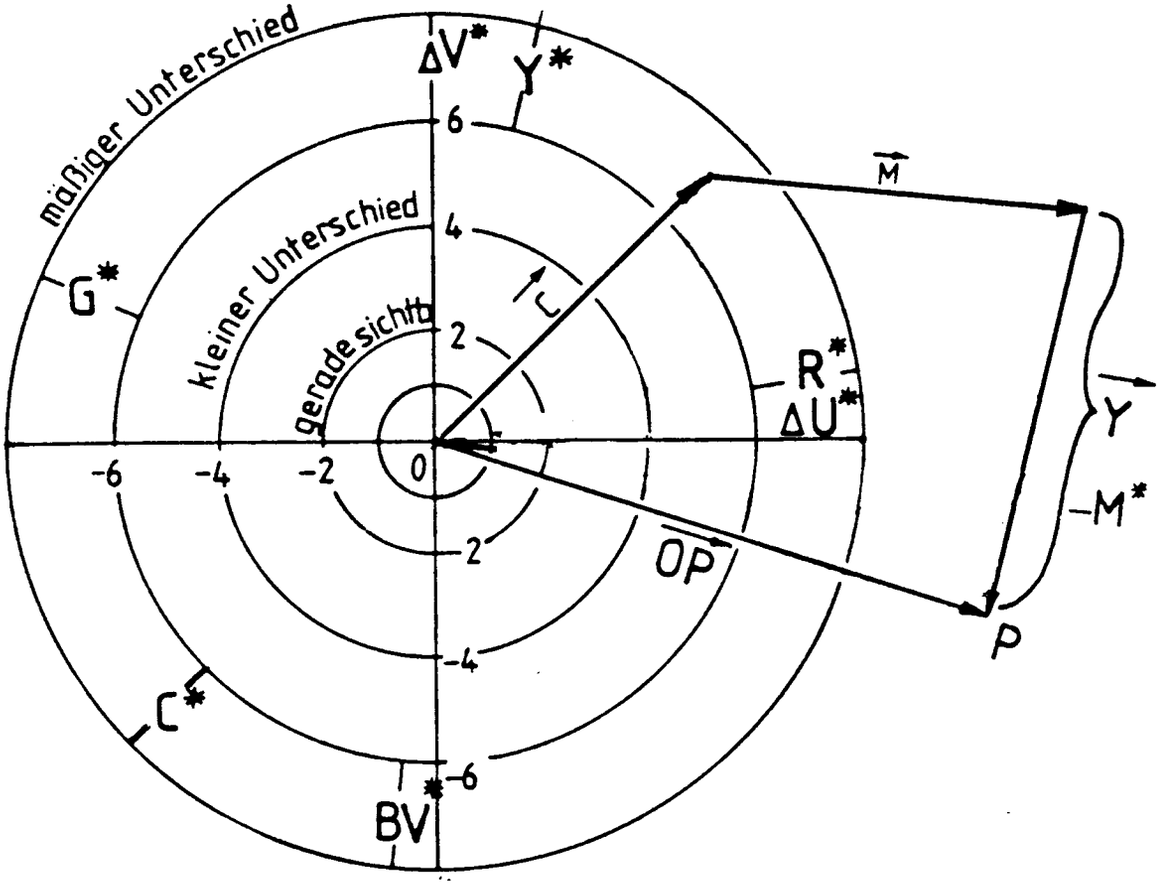

mäßiger Unterschied
kleiner Unterschied
gerade sichtb.
ΔV*
Y*
G*
C*
BV*
R*
ΔU*
M
C
OP
P
Y
-M*
6
4
2
-2
-4
-6
0

Fig. 5

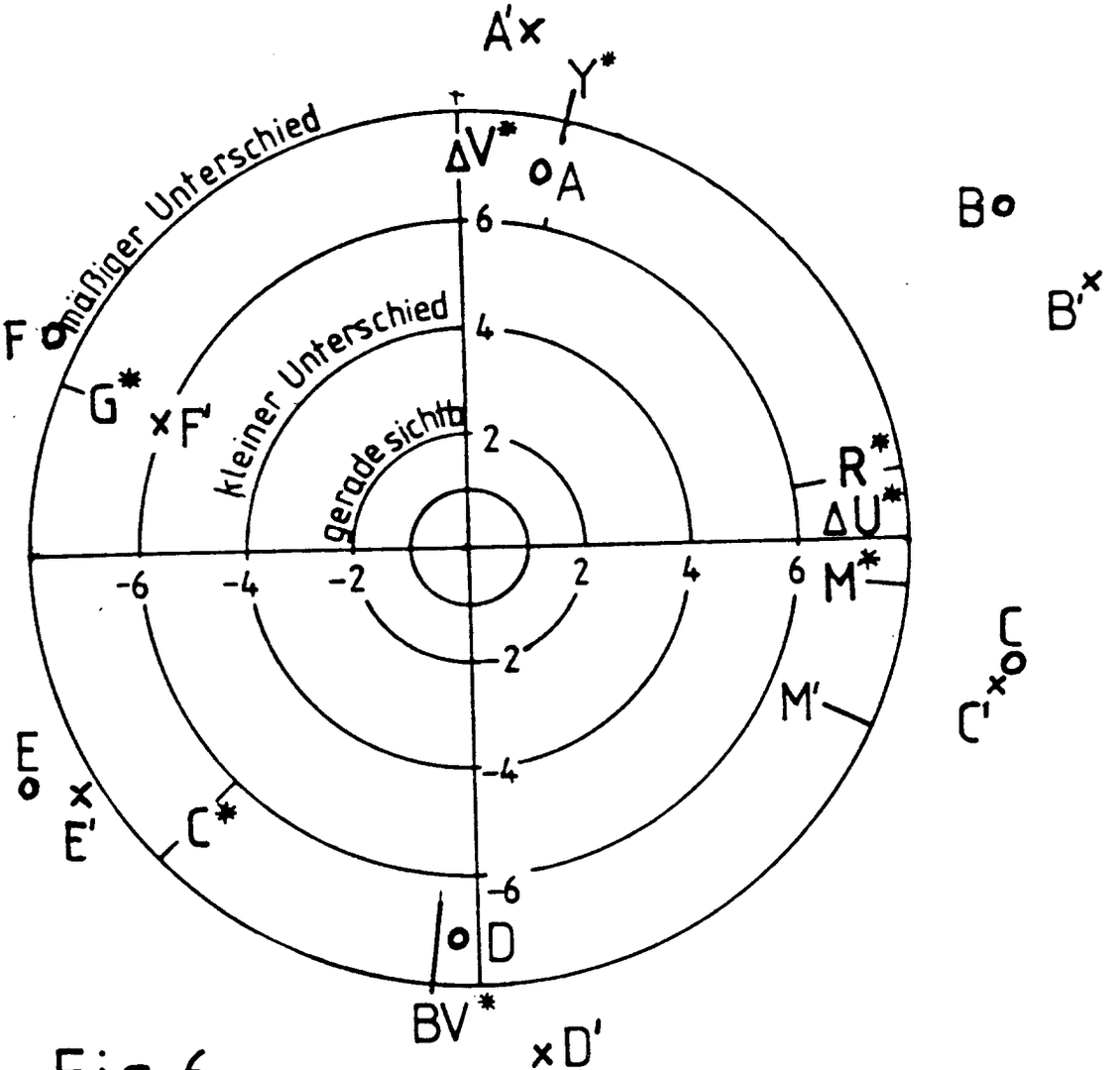

A'
Y*
ΔV*
A
B
B'
F
mäßiger Unterschied
G*
F'
kleiner Unterschied
gerade sichtb
R*
ΔU*
M*
M'
C
C'
E
E'
C*
D
BV*
D'
6
4
2
-6
-4
-2
2
4
6
-2
-4
-6

Fig. 6

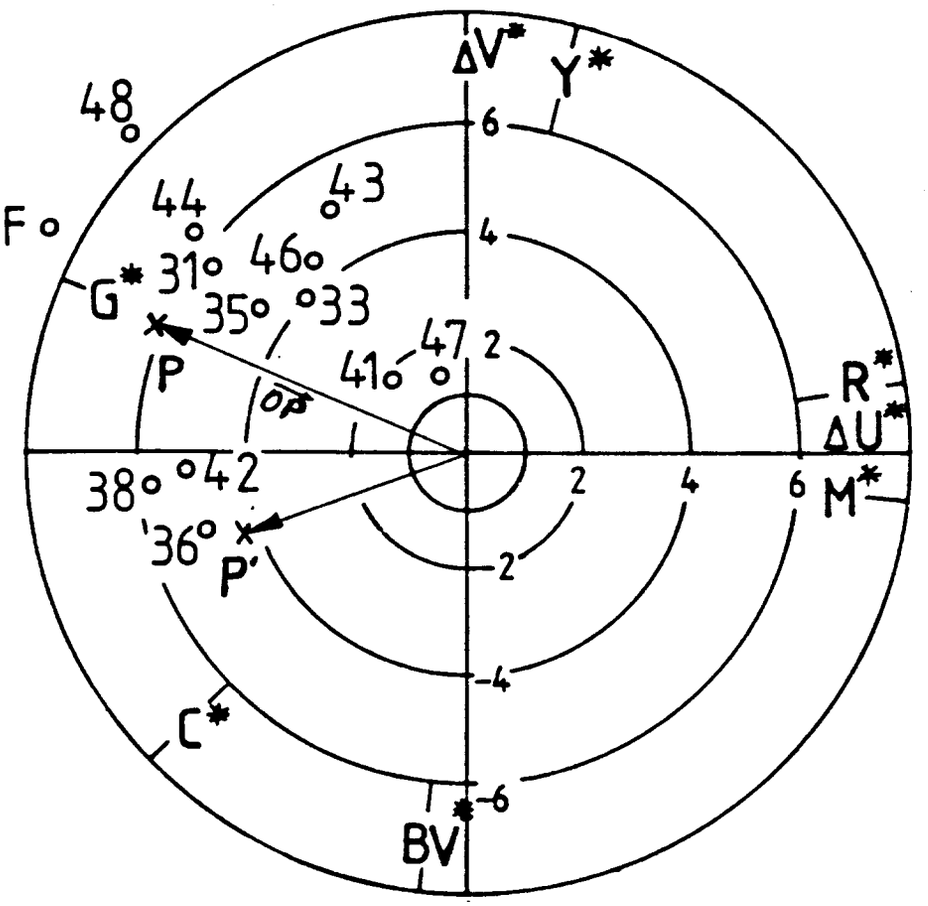


Fig. 7

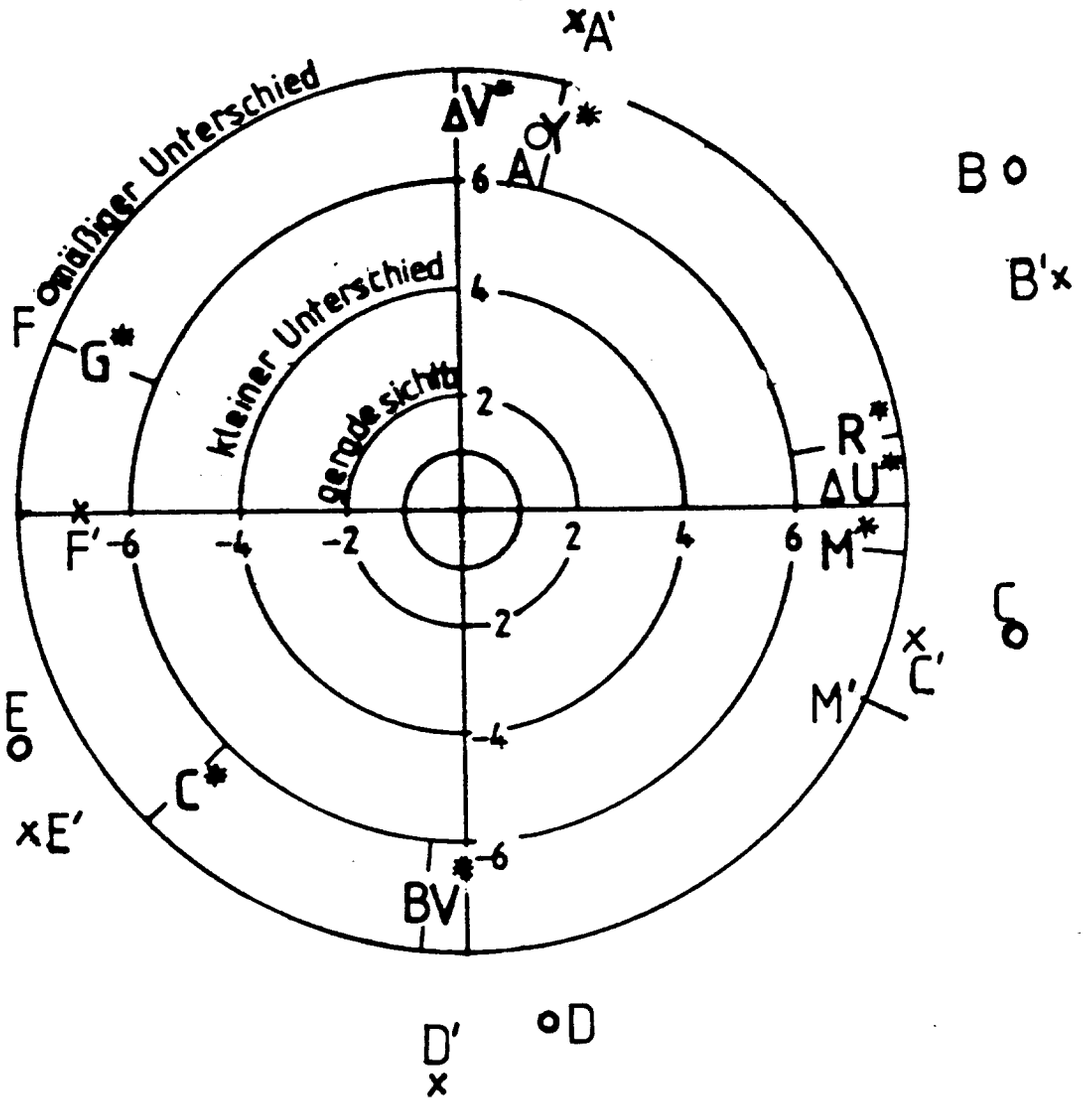

A'
ΔV*
A'
B
B'
F
mäßiger Unterschied
G*
kleiner Unterschied
gerade sichtb
R*
ΔU*
F'
-6
-4
-2
2
4
6
M*
C'
M'
E
C*
E'
BV*
D'
D

Fig. 8

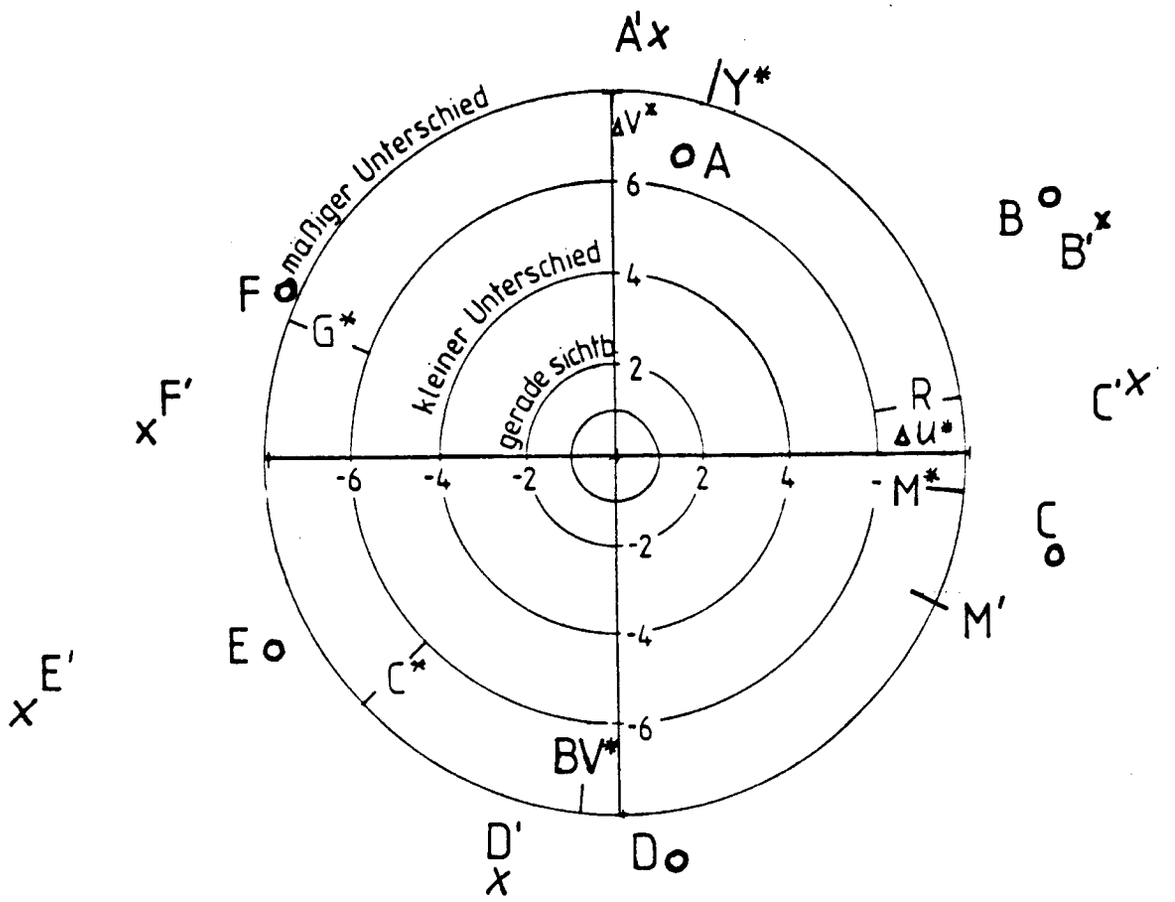

A'
Y*
Δv*
A
6
4
2
-2
-4
-6
mäßiger Unterschied
kleiner Unterschied
gerade sichtb.
B
B'
F
G*
F'
R
Δu*
C'
-6
-4
-2
2
4
M*
C
M'
E
E'
C*
BV*
D'
D

Fig. 9

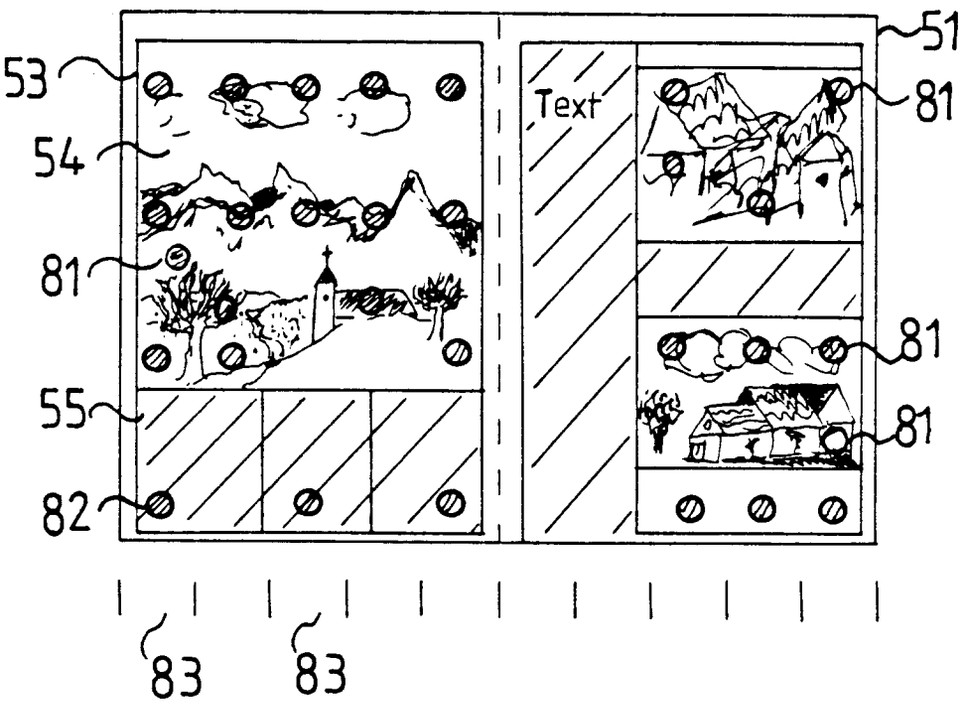


Fig.10

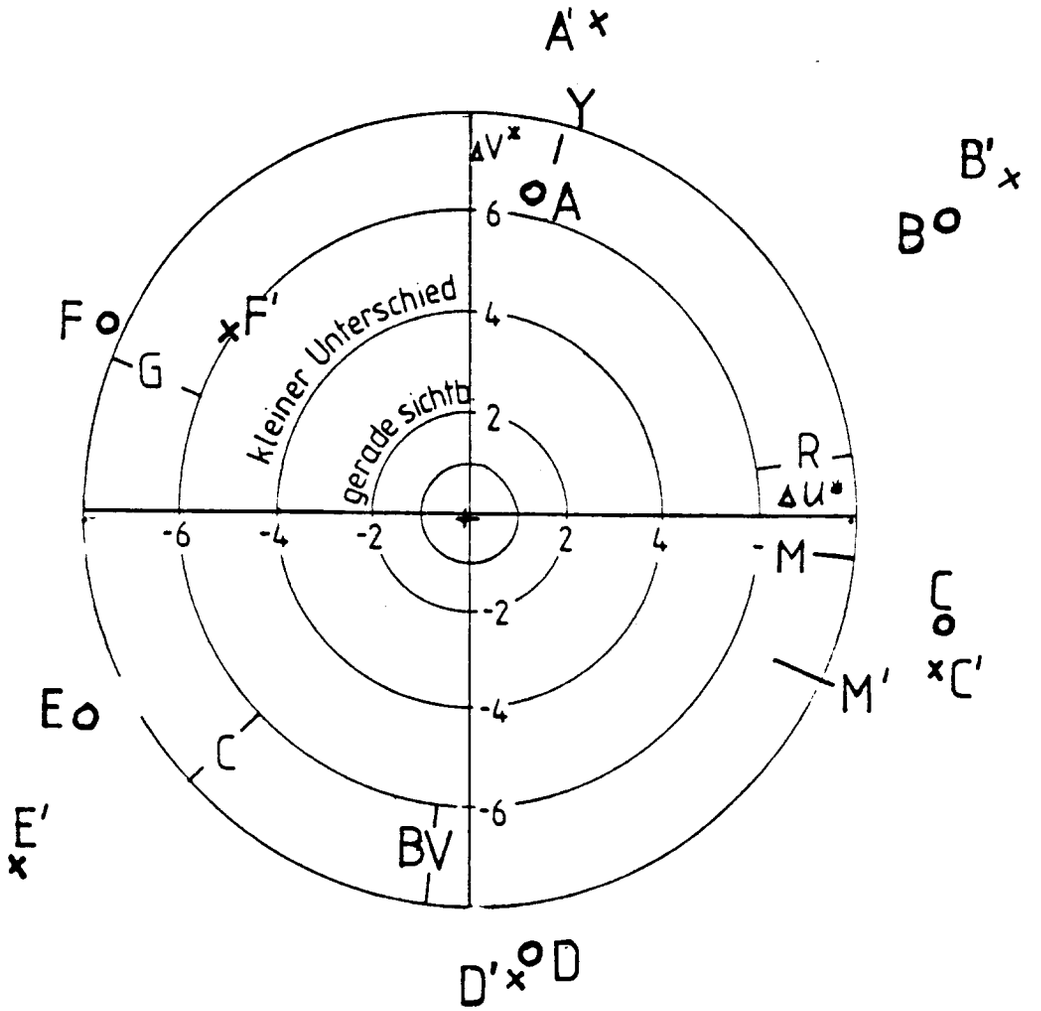

A'
Y
ΔV*
A
B'
B
F
F'
G
kleiner Unterschied
gerade sichtb.
6
4
2
-2
-4
-6
-6
-4
-2
2
4
R
ΔU*
M
M'
C
C'
E
E'
BV
D'
D

Fig. 11

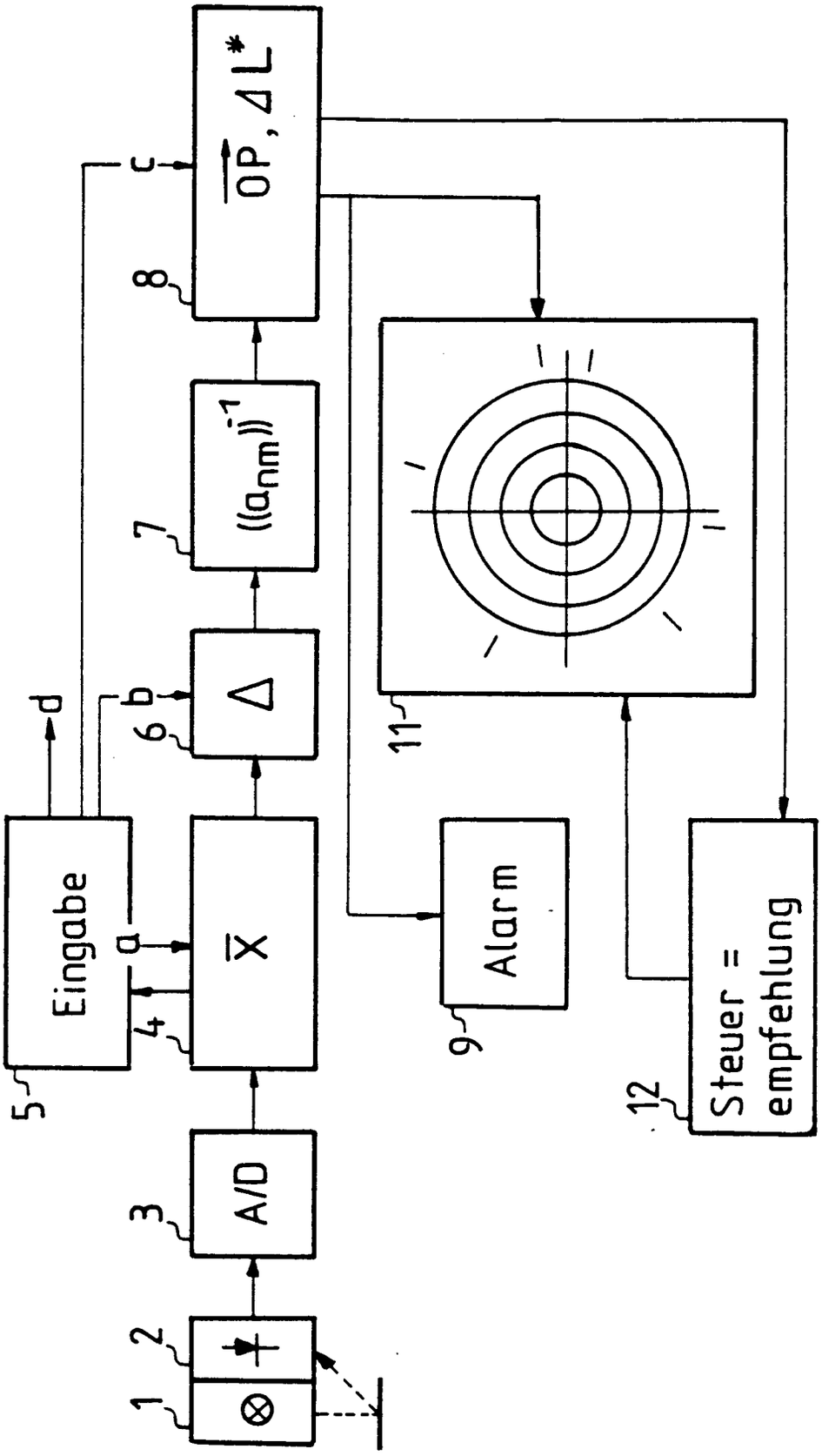

1
2
3
A/D
4
X
5
Eingabe
a
d
6
b
Δ
7
$((a_{nm})^{-1})$
8
c
$\overline{OP}, \Delta L^*$
9
Alarm
11
12
Steuer = empfehlung

Fig. 12

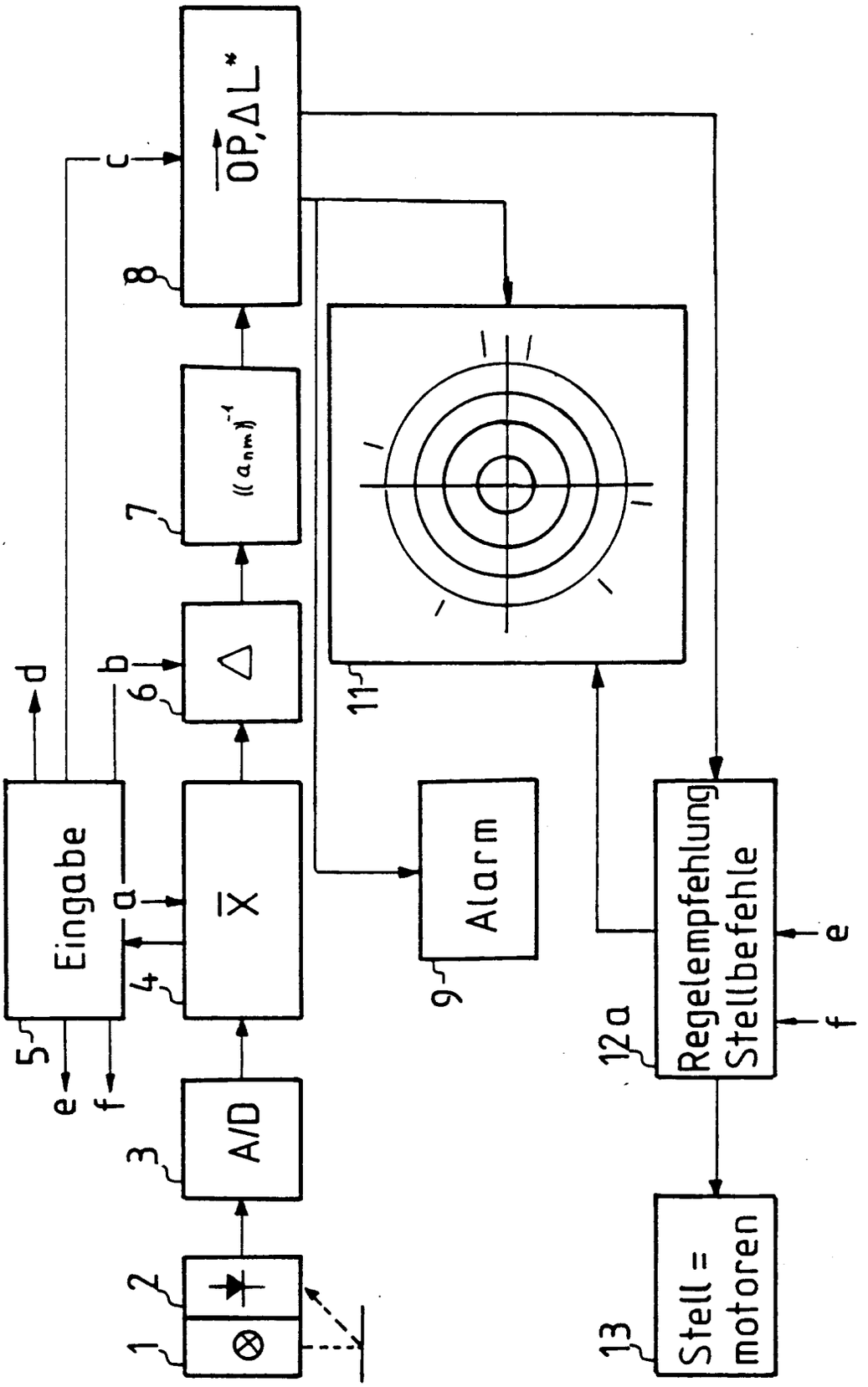

1
2
3
A/D
4
$\overline{X}$
5
Eingabe
a
b
c
d
e
f
6
Δ
7
$((a_{nm}))^{-1}$
8
$\overline{OP}, \Delta L^*$
9
Alarm
11
12a
Regelempfehlung
Stellbefehle
13
Stell = motoren

Fig. 13

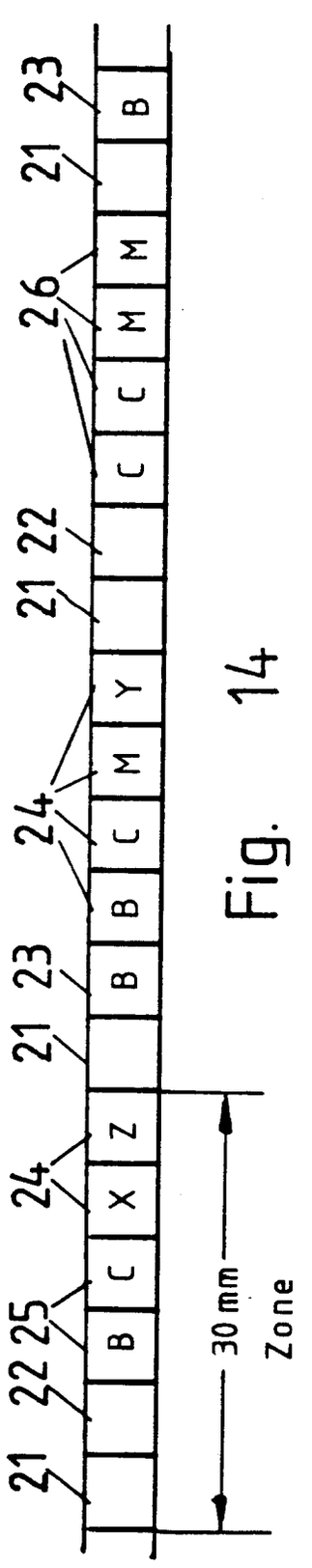

21
22
25
24
23
21
24
21
23
21
26
21
22
24
21
23
B
C
X
Z
B
B
C
M
Y
C
C
M
B
30 mm
Zone

Fig. 14

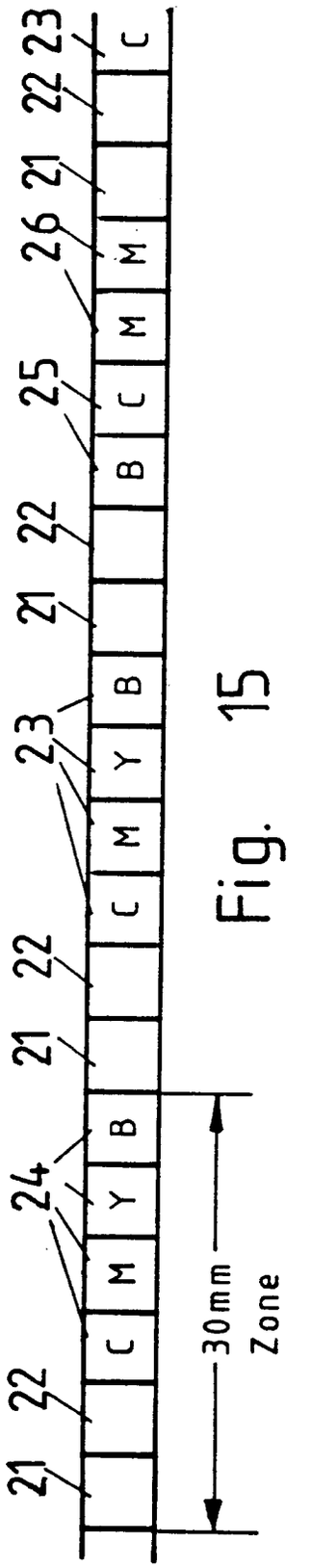

21
22
24
23
21
23
21
22
25
21
26
21
22
23
C
M
Y
B
C
M
Y
B
C
M
B
C
M
30 mm
Zone

Fig. 15