

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

**0 255 586**  
**A2**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21

Anmeldenummer: 87108516.3

51

Int. Cl.4: **B41F 33/00**

22

Anmeldetag: 12.06.87

30

Priorität: 05.08.86 DE 3626423

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
10.02.88 Patentblatt 88/06

84

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

71

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

72

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

74

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

54

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

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Beeinflussung der farblichen Erscheinung einer aus mindestens drei bunten Teilfarben aufgebauten Farbfläche bei einem Druckvorgang, aufgrund von densitometrischen oder farbmetrischen Messungen, wobei die Beeinflussung der Farbgebung vorrangig bei höchstens zwei bunten Teilfarben in Abhängigkeit vom Farbanteil eines Summenvektors erfolgt, der ausgehend von Dichtewertdifferenzen bzw. farbmetrischen Differenzwerten in einem Farbenraum ermittelt und in einen nur helligkeitswirksamen Grauanteil sowie einen höchstens zwei bunte Teilfarben betreffenden Farbanteil zerlegt wird. Hierdurch wird eine verbesserte, insbesondere schnellere Beeinflussung der farblichen Erscheinung der Farbfläche bei einem Druckvorgang erzielt.

**EP 0 255 586 A2**

## Verfahren und Vorrichtung zur Beeinflussung der farblichen Erscheinung einer Farbfläche bei einem Druckvorgang

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 zusammengesetzten 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 anschlaglose Verfahren, wie Tintenstrahldruck, Transferthermographie, Elektrophotographie und Siebdruck, sind.

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 hervor gehoben ist eine Farbfläche 56, die hier Teil einer Abbildung ist. Diese Farbfläche - es können auch mehrere solche Flächen 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 der farblichen Erscheinung der zu beeinflussenden Farbfläche 56 mit einem als Bezug dienenden Soll-exemplar 61 visuell und gegebenenfalls auch meßtechnisch anhand der Testflächen auf der Druckkontrolleiste 52 vergleicht. Falls kein Soll-exemplar 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 farbmessungsmäßige 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.

Alternativ dazu sind Regelanlagen bekannt, bei denen jede Regelabweichung vollautomatisch in einen Stellbefehl zur Korrektur der Farbgebung der betreffenden Teilfarbe 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 dafür ist der Fall, in dem sich die zur Messung benutzten Testflächen hinsichtlich des Flächendeckungsgrads der Teilfarben sehr stark von den entsprechenden Werten der zu beeinflussenden Farbfläche unterscheiden. Mit den bekannten Regelverfahren wird hier genau genommen nur sichergestellt, daß die farbliche Erscheinung der Testflächen konstant bleibt; für die zu beeinflussende Farbfläche muß dies nicht immer gelten. So kann im Offsetdruck bei Messung in Vollton-Kontrollfeldern einer Druckkontrolleiste zwar die farbliche Erscheinung dieser Kontrollfelder konstant gehalten werden; dies gilt aber nicht unbedingt auch für die farbliche Erscheinung eines Lichtertons. Diese hängt nämlich nicht nur von der mit Vollton-Kontrollfeldern kontrollierbaren Schichtdicke, sondern auch stark von produktionsbedingten Schwankungen des Flächendeckungsgrades im Lichtertonbereich ab.

Zweck der automatischen Regelung bzw. der vom Bediener ausgeführten Steuerung ist es, entweder die in einem vorhandenen Soll-exemplar 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.

Nachteilig an den bisher bekannten Beeinflussungsverfahren ist, daß die am Bildaufbau beteiligten Teilfarben unabhängig voneinander nachgestellt werden. Dies kann dazu führen, daß sich die von einem Betrachter wahrgenommene farbliche Erscheinung und insbesondere der Farbton einer als kritisch für die Akzeptanz des Produkts einzuschätzenden Farbfläche zunächst stark ändert, weil die für das Zustandekommen dieses Farbtons erforderliche genaue Abstufung der Auftragsmengen der Teilfarben während des Regelvorgangs nicht berücksichtigt wird. Falls sich die Auftragsaggregate der Teilfarben hinsichtlich ihres Regelverhaltens unterscheiden, kann der Regelvorgang nämlich vorübergehend sogar zu einer Vergrößerung der Farbtonabweichung führen, obwohl die einzelnen Dichteabweichungen der Teilfarben alle verringert worden sind.

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 Farbfläche 56 in einem empfindungsgemäß gleichabständigen Farbenraum zulassen und 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 farbmtrischen Koordinaten Farbton, 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 beteiligten Teilfarben im allgemeinen nicht möglich ist. So kann der Anzeige 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.

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

In Fig. 3 ist das zu dem annähernd empfindungsgemäß gleichabständigen Farbenraum nach CIE-UCS-1964 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 farbmtrischen Koordinaten  $U^*$  und  $V^*$ . Die Koordinate  $W^*$  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 im CIE-UCS-1964-System 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  $\Delta U^*$  und  $\Delta V^*$  zu beschriften (Fig. 4 - 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 eingeteilten Farbatlas ersehen. Für nicht zu weit vom Unbuntpunkt befindliche Farben gelten jedoch die in Fig. 3 eingezeichneten Richtungen wenigstens annähernd.

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren entsprechend dem Oberbegriff des Anspruches 1 oder 2. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, ein derartiges Verfahren so auszubilden, daß unter Vermeidung der geschilderten Mängel des Standes der Technik eine verbesserte, insbesondere schnellere Beeinflussung der farblichen Erscheinung der Farbfläche bei einem Druckvorgang erzielt wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß -ausgehend von densitometrischen Messungen - durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 gelöst. Eine nebengeordnete Lösung der Erfindung - ausgehend von farbmtrischen Messungen - ist Gegenstand des Anspruches 2.

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-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 O 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 liegt deswegen nahe, weil in diesem Beispiel die farbliche Erscheinung einer neutralgrauen und daher im Unbuntpunkt liegenden Farbfläche beeinflusst werden soll.

Nach Ausmessen des Istexemplares werden die Dichtewertdifferenzen der Teilfarben ermittelt; die Teilfarbe Schwarz wird getrennt nach dem Stand der Technik geregelt. Die Dichtewertdifferenz jeder bunten Teilfarbe wird nach Multiplikation mit einem (später anhand von Tabelle 1 zu erläuternden) Maßstabsfaktor als Absolutbetrag (Länge) eines Teilfarbvektors 72 aufgefaßt, dessen Richtung mit der zugehörigen Teilfarbrichtung 71 übereinstimmt. Die vektorielle Addition der Teilfarbvektoren 72 zeigt vom Ursprung O nach dem Punkt P'; der Vektor  $\vec{OP}$  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 Überdrucken 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 sind auf den vier Druckformen als Teilflächen zusätzlich Kontrollfelder mit 80 % Flächendeckungsgrad zwecks densitometrischer Ausmessung angebracht. Nachdem durch Versuche ein bezüglich der farblichen Erscheinung einer dreifarbig ermischten, nominell grauen Farbfläche akzeptables Sollexemplar hergestellt ist, wird das 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 angesteuert wird, werden die Istmeßwerte von Cyan, Magenta, Gelb mit den Maßstabsfaktoren 51; 40,5 und 39 multipliziert und in ein Diagramm nach Fig. 3, jedoch mit den Achsbeschriftungen  $\Delta U^*$  und  $\Delta V^*$  versehen, in den Teilfarbrichtungen Cyan, Magenta und Gelb als vom Nullpunkt ausgehende Teilfarbvektoren  $\vec{C}$ ,  $\vec{M}$ ,  $\vec{Y}$  eingetragen.

In Fig. 5 sind die Vektoren  $\vec{C}$ ,  $\vec{M}$ ,  $\vec{Y}$  sowie ihre Addition, der Summenvektor  $\vec{OP}$ , der vom Ursprung nach dem Punkt P zeigt, eingetragen. Mit den gewählten Maßstabsfaktoren gilt folgendes: Der Absolutbetrag des Summenvektors  $\vec{OP}$  gibt mit 10,5 Einheiten den ungefähren Farbabstand des Istexemplares vom Sollexemplar ohne Berücksichtigung der Helligkeit für einen aus Cyan, Magenta, Gelb zusammengesetzten Grauton (hier als eine Schattenton-Balance bezeichnet) mit den Flächendeckungsgraden C 72 %, M 59 %, Y 55 % im Rasterpositivfilm in empfindungsgemäßen Einheiten  $\Delta E$  CIE-UCS-1964 an. Der Polarwinkel  $342^\circ$  bezeichnet die ungefähre Richtung der eingetretenen Farbverschiebung - hier nach Rotviolett.

Die durch den Summenvektor  $\vec{OP}$  angezeigte Farbverschiebung wird erfindungsgemäß in einen nur Helligkeitswirksamen Grauteil und einen hauptsächlich Farbton und Sättigung betreffenden Farbanteil zerlegt, der hier so gewählt ist, daß er nur Magenta und Gelb betrifft.

$$\vec{OP} = \underbrace{(\vec{C} - 0,51 \vec{M} + 0,72 \vec{Y})}_{\text{Grauteil}} + \underbrace{1,51 \vec{M} + 0,28 \vec{Y}}_{\text{Farbanteil}}$$

Die im Klammerausdruck enthaltenen Koeffizienten der Vektoren  $\vec{M}$  und  $\vec{Y}$  sind so gewählt, daß die geometrisch entsprechend Fig 5 vorgenommene Auswertung der Klammer zum Ursprung O zurückführt, d.h. Null ergibt.

Die Anteile können nun nach Rückverwandlung in Farbdichteunterschiede (z.B. durch Teilung der Absolutbeträge der einzelnen Vektoren durch die jeweiligen Maßstabsfaktoren) nach unterschiedlichen Strategien zur Steuerung der Druckmaschine verwendet werden. Beispielsweise kann man beschließen, die dem Grauanteil entsprechenden Dichtewertdifferenzen zunächst nicht auszusteuern, sondern zuerst die zu den Dichtewertdifferenzen 0.26 bei Magenta und -0.06 bei Gelb erfahrungsgemäß gehörigen Korrekturen der Farbgebung durch entsprechende Farbwerkeinstellung auszuführen. Nach diesem relativ kleinen Eingriff in die Farbflüsse der Druckwerke Magenta und Gelb ist nämlich die ursprüngliche farbliche Erscheinung der nominell grauen Farbfläche bis auf eine zwar merkbare, aber wenig störende Helligkeitsabweichung wieder hergestellt.

Durch die Zerlegung des Summenvektors  $\vec{OP}$  in einen nur helligkeitswirksamen, drei-komponentigen Grauanteil und in einen zweikomponentigen Farbanteil zwecks getrennter Aussteuerung wurde in diesem Beispiel erreicht, daß bereits nach Ausführung der Korrekturen "M : minus 0.26 Dichte, Y : plus 0.06 Dichte" eine akzeptable farbliche Erscheinung der Farbfläche erreicht wird, die nach einem später ausgeführten, zweiten Steuerschritt "C : plus 0.14 Dichte; M : plus 0.09 Dichte; Y : plus 0.14 Dichte" vollends zum Ausgangspunkt zurückgeführt wird.

Während bei den bekannten Regelverfahren des Standes der Technik die aufgetretenen Dichtewertdifferenzen unterschiedslos gleichzeitig angesteuert oder -geregelt werden, wobei im Beispiel eine nach Absolutbeträgen kumulierte Steuerexkursion von

$$0.14 + 0.17 + 0.20 = 0.51$$

zu bewältigen wäre, treten bei der erfindungsgemäß getrennten Aussteuerung kumulierte Steuerexkursionen von

$$0.14 + 0.09 + 0.14 = 0.37$$

für den Grauanteil und

$$0.26 + 0.06 = 0.32$$

für den Farbanteil auf. Insgesamt ergibt sich in diesem Beispiel zwar eine leichte Erhöhung des Steuerungsaufwands auf

$$0.37 + 0.32 = 0.69$$

gegenüber 0.51 beim Stand der Technik. Dafür wird aber bereits mit einer Steuerexkursion von 0.32 der Farbton und die Sättigung des Ausgangsexemplares erreicht, was den durch Farbstich bedingten Ausschuß verringert.

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 um eine nahezu neutralgraue Schattenton-Fläche, hier als Schattenton-Balance bezeichnet, handelt, die durch den Übereinanderdruck geeignet abgestufter 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 zusammengefaßt - zur Verfügung stehen. Verallgemeinerungen auf andere Farbflächen 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 Flächendeckungsgrad 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 75 %, Magenta 62 % und Gelb 60 % sowie weitere, ähnliche Abstufungen deswegen zu bevorzugen sind, weil sie unter normalen Druckverhältnissen im Offsetdruck beim dreifachen Übereinanderdruck einen nahezu neutralgrauen, dunklen Farbton ergeben, der sehr empfindlich auf kleinste Schwankungen der Farbgebung bei einer oder mehreren der beteiligten Teilfarben reagiert. Solchen Farbflächen kommt deshalb Signalfunktion zu; bei Schwankungen des Druckvorgangs fallen die bei ihnen farbmäßig meßbaren Farbortveränderungen stets größer aus als bei allen anderen, ebenfalls aus drei bunten Teilfarben zusammengesetzten Farbflächen mit gleicher oder größerer Helligkeit.

Statt gemessener Sollmeßwerte können auch solche verwendet werden, die sich bei vorausgegangenen Produktionsgängen 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 mit Maßstabsfaktoren als Absolutbeträge von Teilfarbvektoren 72 aufgefaßt, die hier vom Ursprung  
 5 eines empfindungsgemäß gleichabständigen Farbenraums jeweils ungefähr in Richtung des Farborts des zugehörigen Volltons zeigen. Im allgemeinen Fall zeigen sie 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- oder das CIE-LUV-System. Die für das erfindungsgemäße Verfahren günstigsten Teilfarbrichtungen (im Einzelfall evtl. etwas abweichend  
 10 von den Richtungen der voll gesättigten Teilfarben) und günstigsten Maßstabsfaktoren lassen sich nach folgendem Verfahren und dessen sinngemäßen Abwandlungen bestimmen: Eine als Schattenton-Balance ausgebildete Farbfläche 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  
 15 abweichenden Exemplaren gemessen. Die Werte eines Sollexemplars 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 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 eingetragen. Durch mehrfaches Ausprobieren war zuvor festge-  
 25 stellt worden, daß die in Tabelle 1 angegebenen Maßstabsfaktoren und Teilfarbrichtungen die beste Annäherung der densitometrischen Hilfskonstruktion an den farbmetrisch gemessenen Farbort (A bis F in Fig. 6) der hier zu beeinflussenden Schattenton-Balance-Farbfläche ergaben.

Tabelle 1

| Flächendeckungs-<br>grade der<br>Testflächen | Maßstabsfaktoren |          |          | Polarwinkel der<br>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° |
| alle 100 %                                   | 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  $\Delta E$  (CIE-UCS-1964) ergaben. Dabei bestätigte sich die Vermutung, daß die Approximation am genauesten arbeitet, wenn  
 45 in solchen Testflächen gemessen wird, deren Flächendeckungsgrad jenem der farblich zu beeinflussenden Farbfläche am nächsten kommt. Die Maßstabsfaktoren der Tabelle 1 sind als Produkte des Flächendeckungsgrades der jeweiligen Teilfarbe in der farblich zu beeinflussenden Farbfläche und eines für alle bunten Teilfarben gleichen Eichfaktors (f) dargestellt. Falls dieser nicht direkt empirisch bestimmt werden kann, dient die folgende Formel als befriedigende Näherung:

$$f = 80 \times D^{-1,1} \quad (1)$$

D ist dabei das Mittel der in der oder den Testflächen gemessenen Farbdichten der bunten Teilfarben. Der Faktor Flächendeckungsgrad berücksichtigt die Tatsache, daß eine gemessene Veränderung der Farbgebung einer Teilfarbe sicher nur in dem Maße wirksam werden kann, wie sie in der betreffenden Farbfläche flächenanteilig vertreten ist. Daher wirken sich dieselben Produktionsschwankungen z.B. in einer Mittelton-  
 55 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, mehr farbig zusammengesetzte Farbflächen, und zwar auch solche, die von der Grauchse 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 und einer Schattenton-Balance eingetragen, die sich beim Vergleich zweier Exemplare aus dem der Fig. 6 zugrundeliegenden Versuchslauf ergaben. Die Farbflächen 31 -48 sind nach DIN 6169 ausgewählt. F ist der Farbort der Schattenton-Balance. Die Farbörter des Sollexemplares liegen im Ursprung, aufgetragen sind lediglich die farbmetrischen Differenzwerte. Wie ersichtlich, zeigt die Abweichung der Schattenton-Balance-Farbfläche 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 Schattenton-Balance-Farbfläche kann daher dem Absolutbetrag nach als die obere Grenze für die entsprechenden Werte aller anderen Farbflächen bezeichnet werden, solange diese nicht dunkler als diese Balance-Farbfläche sind. Der Polarwinkel der Abweichung gilt auch für die meisten anderen Farbflächen. Eine Ausnahme stellen hier solche Farbflächen dar, welche überwiegend nur Anteile aus zwei bunten Teilfarben enthalten oder auch die Teilfarben selbst. In Fig. 7 brechen die Farbflächen 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 Maßstabsfaktoren verschwinden muß, da der betreffende Flächendeckungsgrad Null ist. Die Anwendung der mit den Flächendeckungsgraden der Farbfläche 36 C 0.55; M 0.39; Y 0.00 berechneten Maßstabsfaktoren ergibt nach Addition der Vektoren den Punkt P', der die Abweichung der Farbfläche 36 befriedigend genau annähert.

Aus den Maßstabsfaktoren in Tabelle 1 ergibt sich, daß zur Erzielung einer Genauigkeit von  $\pm 2$  Einheiten  $\Delta E$  CIE bei densitometrischer Messung z.B. für Cyan im 40 %-Kontrollfeld auf  $\pm 0.01$ , im Schattenton-Balance-Kontrollfeld auf  $\pm 0.02$ , im 80 %-Kontrollfeld auf  $\pm 0.04$  und im Volltonfeld mindestens auf  $\pm 0.05$  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, getrennt nach einem farbneutralen Grauanteil und einem Farbanteil, ist es sinnvoll, nicht nur die empfindungsgemäßen Farbabstände in der Ebene gleicher Helligkeit des Farbenraums (z.B. U\*-V\*-Ebene im CIE-UCS-1964-System) zu berücksichtigen, sondern auch Unterschiede in der empfindungsgemäß bewerteten Helligkeit (z.B. W\* im CIE-UCS-1964-System) zu kennen.

Bei Messung an einfarbigen Kontrollfeldern mit einem Flächendeckungsgrad von 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 Schattenton-Balance-Farbfläche mit den Flächendeckungsgraden C 72, M 57, Y 55 lautet für das CIE-UCS-1964-System

$$\Delta W^* = -0,72 \cdot 14 \Delta D_C - 0,57 \cdot 25,5 \Delta D_M - 0,55 \cdot 2,6 \Delta D_Y \quad (2)$$

wobei  $\Delta W^*$  die Abweichung der Helligkeit  $W^*$  aufgrund von Änderungen der Farbgebung von Cyan, Magenta und Gelb bedeutet, erfaßt über die Dichtewertabweichungen  $\Delta D_C$ ,  $\Delta D_M$  und  $\Delta D_Y$  in den zugehörigen einfarbigen 80%-Kontrollfeldern.

Ein Vergleich dieser Näherung mit der Farbmessung bei dem Fig. 6 zugrunde liegenden Druckversuch ergab einen mittleren quadratischen Fehler von 0,4 Einheiten  $\Delta E$  für  $W^*$ ; die Größe  $W^*$  bewegte sich beim Versuch zwischen 36,0 und 42,5.

Während die angegebene Näherung nur für die Helligkeit einer Schattenton-Balance-Farbfläche und 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 Maßstabsfaktoren finden. Ebenso läßt sich die durch eine Schwankung der Farbgebung der Teilfarbe Schwarz hervorgerufene Helligkeitsänderung z.B. aus der farbmetrischen Definitionsgleichung für die Koordinate  $W^*$

$$W^* = 25 \cdot Y^{1/3} - 17 \quad (3)$$

$$\text{mit } Y = 100 \cdot 10^{-D_B} \quad (4)$$

wie folgt angeben:

$$\Delta W^* = -89 \cdot 10^{-D_B} \cdot \Delta D_B \quad (5)$$

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

Die Zerlegung des Summenvektors

$$\vec{OP} = \vec{C} + \vec{M} + \vec{Y} \quad (6)$$

in einen farbneutralen, nur helligkeitswirksamen Grauanteil und einen durch höchstens zwei bunte Teilfar-

ben ausgedrückten Farbanteil kann allgemein wie folgt ausgedrückt werden:

$$(\lambda \vec{C} + \mu \vec{M} + \nu \vec{Y}) + (1-\lambda) \cdot \vec{0} + (1-\mu) \vec{M} + (1-\nu) \vec{Y} \quad (7)$$

5

Die Zahlentripel  $(\lambda, \mu, \nu)$  werden so gewählt, daß jeweils einer der Koeffizienten  $\lambda, \mu, \nu$  gleich 1 und zusätzlich

$$(\lambda \vec{C} + \mu \vec{M} + \nu \vec{Y}) = \vec{0} \quad (8)$$

10

ist. Das rechts stehende Symbol bezeichnet den Nullvektor. Da drei komplanare Vektoren stets linear abhängig sind, lassen sich die Koeffiziententripel sofort bestimmen. Es ergeben sich im allgemeinen Fall höchstens drei verschiedene Zerlegungen, dagegen zwei Zerlegungen, falls  $\vec{OP}$  mit  $\vec{C}, \vec{M}$  oder  $\vec{Y}$  kollinear ist, und nur eine Zerlegung falls  $\vec{OP}$  der Nullvektor ist.

15

Die Steuerung oder Regelung kann nach jeder der so gefundenen Zerlegungen vorgenommen werden. Beispielsweise kann entschieden werden, daß im Augenblick nicht in die Farbgebung Magenta einer Offsetmaschine eingegriffen werden soll, da hier das Farb-Wasser-Gleichgewicht als kritisch beurteilt wird. Stattdessen wird die Abweichung über Cyan und Gelb korrigiert; Helligkeitsabweichungen werden in Kauf genommen. In anderen Fällen kann die Wahl nach einem oder mehreren der folgenden Kriterien erfolgen:

20

1. Minimierung des Stellwegs des Farbanteils  
 $|(1-\lambda) \vec{C}| + |(1-\mu) \vec{M}| + |(1-\nu) \vec{Y}| = \min. \quad (9)$
2. Minimierung des Gesamtstellwegs

25

$$|\lambda \vec{C}| + |\mu \vec{M}| + |\nu \vec{Y}| + |(1-\lambda) \vec{C}| + |(1-\mu) \vec{M}| + |(1-\nu) \vec{Y}| = \min. \quad (10)$$

30

3. Minimierung des Helligkeitsunterschieds nach Aussteuerung bzw. -regelung des Farbanteils, z.B. für das CIE-UCS-1964-System

$$\Delta W^*(\lambda \vec{C} + \mu \vec{M} + \nu \vec{Y}) = \min. \quad (11)$$

wobei die Funktion  $\Delta W^*(x)$  nach Gleichung (2) oder entsprechenden Näherungen bestimmt ist.

35

4. Der Farbanteil wird aus jenen beiden Teilfarbvektoren zusammengesetzt, zwischen denen der Summenvektor  $\vec{OP}$  liegt. Beispielsweise liegt  $\vec{OP}$  in Fig. 5 zwischen den Richtungen "plus  $\vec{M}$ " und "minus  $\vec{Y}$ "; der aus "plus  $\vec{M}$ " und "minus  $\vec{Y}$ " zusammengesetzte Farbanteil erfüllt geometrisch nachprüfbar das Kriterium 1. Die Auswahl der Vektoren des Farbanteils kann also auch nach Polarwinkelbereichen für  $\vec{OP}$  erfolgen.

40

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 mit Hilfe densitometrischer Messungen an jeweils nur mit einer Teilfarbe bedruckten Testflächen angegeben. Die Anwendung dieser Lehre auf beliebige, zu beeinflussende Farbflächen und beliebige Testflächen ist bereits durch die vorgesehene Aufspaltung der Maßstabsfaktoren in Tabelle 1 in den Flächendeckungsgrad auf der Filmvorlage oder der Druckform der zu beeinflussenden Farbfläche und den auf die Testfläche bezogenen, farbdichteabhängigen 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:

50

$$\varphi = \frac{1 - 10^{-D}}{1 - 10^{-D_{\max}}} \quad (12)$$

55

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 Maßstabsfaktoren und Teilfarbrichtungen 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, davon mindestens drei nicht farbtongleiche, bunte Teilfarben zum Bildaufbau eingesetzt sein. Bei mehr als drei farbtongleichen Teilfarben gibt es zwar beliebig viele verschiedene Zerlegungen in einen Grauteil und einen Farbanteil. Diese reduzieren sich jedoch auf einige wenige, sobald der Farbanteil erfindungsgemäß aus höchstens zwei bunten Teilfarben zusammengesetzt wird. Analog zur Steuerung oder zur Regelung des Auflagedrucks läßt sich das erfindungsgemäße Verfahren auch auf die Herstellung von Farbprüfkopien (Proof) oder von Andruck (nach einem Muster als Sollexemplar oder nach Solldichtewerten), auf den Einrichtevorgang bei der Vorbereitung des Auflagedrucks nach einem vorliegenden Andruck als Sollexemplar, einer Farbprüfkopie oder einem vorausgegangenen Auflagedruck sowie schließlich für andere, vergleichbar arbeitende Druckvorgänge wie z.B. 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 E die Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe bei densitometrischer Messung an einfarbigen Volltonflächen im Offsetdruck, an dreifarbig übereinandergedruckten Rasterflächen, bei densitometrischer Mittelwertbildung über das Sujet und bei Farbmessung 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)

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

- Für eine Schattenton-Balance ergeben sich daraus analog zu Tabelle 1 die Maßstabsfaktoren 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 Maßstabsfaktor 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 Schattenton-Balance-Farbfläche gemessen. Die vektorielle Hilfskonstruktion ist trotz mittlerer quadratischer Fehler von 13° beim Polarwinkel und 2,6  $\Delta$  E-Einheiten beim Farbabstand ausreichend, um die erfindungsgemäße Aufteilung des Summenvektors in einen Grauteil und einen aus zwei Teilfarben zusammengesetzten Farbanteil sinnvoll durchführen zu können. Eine bevorzugte Zusammensetzung des Farbanteils (gemäß Kriterium 4) ergibt sich aus den zwei, den jeweiligen Punkt flankierenden Teilfarbrichtungen  $\vec{C}^*$ ,  $\vec{M}'$  und  $\vec{Y}^*$ , wobei diese auch durch den Ursprung verlängert zu denken sind. So wird Punkt A' durch  $\vec{Y}$  und minus  $\vec{M}'$ , Punkt B' durch minus  $\vec{C}$  und  $\vec{M}'$ , Punkt C' durch  $\vec{M}'$  und minus  $\vec{C}$  dargestellt usw. Die weitere regeltechnische Behandlung der Regelabweichung wurde bereits beschrieben.

## Beispiel B

Im Auflagedruck 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-Kontrollfeld eines Istexemplars gemessen und mit jenen eines Soll-exemplars oder mit Sollmeßwerten einer vorausgegangenen Produktion verglichen. Aus den ermittelten Dichtewertdifferenzen

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

werden die zugehörigen ungestrichenen Dichtewertdifferenzen

$$\Delta D_C, \Delta D_M, \Delta D_Y$$

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

$$\Delta D'_C = \Delta D_C + a_{12} \Delta D_M + a_{13} \Delta D_Y$$

$$\Delta D'_M = a_{21} \Delta D_C + \Delta D_M + a_{23} \Delta D_Y \quad (13)$$

$$\Delta D'_Y = a_{31} \Delta D_C + a_{32} \Delta D_M + \Delta D_Y$$

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 Nähierungsmethode wurden die dem Druckversuch der Fig. 6 zugrundeliegenden Exemplare direkt in einem Schattenton-Balance-Kontrollfeld densitometrisch ausgemessen. Hierauf wurden mit der zuvor bestimmten Koeffizientenmatrix  $\|a_{nm}\|$

$$\|a_{nm}\| = \begin{pmatrix} 1 & 0,05 & 0 \\ 0,36 & 1 & 0,04 \\ 0,12 & 0,60 & 1 \end{pmatrix} \quad (14)$$

die Dichtewertdifferenzen  $\Delta D_C, \Delta D_M, \Delta D_Y$  berechnet. Nach Multiplikation mit den jeweiligen Maßstabsfaktoren gemäß Tabelle 1 wurden diese in Fig. 9 aufgetragen und vektoriell zusammengesetzt. Die so erhaltenen Punkte A' bis F' stimmen mit den farbmessungsgemessenen Farbörtern A bis F bis auf mittlere quadratische Abweichungen von 16° beim Polarwinkel und 3 Einheiten  $\Delta E$  CIE beim Farbabstand überein. Damit ist die densitometrische Messung in einem Schattenton-Balance-Kontrollfeld ausreichend genau, um die Zerlegung der daraus berechneten Regelabweichung in einen nur helligkeitswirksamen Graanteil und einen aus höchstens zwei bunten Teilfarben zusammengesetzten Farbanteil sowie die daran anschließende, getrennte Rückführung dieser Anteile durch Steuer- und Regelvorgänge zu ermöglichen. Während bei dem betrachteten Beispiel die Teilfarbe Schwarz nicht berücksichtigt wurde, da sie nicht in der verwendeten Textfläche 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.

## 5 Beispiel C

Im Auflagedruck - 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 Farbflächen 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 erfindungs gemäßen 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 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 Farbflächen 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  $D'$  zwischen den gemessenen Istmeßwerten und den Sollmeßwerten eines Sollexemplars wurden wie zuvor über ein lineares Gleichungssystem in Dichtewertdifferenzen  $D$  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 Maßstabsfaktoren  $0,71 \times 10^6$  für Cyan,  $0,57 \times 10^6$  für Magenta und  $0,55 \times 10^6$  für Gelb, sie gelten für die farbliche Erscheinung einer Schattenton-Balance-Farbfläche. Die vektorielle Zusammensetzung der Teilfarbvektoren in Fig. 11 ergab die Punkte A' bis F', die mit den farbmäßig bestimmten Farbörtern A bis F bis auf die mittleren quadratischen Abweichungen von  $6^\circ$  beim Polarwinkel und 3 Einheiten  $\Delta E$  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.

## Beispiel E

Statt der densitometrischen Messung an Testflächen, die aus ausgewählten Bildstellen bestehen, kann auch mit einem Farbmeßgerät gemessen werden. Hier gelten die gleichen Kriterien für die Auswahl der Bildstellen, jedoch sollten zusätzlich eine oder mehrere Stellen auf der Gesamtformatfläche des Druckbogens 51 ausgewählt werden, auf denen überwiegend die Teilfarbe Schwarz vertreten ist. Dies können dunkelgraue Rasterflächen sein, sog. technische Rasterfonds in Tabellen, Textstellen (schwarze Bildstelle 82 in Fig. 10) oder ähnliche Flächen. Bei letzteren ist aber für die Meßfeldblende des Farbmeßgerätes eine Mindestgröße von ca. 10 x 10 mm vorzusehen, da nur so zu vermeiden ist, daß sich kleine Positionierungsfehler gravierend im Meßergebnis auswirken. Die Mittelwertbildung wird über die bunten und über die überwiegend oder ausschließlich schwarzen Bildstellen getrennt durchgeführt, wobei bei letzteren nur die Helligkeits-Koordinate benötigt wird. Als Ergebnis liegen z.B. die gemittelten Koordinaten  $U^*$ ,  $V^*$  und  $W^*$  im CIE-UCS-1964-System für die bunten Bildstellen 81 und  $W_B^*$  für die überwiegend schwarzen Bildstellen 82 vor. Nach Bildung der Differenzen "Istmeßwert minus Sollmeßwert" wird die so ermittelte Helligkeitsabweichung der schwarzen Bildstellen, z.B.  $\Delta W_B^*$ , direkt und nach dem Stand der Technik zur Steuerung bzw. Regelung der Farbgebung der Teilfarbe Schwarz verwendet. Die durch farbmimetrische Differenzwerte ausgedrückte Regelabweichung der bunten Bildstellen wird auf erfindungsgemäße Weise als Summe eines nur helligkeitswirksamen Grauteils und eines höchstens zwei bunte Teilfarben betreffenden Farbanteils dargestellt. Die Anteile werden dann getrennt angesteuert oder -geregelt.

Im folgenden wird das Verfahren am Beispiel des CIE-UCS-1964-Systems für eine Schattenton-Balance-Farbfläche demonstriert. Die gemessenen farbmimetrischen Differenzwerte seien  $\Delta U^*$ ,  $\Delta V^*$  und  $\Delta W_1^*$  für die bunten Bildstellen und  $\Delta W_B^*$  für die schwarzen Bildstellen. Um den Einfluß der Veränderungen der Farbgebung der Teilfarbe Schwarz auf die Helligkeit einer Schattenton-Balance-Farbfläche abzutrennen, wird der Ansatz

$$\Delta W^* = \Delta W_1^* - k \cdot \Delta W_B^* \quad (15)$$

gemacht. Der Koeffizient  $k$  richtet sich nach dem reproduktionsphotographischen Bildaufbau. Er ist klein, wenn keine Unterfarbenreduktion und keine Grauteilsreduktion (auch Unbuntaufbau oder Komplementärfarbenverminderung genannt) stattgefunden hat;  $k$  liegt nahe 1 bei vollständigem Ersatz der sich zu Grau addierenden Bildbestandteile an bunten Teilfarben durch die Teilfarbe Schwarz. Der jeweils zutreffende Wert kann durch Druckversuche mit den betreffenden Reproduktionsarten ermittelt werden.

Im  $\Delta U^*$ - $\Delta V^*$ -Diagramm Fig. 12 ist der aus den gemessenen farbmimetrischen Differenzwerten  $\Delta U^*$  und  $\Delta V^*$  konstruierte Punkt P markiert. Ebenfalls im Diagramm eingetragen sind die Richtungen der vollgesättigten bunten Teilfarben, hier Cyan, Magenta und Gelb aus DIN 16 539 und in diese Richtungen zeigende Einheitsvektoren

$$\vec{1}_C, \vec{1}_M, \vec{1}_Y.$$

Diese lassen sich als Linearkombination der Einheitsvektoren  $\vec{1}_U$  und  $\vec{1}_V$  in den Richtungen  $U^*$  und  $V^*$  wie folgt darstellen:

$$\begin{aligned} \vec{1}_C &= -0,73 \cdot \vec{1}_U - 0,68 \cdot \vec{1}_V \\ \vec{1}_M &= 0,99 \cdot \vec{1}_U - 0,11 \cdot \vec{1}_V \\ \vec{1}_Y &= 0,26 \cdot \vec{1}_U + 0,97 \cdot \vec{1}_V \end{aligned} \quad (16)$$

Die Regelabweichung vom Ausgangspunkt O wird durch den Summenvektor OP ausgedrückt. Dieser kann erfindungsgemäß als Summe zweier regeltechnisch verschieden zu behandelnder Anteile ausgedrückt werden:

$$\vec{OP} = g(\vec{1}_C + \mu \vec{1}_M + \nu \vec{1}_Y) + a_C \cdot \vec{1}_C + a_M \cdot \vec{1}_M + a_Y \cdot \vec{1}_Y, \quad (17)$$

wobei  $g$  eine noch festzulegende Zahl ist, der Klammerausdruck bezeichnet eine den Nullvektor ergebende Linearkombination der Einheitsvektoren  $\vec{1}_C$ ,  $\vec{1}_M$  und  $\vec{1}_Y$  mit positiven Faktoren  $\mu$  und  $\nu$ .

Die Koeffizienten  $a_C$ ,  $a_M$  und  $a_Y$  werden so gewählt, daß einer von ihnen Null ist; die restlichen beiden liegen dann fest.

Der Klammerausdruck in Gleichung (17) bezeichnet den nur helligkeitswirksamen Grauanteil; es verbleibt der aus höchstens zwei Farben dargestellte Farbanteil. Welche zwei Farben zur Darstellung (und Ausregelung) des Farbanteils verwendet werden und welcher Faktor  $g$  gewählt wird, kann nach einem der oben aufgezählten Kriterien entschieden werden. Eine bevorzugte Wahl ist diejenige, bei welcher das vierte dort genannte Kriterium erfüllt ist. Zusätzlich sollte die aus den beiden so festgelegten Anteilen berechnete Helligkeitsänderung jener Änderung  $\Delta W^*$  entsprechen, welche für die bunten Bildstellen nach Abzug des Schwarzanteils  $k \cdot \Delta W_B^*$  verblieb. Die Berechnung der Helligkeitsveränderung für die Anteile erfordert einen einmaligen Druckversuch, bei dem die Farbgebung der Teilfarben Cyan, Magenta und Gelb jeweils einzeln um die farbmetrisch zu ermittelnden Inkremente  $b_C \vec{1}_C$ ,  $b_M \vec{1}_M$  oder  $b_Y \vec{1}_Y$  erhöht wird, woraus sich Abnahmen der Helligkeit um  $\Delta W_C^*$ ,  $\Delta W_M^*$  oder  $\Delta W_Y^*$  ergeben. Die Berechnung der Helligkeitsveränderung kann jetzt nach der Formel

$$\Delta W^* = - \frac{\Delta W_C}{b_C} a_C - \frac{\Delta W_M}{b_M} a_M - \frac{\Delta W_Y}{b_Y} a_Y \quad (18)$$

erfolgen. Aus demselben Druckversuch kann entnommen werden, welche Veränderung der Stellgröße für die Farbgebung einer Teilfarbe dem zugehörigen Einheitsvektor im  $\Delta U^* - \Delta V^*$ -Diagramm entspricht. Hieraus ergeben sich durch Umkehrung die Veränderungen der Stellgröße, die zur getrennten Beseitigung der in zwei Anteile aufgeteilten Regelabweichung führen. Dasselbe gilt für die getrennt auszuführende Steuerung bzw. Regelung der Teilfarbe Schwarz. Es ist selbstverständlich, daß der vorstehend beschriebene Ist-Soll-Vergleich der Mittelwerte von mehreren Bildstellen und die darauf beruhende Regelung nicht nur einmal pro Exemplarseite, sondern auch an mehreren, vorzugsweise gemäß Fig. 10 zonenweise über die Maschinenbreite verteilten Bildstellen ausführbar ist. Ebenso ist nachvollziehbar, daß die farbmetrische Mittelung für die bunten Teilfarben an einfarbigen Kontrollfeldern Cyan, Magenta, Gelb oder an Balance-Kontrollfeldern und für Schwarz an schwarz gefärbten Kontrollfeldern ausführbar ist.

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", deren farbliche Erscheinung als entscheidend für die Gebrauchstauglichkeit des hergestellten Produkts oder als Gewähr für die richtige Farbwiedergabe eingeschätzt wird. Die zu beeinflussende Farbfläche muß bezüglich ihrer farbmetrischen Koordinaten Farbton und Sättigung sowie ihrer Flächendeckungsgrade 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) Schattenton-Balance-Farbfläche konstant bleiben würde. Damit wird erreicht, daß auch alle farbmetrisch nicht zu weit von der Grauachse entfernt liegenden Farbflächen (mit nicht geringerer Helligkeit) annähernd konstant bleiben. Der Vorteil bei der Auswahl solcher fiktiver zu beeinflussender Farbflächen ist, daß deren Parameter bequem aus einem Farbatlas entnehmbar sind, während die farbmetrischen Koordinaten und Flächendeckungsgrade von Farbflächen des Sujets im allgemeinen nicht genau genug bekannt sind. Fig. 13 zeigt den Signalverarbeitungsweg eines solchen 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.

- 5 Die Berechnung des Summenvektors  $\vec{OP}$  erfolgt in Einheit 8, wenn dort die Eingaben  $c$ : "Sollwerte der gesättigten, bunten Teilfarben" und "Sollfarbort und Flächendeckungsgrad der zu steuernden Farbfläche" aus Einheit 5 vorliegen. Der unzerlegte Summenvektor  $\vec{OP}$  und bevorzugterweise auch die Teilfarbvektoren, z.B.  $\vec{C}$ ,  $\vec{M}$ ,  $\vec{Y}$ , 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
- 10 zahlenmäßige bzw. verbale Ausgabe der Dichtewertdifferenzen der Teilfarben, z.B. Cyan, Magenta, Gelb, Schwarz, des Absolutbetrages des Summenvektors, z.B. in Einheiten  $\Delta E$  CIE-UCS-1964, sowie des Farbtons 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 Betrag des Summenvektors  $\vec{OP}$  eine festgelegte Größe überschreitet oder sich der Polarwinkel in einem als kritisch anzusehenden Bereich befindet, z.B. Grüntisch beim Druck von Hauttönen.

- 15 Durch Eingabe eines anderen Sollfarbortes und anderer Flächendeckungsgrade für die zu beeinflussende Farbfläche in Einheit 5 kann sich der Bediener auch über Größe und Richtung der Abweichung für diese Farbfläche orientieren. In der Einheit 10 erfolgt die Berechnung des nur helligkeitswirksamen Grauantteils und des höchstens zwei bunte Teilfarben betreffenden Farbanteils, wenn dort die Eingabeinformation  $d$  aus Einheit 5 über die Teilfarben des Farbanteils oder eines der genannten Auswahlkriterien vorliegt. Die Ausgabe der Steuerempfehlung in Dichtewerteinheiten, oder bereits umgerechnet auf die jeweilige Stellgröße (z.B. Farbschieberstellung, Duktstellung), wird von der Einheit 12 vorgenommen, indem getrennt nach "Farbstich" und "Helligkeit" die Werte für die bunten Teilfarben und Schwarz ausgegeben werden. Dies kann in alphanumerischer oder in graphischer Form auf der Ausgabeeinheit 11
- 20 erfolgen.

- 25 Der Bediener führt die ihm empfohlenen Steuerkorrekturen in der ihm günstig erscheinenden Reihenfolge aus. Werden nur densitometrische Steuerkorrekturen ausgegeben, so muß er die Umsetzung in Werte der zugehörigen Stellgröße für die Farbgebung aufgrund von Erfahrung vornehmen. Der Erfolg der ausgeführten Korrektur wird an einem weiteren gezogenen Istexemplar densitometrisch nachgeprüft, hieraus
- 30 ergeben sich neue Steuerempfehlungen usw.

## Beispiel 2

- 35 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 Produkten.

- Die Vorrichtung ist in Fig. 14 nach dem Muster von Fig. 13 in Form eines Signalfußdiagramms dargestellt. Die mechanischen, optischen und sonstigen elektronischen Bestandteile sind nicht dargestellt.
- 40 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
- 45 zonenweise über die Maschinenbreite verstellbarer Farbgebung werden vorzugsweise in jeder Farbzone die zugehörigen Dichtemeßwerte 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 farbmatischen Abweichungen gemäß den Eingaben  $c$  aus Einheit 5, wobei hier die jeweils zu beeinflussende Farbfläche eingebbar ist. Wie in Fig 13 werden der Summenvektor  $\vec{OP}$  und dessen Teilfarbvektoren in einer Ausgabeeinheit 11, ggf. für jede Farbzone und verschiedene zu beeinflussende Farbflächen getrennt, zahlenmäßig und/oder graphisch dargestellt. Ebenso ist ein Grenzwertmelder 9 vorgesehen, der bei Überschreitung vorher festgelegter Grenzen für Betrag oder Richtung der Abweichung warnt. In der Einheit 10 erfolgt die erfindungsgemäße Zerlegung der Gesamtabweichung in zwei Anteile
- 50 nach Maßgabe der Kriterieneingabe  $d$  aus Einheit 5. Daraus werden in der Einheit 12a Regelempfehlungen für die Stellglieder des Farbauftrags (z.B. Farbschieberöffnung, Duktortub) berechnet, wobei über die Eingabe  $e$  aus Einheit 5 gegebenenfalls verschiedene Regelfaktoren für den Grauanteil und den Farbanteil
- 55

sowie für die Teilfarbe Schwarz, ggf. für jede Zone verschieden, eingebbar sind. Regelfaktor wird hier der Umrechnungsfaktor zwischen Regelabweichung und Stellgrößenkorrektur genannt. Im Sinne der Erfindung bevorzugt ist eine Regelung, bei welcher der Regelfaktor des Farbanteils größer gewählt wird als jener des Graunteils.

- 5 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.

- 10 Während die bisher unter Beispiel 2 beschriebene Vorrichtung die farbliche Erscheinung der zu beeinflussenden Farbfläche mittels densitometrischer Messung an Testflächen regelbar macht, ist aus dieser Beschreibung auch sofort ableitbar, wie eine sinngemäß arbeitende Vorrichtung aufgebaut werden kann, die sich der Farbmessung bedient. Die farbmessungsmessung kann vorteilhaft an mehrfarbigen Kontrollfeldern und insbesondere an Balance-Kontrollfeldern durchgeführt werden oder auch direkt an einer oder an mehreren bunten, als Testflächen dienenden Bildstellen sowie getrennt an schwarzen Bildstellen
- 15 durchgeführt werden, über die dann zu mitteln ist. Der grundsätzliche Aufbau des Signallaufplans von Fig 14 bleibt erhalten, die wenigen Änderungen sind in Fig. 15 vermerkt. Die Berechnung der farbmessungsmessung Koordinaten aus den gemessenen Signalen erfolgt in Einheit 4, die farbmessungsmessung Differenzwerte werden in Einheit 6 gebildet. Die Einheit 8 berechnet die Daten zur alphanumerischen und/oder graphischen Ausgabe auf der Ausgabeeinheit 11, wenn zuvor über die Eingabe c aus Einheit 5 die Farbörter der voll gesättigten
- 20 Teilfarben und der Sollfarbort der zu beeinflussenden Farbfläche eingegeben sind. Ebenfalls in Einheit 8 erfolgt die Korrektur des an bunten Bildstellen bestimmten Helligkeitswertes mit der Änderung, die an den schwarzen Bildstellen bestimmt wurde. Auf der Ausgabeeinheit 11 erscheinen demnach nicht nur Betrag und Richtung des Summenvektors  $\vec{OP}$ , sondern auch die Veränderungen der Helligkeiten der bunten Bildstellen und der zur Kontrolle der Teilfarbe Schwarz dienenden Bildstellen. Die bereits beschriebene
- 25 Zerlegung des Summenvektors  $\vec{OP}$  in Anteile erfolgt in Einheit 10, wobei der Bedienende über die Eingabe d aus Einheit 5 die Kriterien für die Wahl der zwei Teilfarben des Farbanteils und für die Helligkeitsänderung vorgibt. Das weitere, regeltechnische Verfahren läuft ab wie bei Fig. 14 beschrieben.

### 30 Beispiel 3

- Es handelt sich um ein Filmbblatt (oder mehrere Filmbblätter), 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
- 35 Teilfarben bestehende sog. Druckkontrolleiste erzeugen. Diese ist bevorzugt so gestaltet, daß in jeder Druckzone, d.h. alle 30 bis 40 mm, ein Schattenton-Balance-Kontrollfeld 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
- 40 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. 16a und 16B 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 nach obiger Definition.

- Bei der Anordnung gemäß Fig. 16a ist in jeder Zone, hier mit 30 mm angenommen, ein als
- 45 Schattenton-Balance ausgebildetes Kontrollfeld 21 von 5x5 mm<sup>2</sup> 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 80% Flächendeckungsgrad. Letzteres macht die Farbgebung von Schwarz kontrollierbar, die Messung der Farbgebung der bunten Teilfarben geschieht in den Kontrollfeldern 21 und
- 50 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.

- 55 Bei der Anordnung gemäß Fig. 16b 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 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. 16a und Fig. 16b 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.

- 5 Die vorstehend beschriebenen Vorrichtungen eignen sich nicht nur 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 (12) angegebene rechnerische Größe verwendet wird.

10

## Ansprüche

1. Verfahren zur Beeinflussung der farblichen Erscheinung einer aus mindestens drei bunten Teilfarben  
15 aufgebauten Farbfläche 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 der bunten Teilfarben vorrangig bei höchstens zwei bunten Teilfarben in Abhängigkeit vom Farbanteil eines Summenvektors erfolgt, der ausgehend von den Dichtewertdifferenzen der bunten Teilfarben und bezogen auf die  
20 hinsichtlich ihrer farblichen Erscheinung zu beeinflussende Farbfläche in einem empfindungsgemäß gleichabständig abgestuften Farbenraum ermittelt und in einen nur helligkeitswirksamen Grauanteil sowie einen höchstens zwei bunte Teilfarben betreffenden Farbanteil zerlegt wird.

2. Verfahren zur Beeinflussung der farblichen Erscheinung einer aus mindestens drei bunten Teilfarben  
25 aufgebauten Farbfläche bei einem Druckvorgang aufgrund von farbmétrischen Messungen in wenigstens einer Testfläche, wobei die Differenzen zwischen den farbmétrischen Istmeßwerten und vorgegebenen Sollmeßwerten ermittelt, in einem empfindungsgemäß gleichabständig abgestuften Farbenraum dargestellt und zur Beeinflussung der Farbgebung der Teilfarben verwendet werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Beeinflussung der Farbgebung der bunten Teilfarben vorrangig bei höchstens zwei bunten Teilfarben in  
30 Abhängigkeit vom Farbanteil eines Summenvektors erfolgt, der ausgehend von den farbmétrischen Differenzwerten im Farbenraum ermittelt und in einen nur helligkeitswirksamen Grauanteil sowie einen höchstens zwei bunte Teilfarben betreffenden Farbanteil zerlegt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Summenvektor durch Addition von den bunten Teilfarben zugeordneten Teilfarbvektoren gebildet wird, deren Absolutbetrag und deren Richtung  
35 mittels wenigstens eines Versuchslaufes so bestimmt werden, daß der Summenvektor in einer Ebene gleicher Helligkeit möglichst genau jenem Vektor entspricht, der vom Farbort der zu den Sollmeßwerten gehörenden Farbfläche zum Farbort der zu den Istmeßwerten gehörenden Farbfläche zeigt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Absolutbetrag der Teilfarbvektoren als Produkt

- 40 a) des Flächendeckungsgrades der jeweiligen Teilfarbe in der zu beeinflussenden Farbfläche und  
b) eines Eichfaktors (f) bestimmt wird, der sich näherungsweise ermittelt als

$$f = 80 \times D^{-1,1},$$

wobei D das Mittel der in den Testflächen gemessenen Sollfarbdichten der bunten Teilfarben ist.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Richtung der Teilfarbvektoren jeweils  
45 annähernd der Richtung entspricht, die vom Farbort der zu den Sollmeßwerten gehörenden Farbfläche zum Farbort der zugehörigen voll gesättigten Teilfarbe zeigt.

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zerlegung des Summenvektors in Grauanteil und Farbanteil so erfolgt, daß die Summe der Absolutbeträge der zu den zwei bunten Teilfarben gehörenden Teilfarbkomponenten des Farbanteils minimal wird (Gleichung 9).

- 50 7. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zerlegung des Summenvektors in Grauanteil und Farbanteil so erfolgt, daß die Summe der Absolutbeträge der Teilfarbkomponenten des Farbanteils und des Grauantails minimal wird (Gleichung 10).

8. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zerlegung des Summenvektors in Grauanteil und Farbanteil so erfolgt, daß der dem Grauanteil zugeordnete Helligkeitsunterschied minimal  
55 wird (Gleichungen 2 und 11).

9. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zerlegung des Summenvektors in Grauanteil und Farbanteil so erfolgt, daß der Farbanteil durch die beiden Teilfarbvektoren ausgedrückt wird, deren positive bzw. negative Richtungen den Summenvektor flankierend einschließen.

10. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Testflächen durch Kontrollfelder gebildet werden, die jeweils nur eine einzige Teilfarbe enthalten.

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

5 12. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Testflächen Kontrollfelder vorgesehen sind, die drei bunte Teilfarben enthalten, sowie Kontrollfelder, die hauptsächlich Schwarz enthalten.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontrollfelder als Balance-Kontrollfelder ausgebildet sind, wobei die Flächendeckungsgrade der bunten Teilfarben so ab gestuft sind, daß sich eine neutralgraue farbliche Erscheinung ergibt.

14. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Testfläche durch einen Teil des zu druckenden Sujets gebildet wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß in mehreren Testflächen gemessen wird und die hierbei gewonnenen Meßwerte gemittelt werden.

16. Verfahren nach Anspruch 15, bei dem die Farbgebung über das Format zonenweise beeinflussbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils die Meßwerte der in einer Zone befindlichen Testflächen gemittelt werden.

17. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, enthaltend

a) wenigstens ein densitometrisches Meßgerät zur Ermittlung der densitometrischen Meßwerte,

20 b) eine Einrichtung zur Bestimmung der Dichtewertdifferenzen zwischen den densitometrischen Istmeßwerten und vorgegebenen Sollmeßwerten,

gekennzeichnet durch folgende weitere Bauelemente:

c) eine Einrichtung zur Ermittlung des Summenvektors ausgehend von den Dichtewertdifferenzen der bunten Teilfarben,

25 d) eine Einrichtung zur Zerlegung des Summenvektors in Grauanteil und Farbanteil,

e) eine Einrichtung zur Bestimmung der für die Beeinflussung der Farbgebung vorrangig zu verwendenden Teilfarben.

18. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 2, enthaltend

a) wenigstens ein farbmétrisches Meßgerät zur Ermittlung der farbmétrischen Meßwerte,

30 b) eine Einrichtung zur Bestimmung der Differenzen zwischen den farbmétrischen Istmeßwerten und vorgegebenen Sollmeßwerten,

gekennzeichnet durch folgende weitere Bauelemente:

c) eine Einrichtung zur Ermittlung des Summenvektors ausgehend von den ermittelten Differenzwerten,

d) eine Einrichtung zur Zerlegung des Summenvektors in Grauanteil und Farbanteil,

35 e) eine Einrichtung zur Bestimmung der für die Beeinflussung der Farbgebung vorrangig zu verwendenden Teilfarben.

40

45

50

55

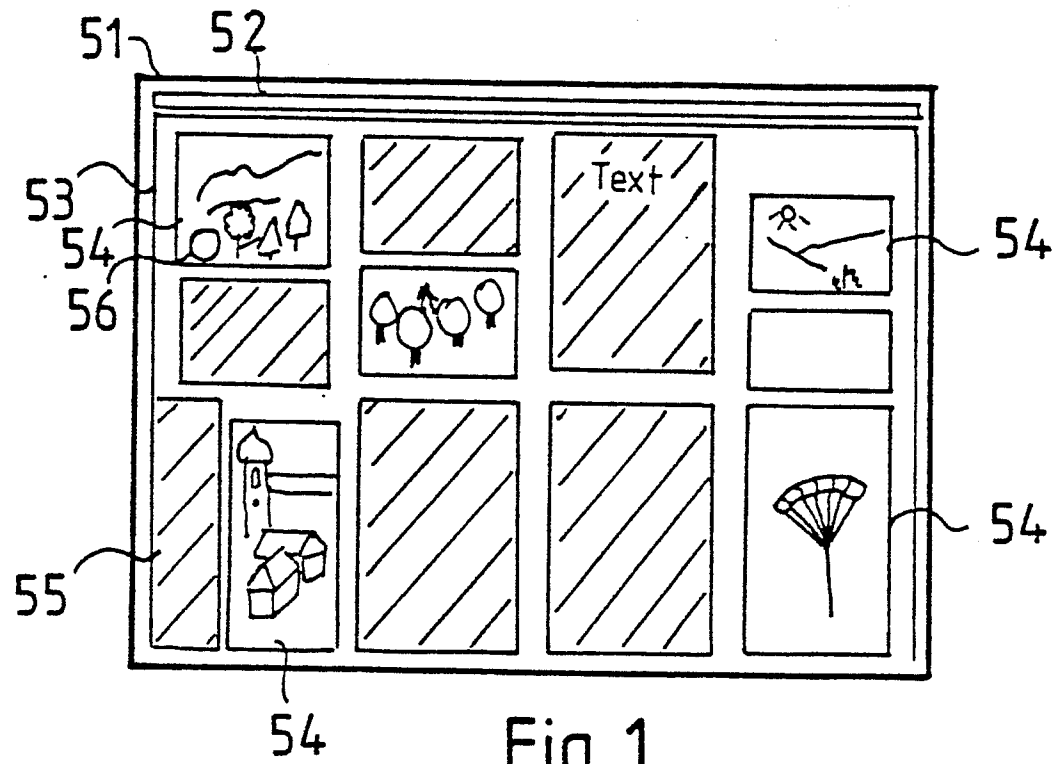


Fig. 1

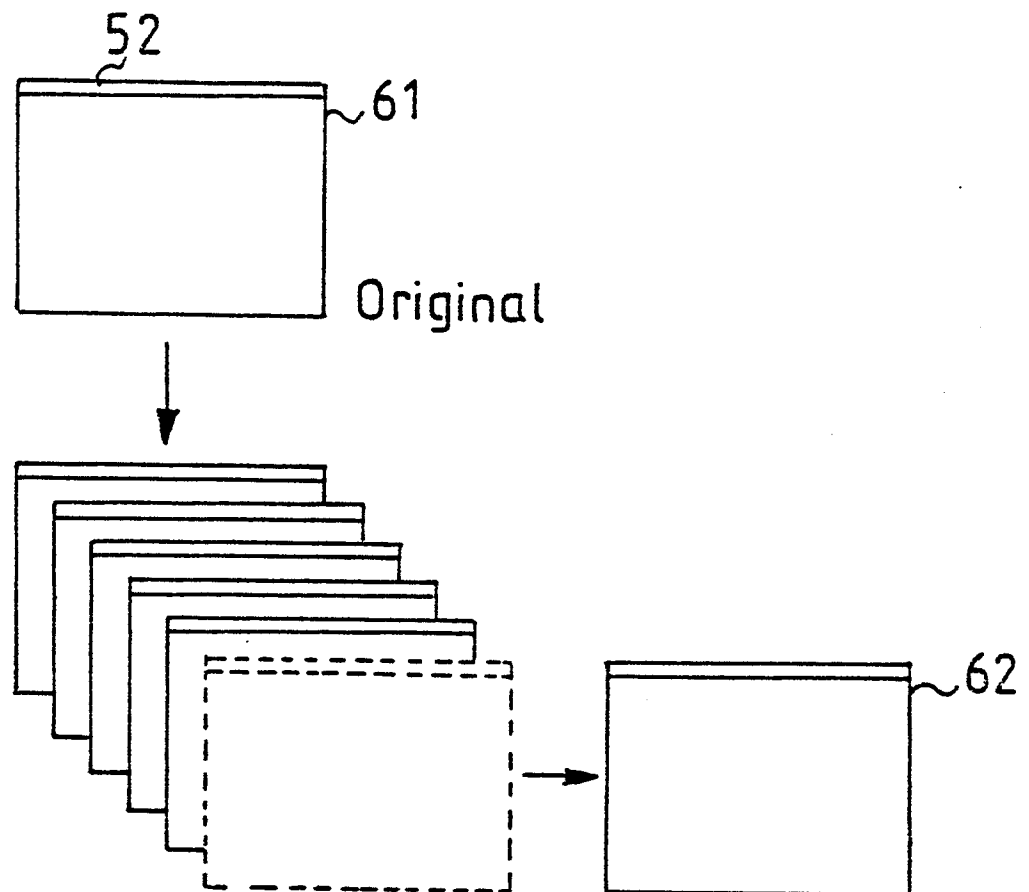


Fig. 2

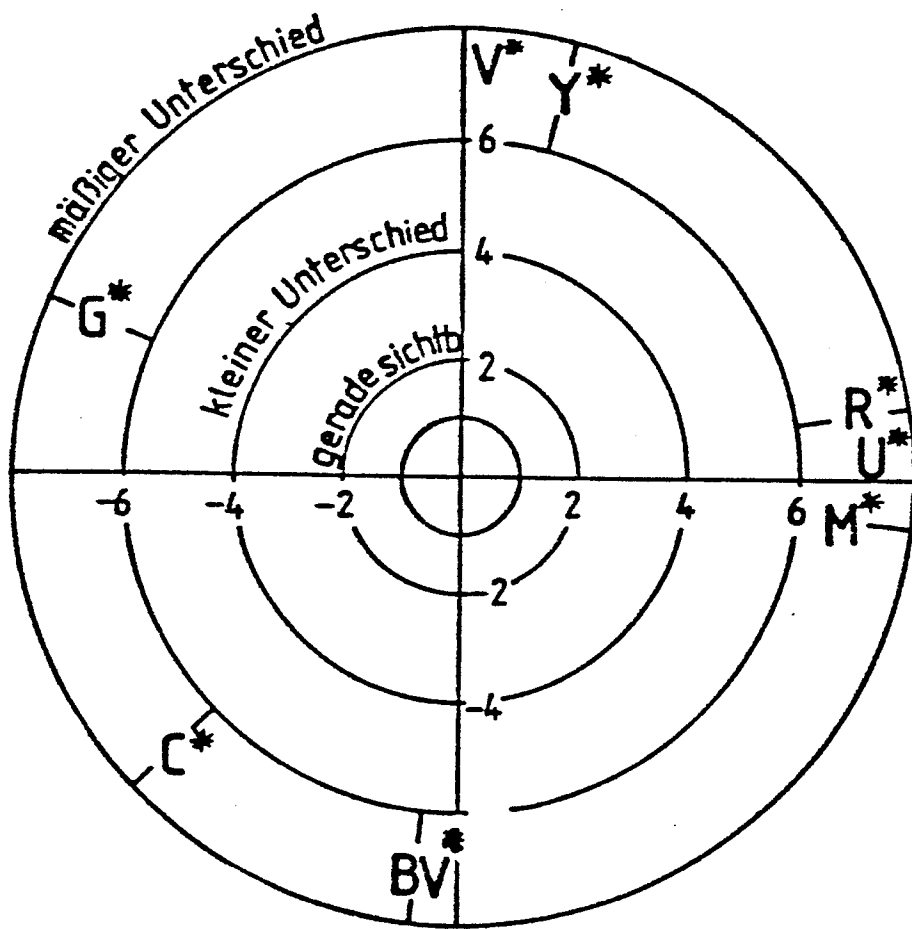


Fig. 3

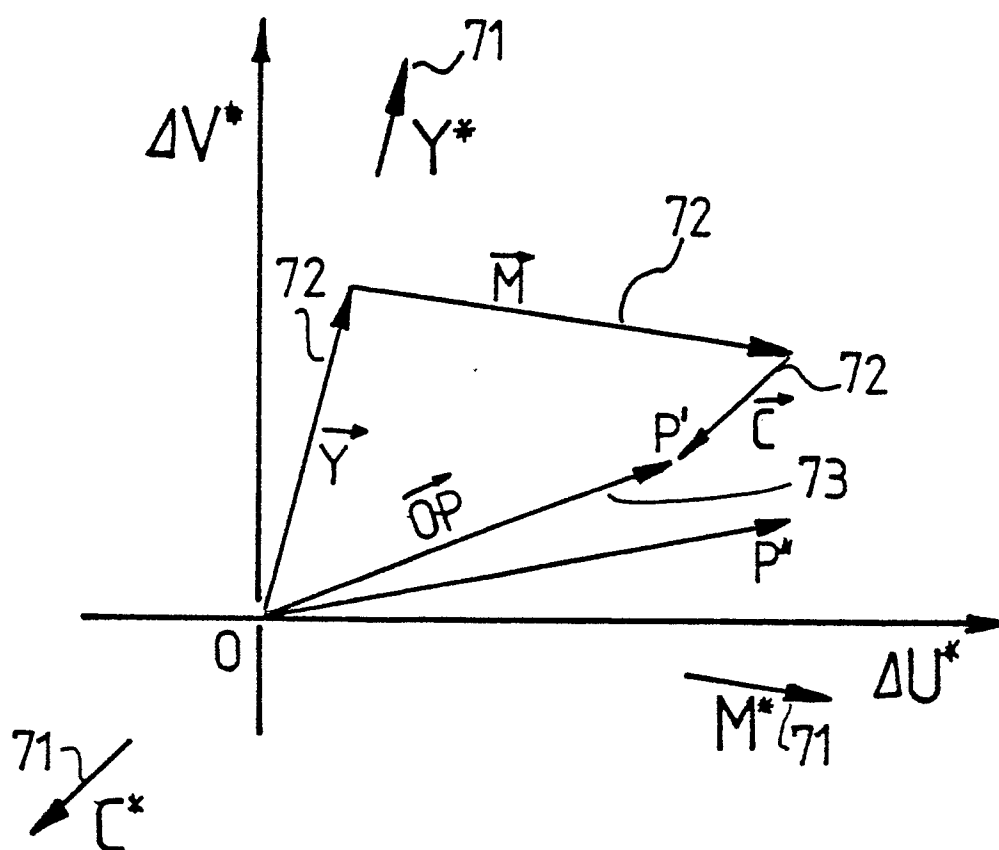


Fig. 4

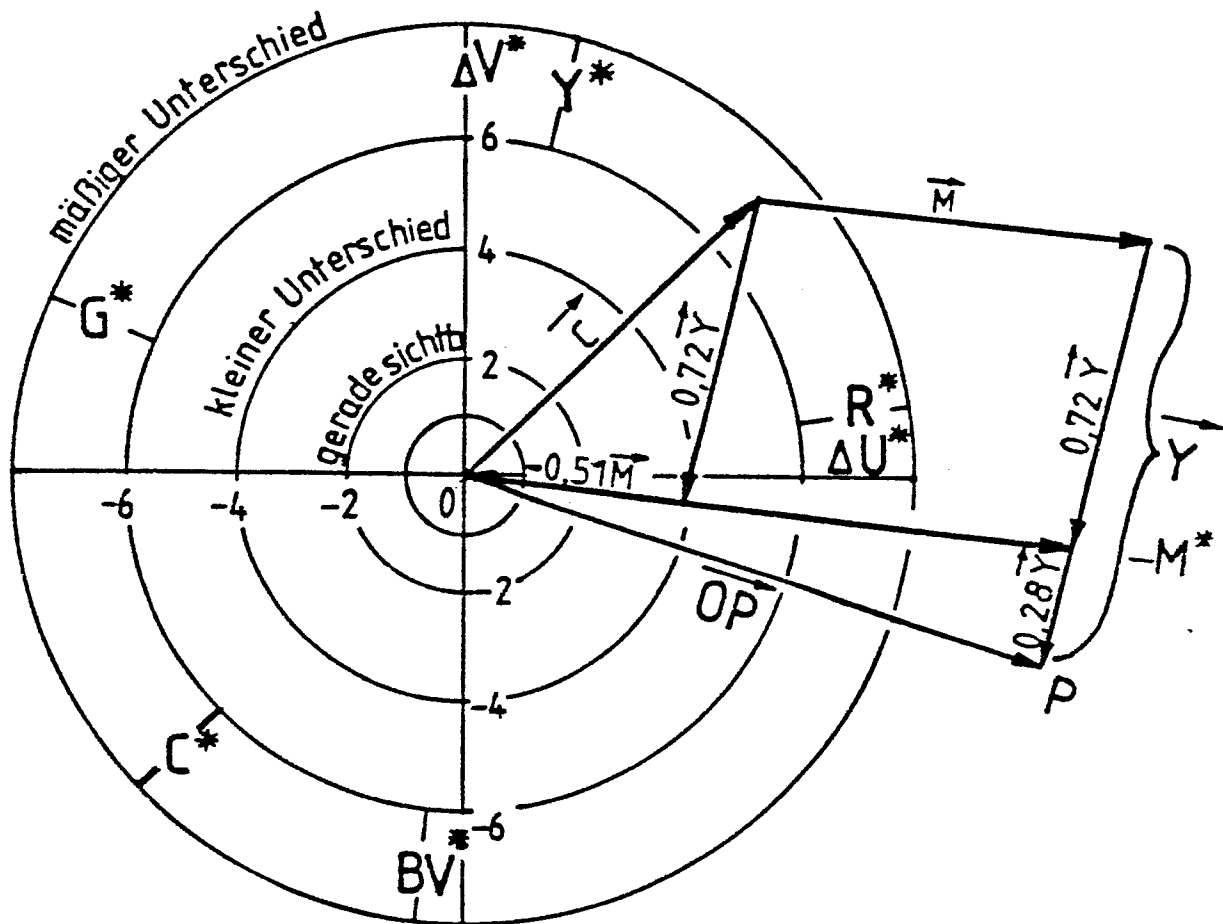


Fig. 5

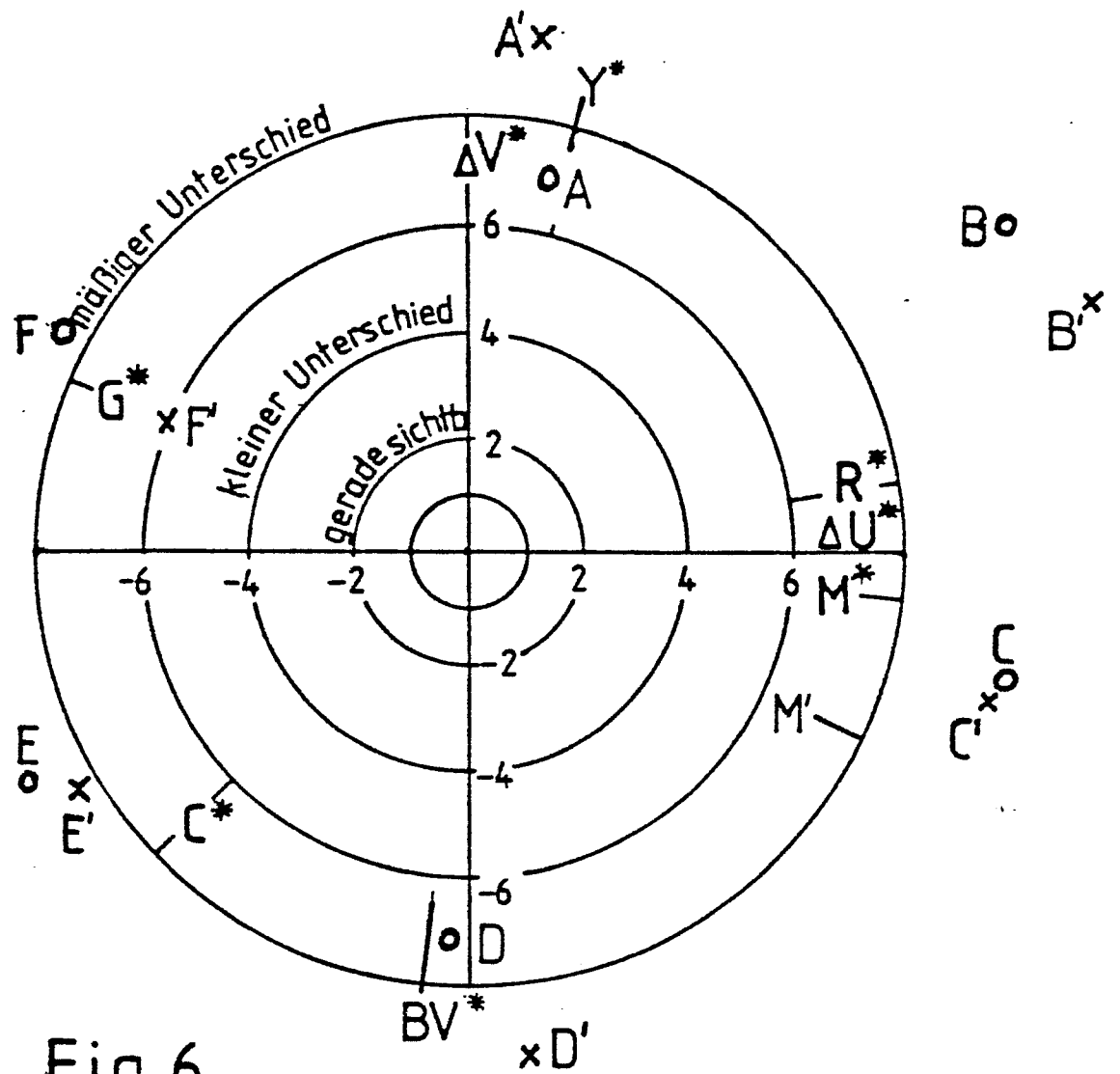


Fig. 6

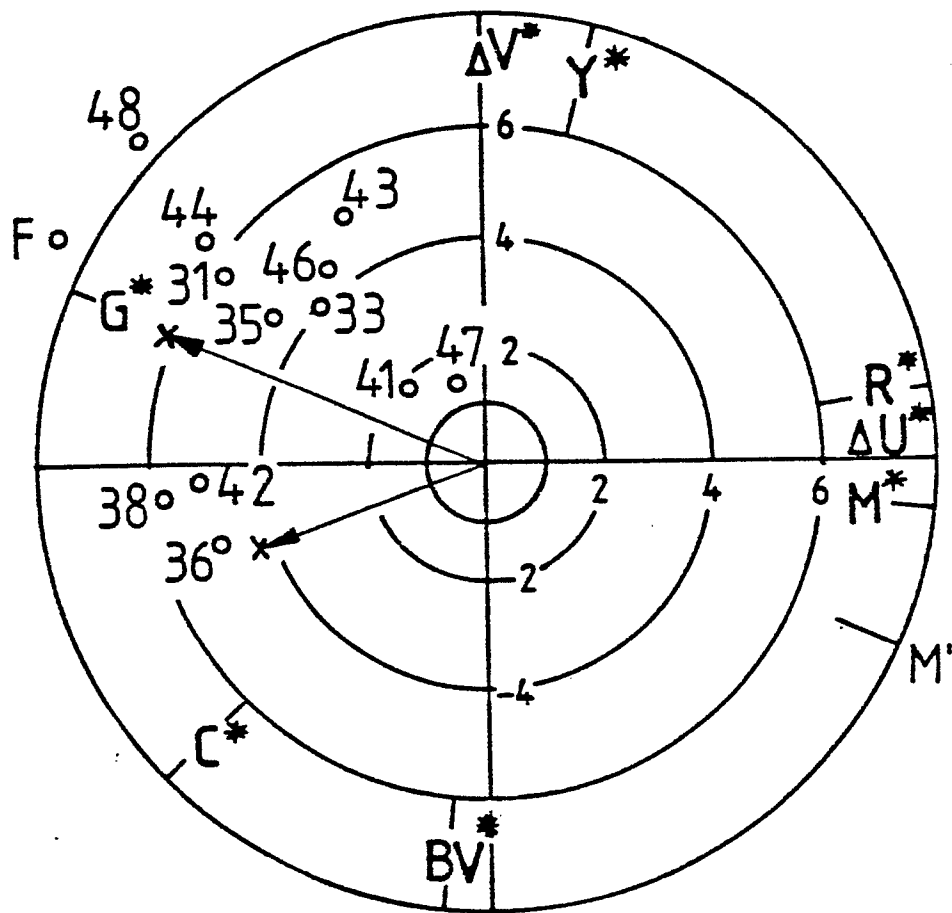


Fig. 7

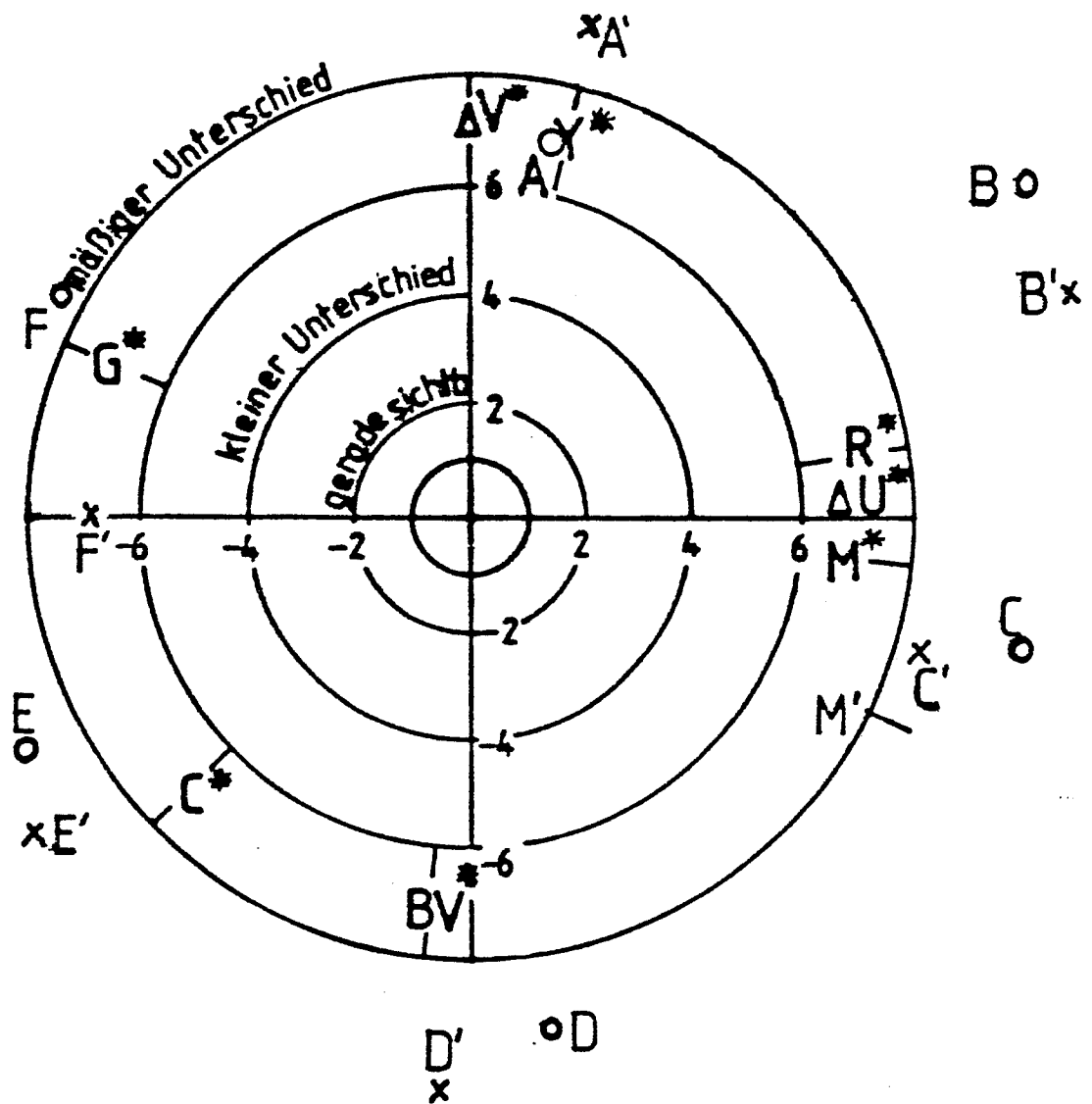


Fig. 8

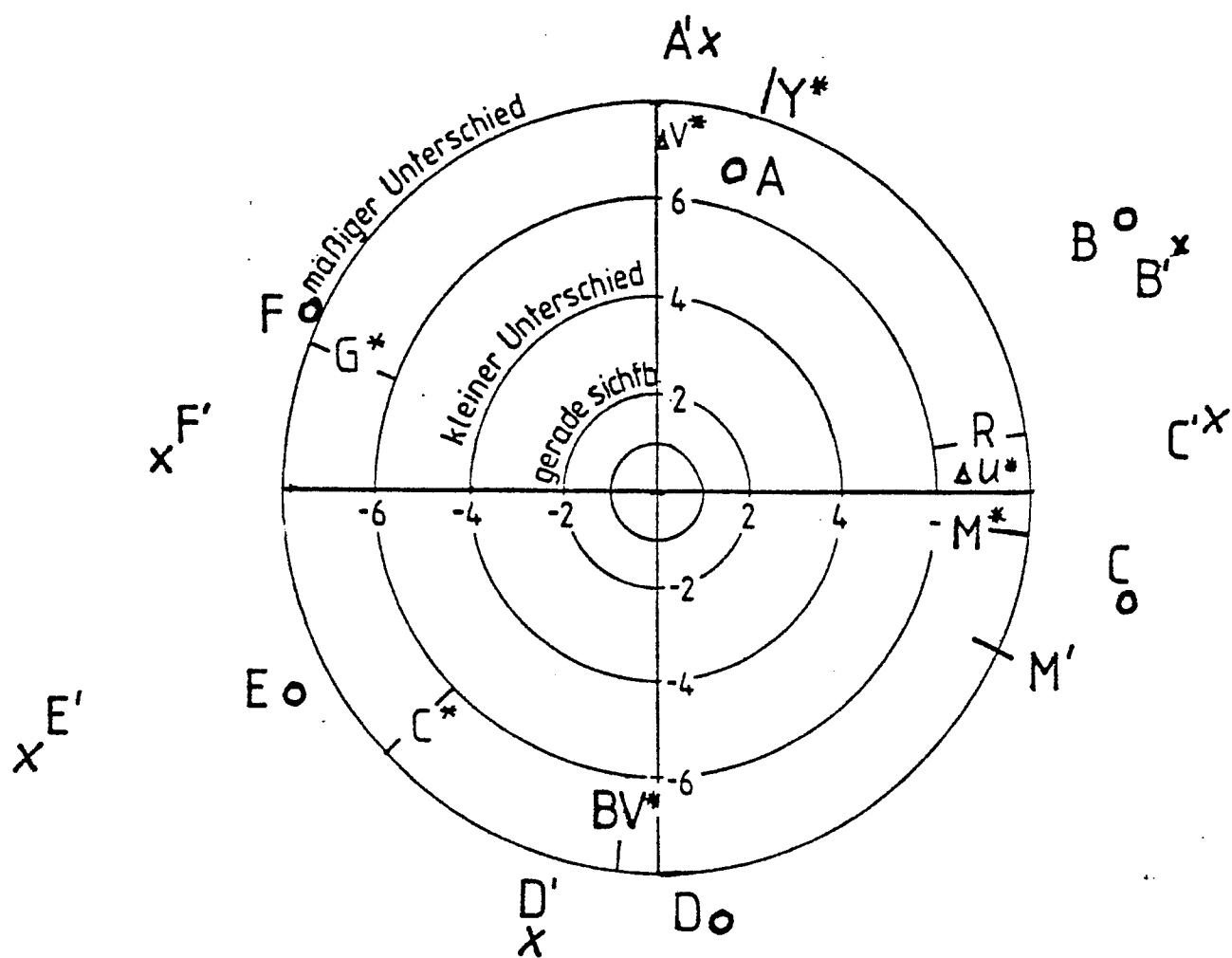


Fig. 9

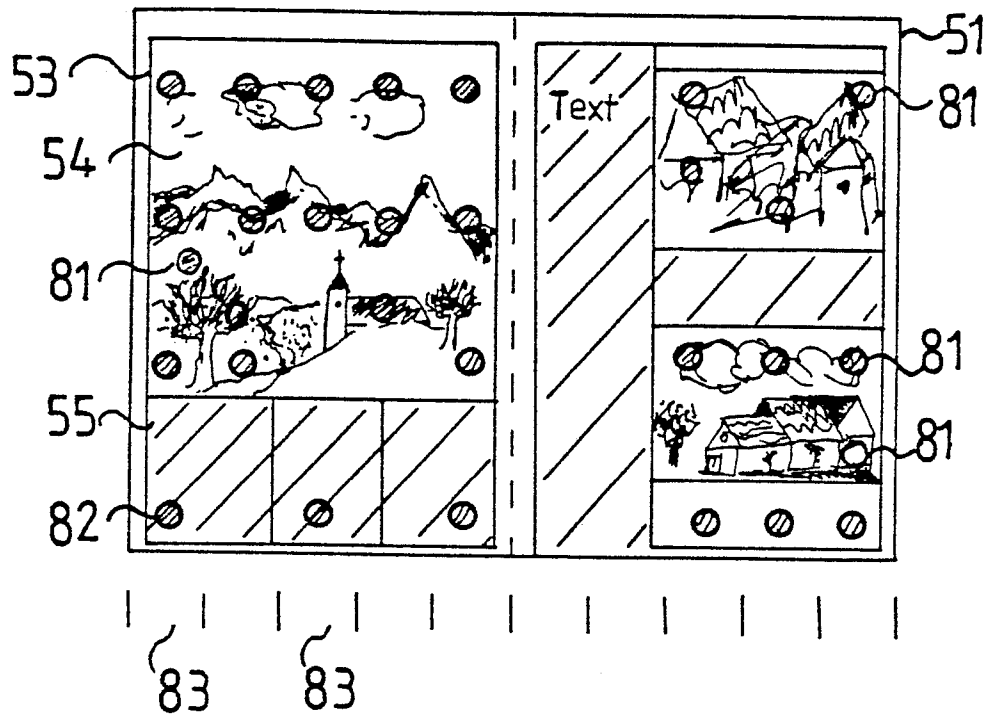


Fig.10

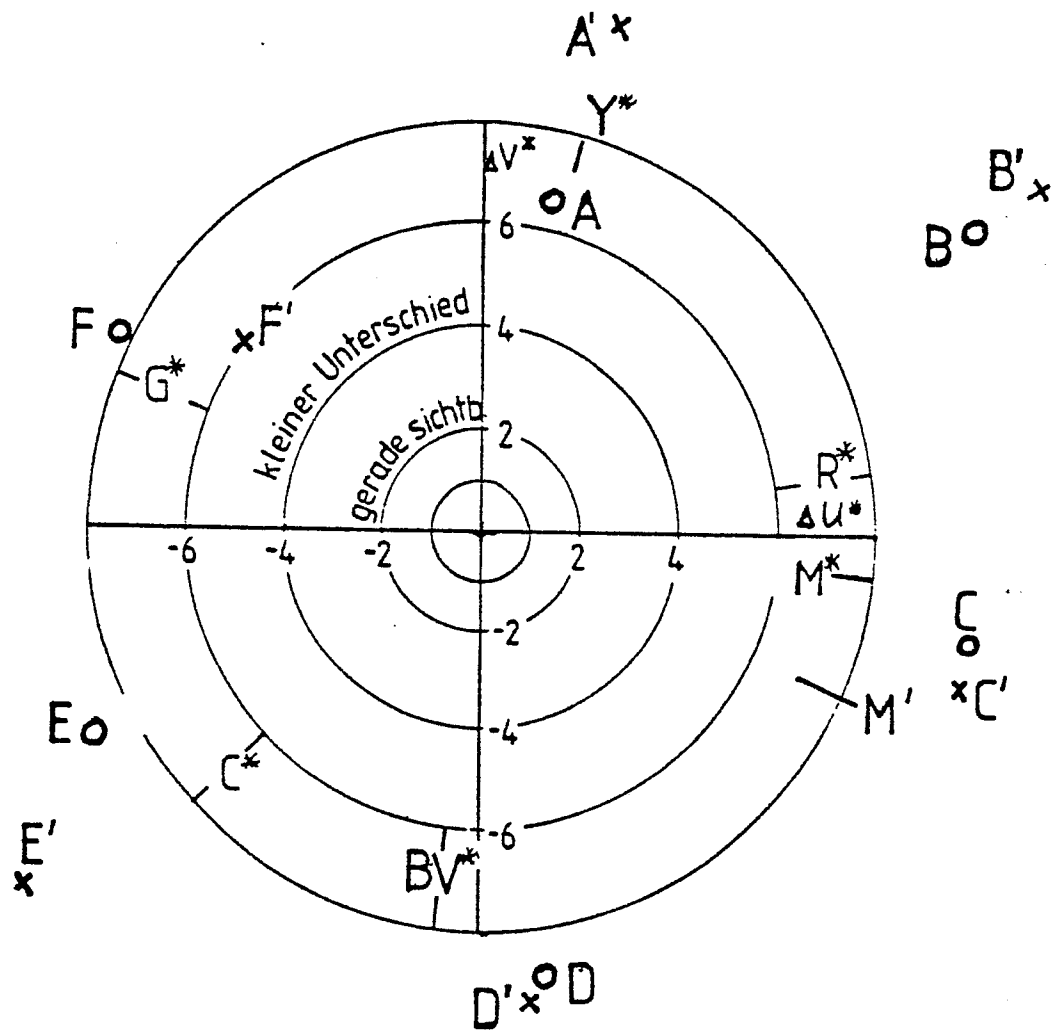


Fig. 11

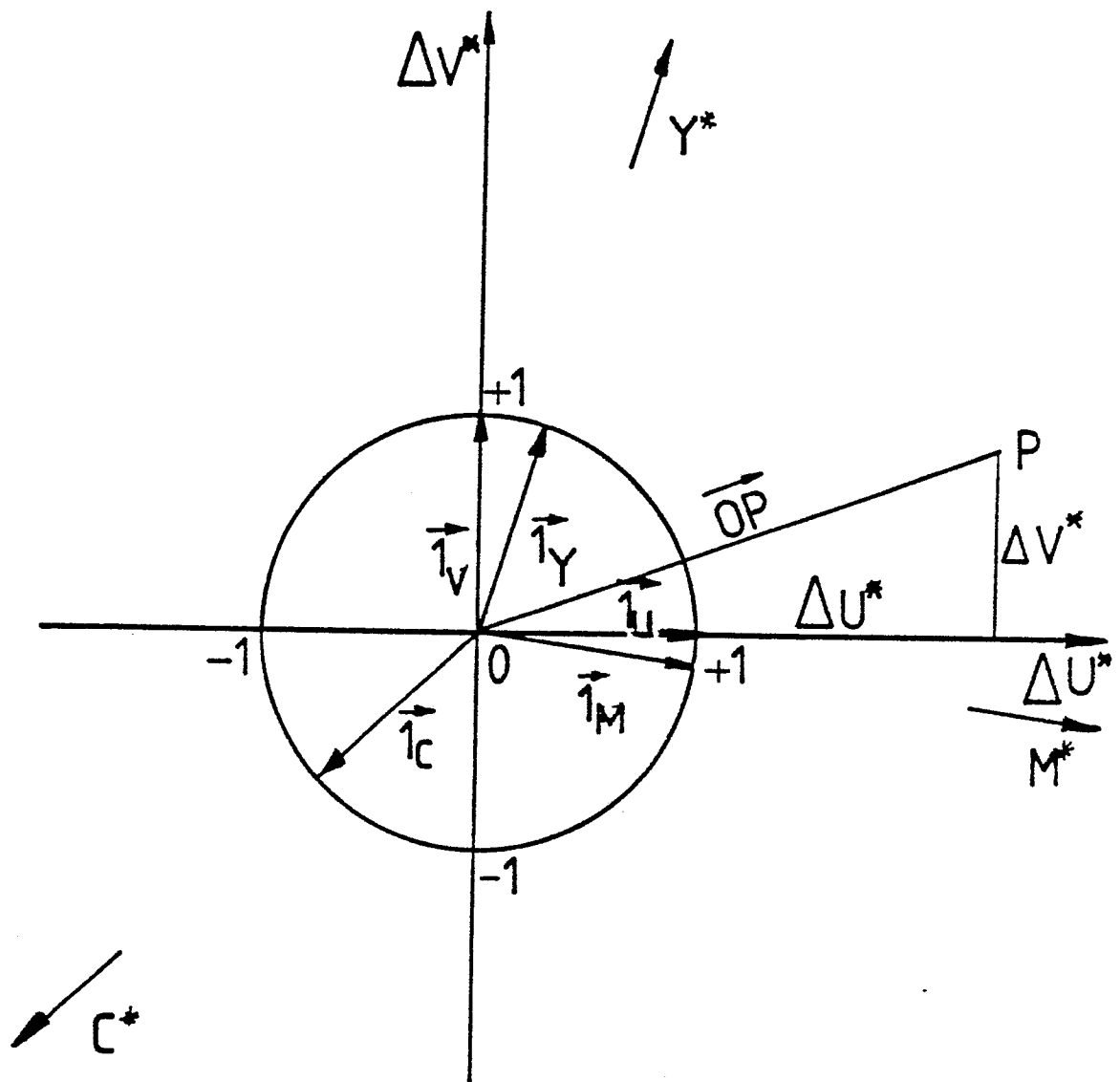


Fig.12

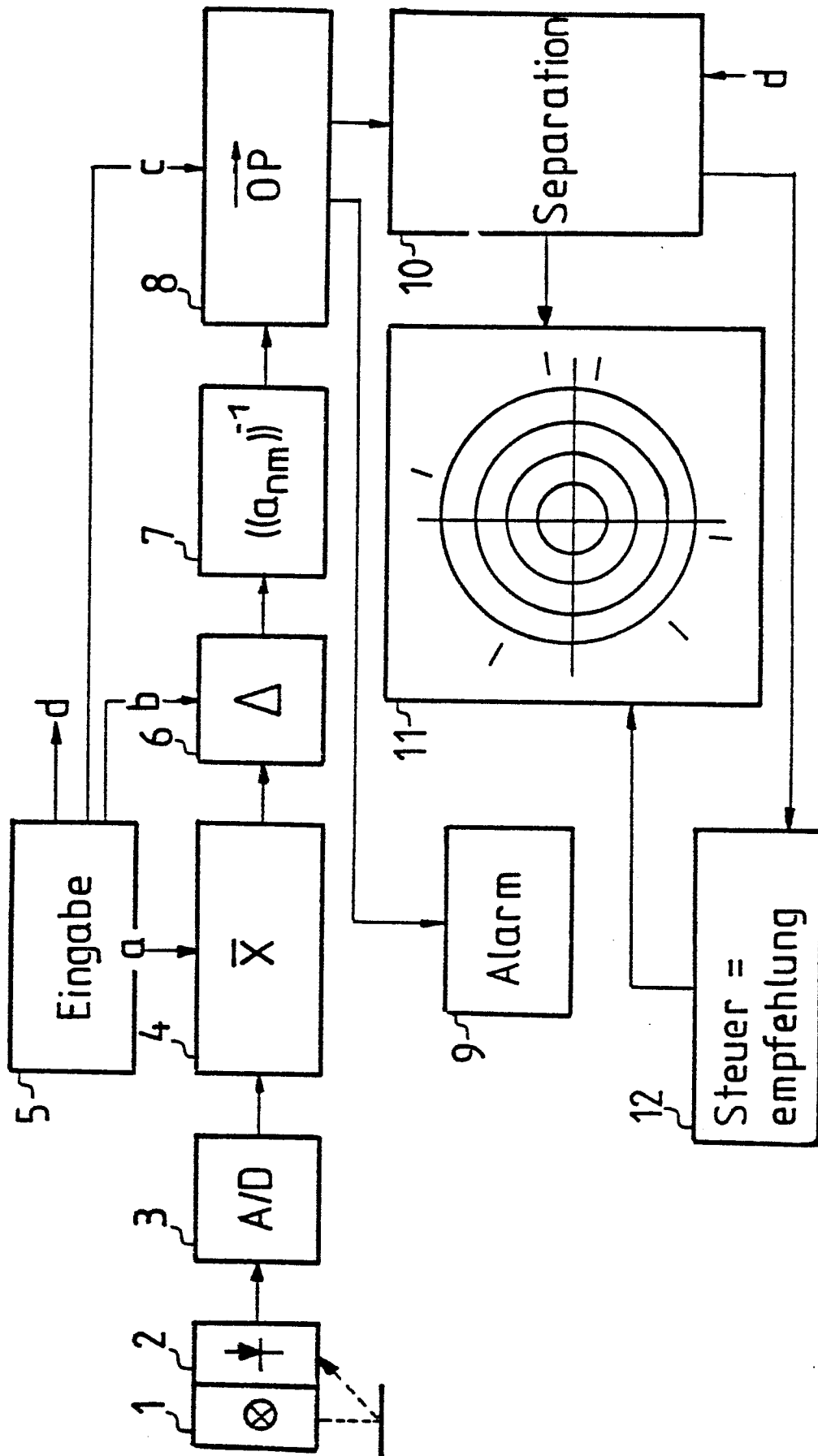


Fig.13

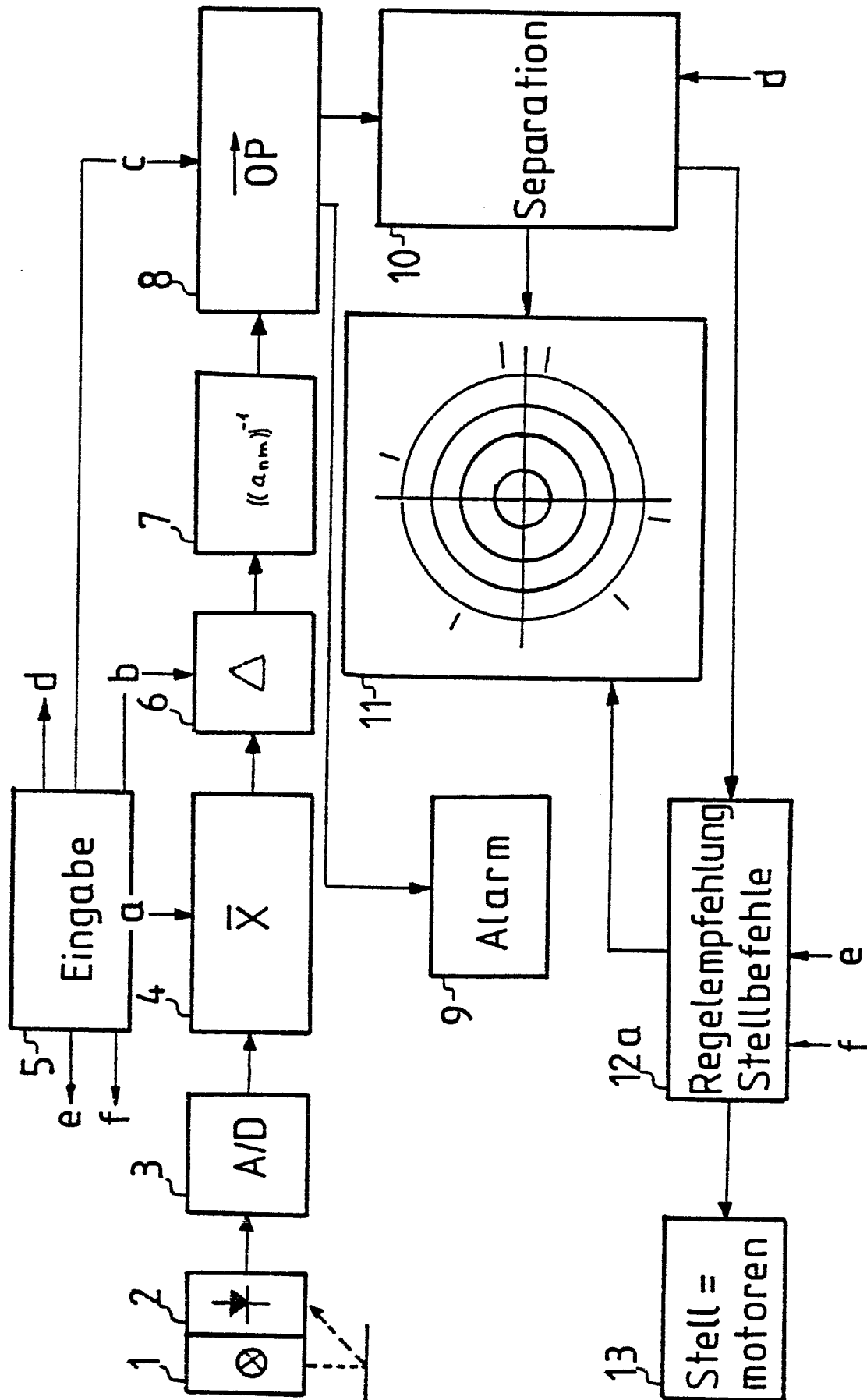


Fig. 14

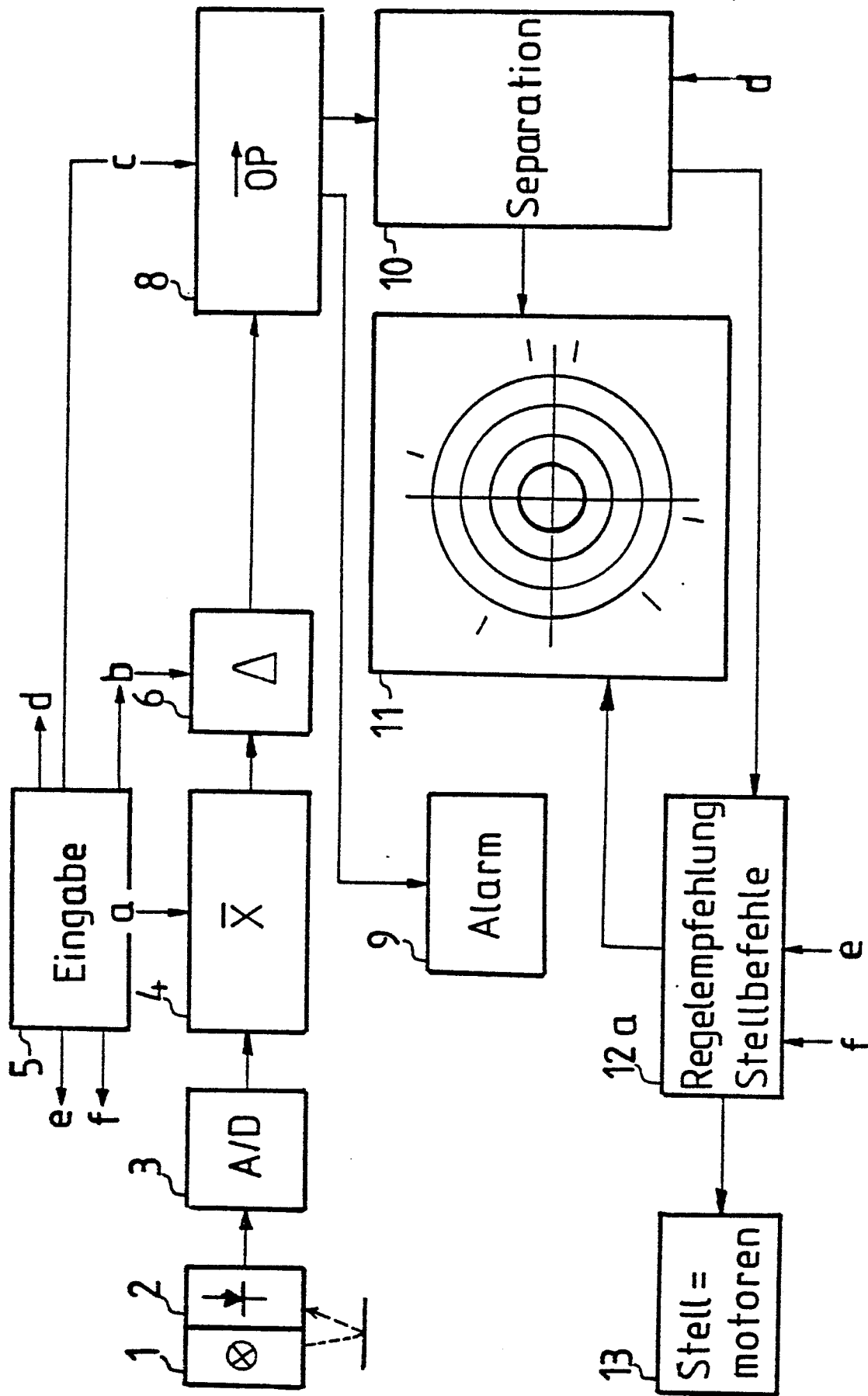


Fig.15

