



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 651 403 A5

⑤① Int. Cl.4: G 03 C 5/02
G 03 B 27/80

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 9381/80

㉔ Anmeldungsdatum: 19.12.1980

㉔ Patent erteilt: 13.09.1985

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 13.09.1985

㉔ Inhaber:
Dr. Walter Grossmann, Russikon

㉔ Erfinder:
Grossmann, Walter, Dr., Russikon

㉔ Vertreter:
Scheidegger, Zwicky & Co., Zürich

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zum Belichten von Aufzeichnungsmaterial bei der Herstellung photographischer Farbkopien.**

⑤⑦ Die Vorrichtung weist eine im Aufbau herkömmliche automatische Belichtungseinrichtung (30) mit Farbkorrekturfiltern (12, 12') im Lampenhaus (11) und zusätzlich eine Farbfernseheinrichtung (32) für die visuelle Beurteilung jeder nach dem Belichten und Entwickeln zu erwartenden Kopie einer Farbaufnahme (5) auf.

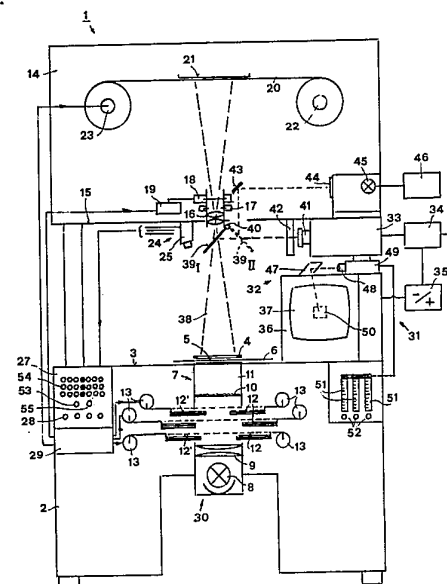
Zur Erzeugung des Farbfernsehbildes auf dem Monitorbildschirm (37) werden von einem Rechner aus gemessenen Farbdichtewerten der Farbaufnahme (5) Steuerungswerte für die Farbfernseheinrichtung (32) errechnet, mit denen das Farbfernsehbild eine Wiedergabe der auf dem Aufzeichnungsmaterial (20) zu erwartenden Kopie wird.

Wenn das Farbfernsehbild als gut beurteilt wird, erfolgt die Belichtung mit errechneten Kopier-Belichtungswerten.

Ein mangelhaftes Farbfernsehbild wird mit geeichten Stellelementen (54) in Helligkeit und/oder Farbbalance korrigiert und vom Rechner (27) werden aufgrund der vorgenommenen Korrekturen korrigierte Kopier-Belichtungswerte errechnet, mit denen das Aufzeichnungsmaterial (20) belichtet wird.

Korrekturverstellungen brauchen daher nur bei den Farbaufnahmen vorgenommen werden, die mit der Belichtungseinrichtung (30) eine unbefriedigende Kopie er-

geben würden. Damit wird eine grosse Arbeitsleistung erzielt und Ausschusskopien werden weitgehendst ausgeschlossen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Belichten von für Grundfarben sensiblen photographischem Farb-Aufzeichnungsmaterial bei der Herstellung von Farbkopien photographischer Farbaufnahmen, wobei für jede zu kopierende Farbaufnahme automatisch aus den durch Messung ermittelten Farbdichtewerten optischer Grundfarbenauszüge der Farbaufnahme und zum Kopieren einer Eich-Farbaufnahme auf das Aufzeichnungsmaterial vorgegebenen Bezugs-Belichtungswerten Kopier-Belichtungswerte zum Einstellen einer steuerbaren Belichtungseinrichtung errechnet werden, dadurch gekennzeichnet, dass für eine zusätzliche Beurteilung von der zu kopierenden Farbaufnahme mit fernsehtechnischen Mitteln ein in Helligkeit und Farbbalance steuerbares Farbfernsehbild erzeugt wird und zum Steuern der fernsehtechnischen Mittel aus den ermittelten Farbdichtewerten der Farbaufnahme und vorgegebenen Eichwerten Steuerungswerte errechnet werden, durch die das erzeugte Farbfernsehbild eine getreue Wiedergabe der nach dem Entwickeln des mit den Kopier-Belichtungswerten belichteten Aufzeichnungsmaterials zu erwartenden Kopie der Farbaufnahme wird, und dass

a) bei einem in Helligkeit und Farbbalance befriedigenden Farbfernsehbild die Belichtungseinrichtung für den Belichtungsvorgang mit den errechneten Kopier-Belichtungswerten eingestellt wird und

b) bei einem unbefriedigenden Farbfernsehbild unter visueller Kontrolle die Steuerungswerte für die fernsehtechnischen Mittel soweit verändert werden, bis ein befriedigendes Farbfernsehbild entsteht und die Belichtungseinrichtung für den Belichtungsvorgang mit durch die veränderten Steuerungswerte korrigierten Kopier-Belichtungswerten eingestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl zum Belichten des Aufzeichnungsmaterials wie auch für die Erzeugung des Farbfernsehbildes die Farbabstimmung des die zu kopierende Farbaufnahme ausleuchtenden Lichtes mit einer in der Belichtungseinrichtung enthaltenen Lichtsteuereinrichtung vorgenommen wird, bei der die farbliche Zusammensetzung des ausleuchtenden Lichtes durch den Einstellungen der Lichtsteuereinrichtung zugeordnete Farbbalancewerte bestimmt ist, wobei mit der Lichtsteuereinrichtung für die Erzeugung des Farbfernsehbildes über Steuerungs-Farbbalancewerte eine erste Farbabstimmung und darauf für den Belichtungsvorgang durch Einstellen der Lichtsteuereinrichtung auf errechnete Kopier-Farbbalancewerte bzw. auf durch veränderte Steuerungs-Farbbalancewerte korrigierte Kopier-Farbbalancewerte eine zweite Farbabstimmung ausgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Helligkeit der Farbkopie durch die Belichtungszeit gesteuert und die Helligkeit des Farbfernsehbildes der zu kopierenden Farbaufnahme mit einer den fernsehtechnischen Mitteln zugeordneten optischen und/oder elektrischen Intensitäts-Steuereinrichtung vorgenommen wird, bei der die Helligkeit des Farbfernsehbildes durch den Einstellungen der Intensitäts-Steuereinrichtung(en) zugeordnete Steuerungs-Intensitätswerte bestimmt ist, und dass die Steuerung der Belichtungszeit mit einer in der Belichtungseinrichtung enthaltenen Zeitsteuerung vorgenommen wird, die für den Belichtungsvorgang auf eine errechnete Kopier-Belichtungszeit bzw. auf eine durch veränderte Steuerungs-Intensitätswerte korrigierte Kopier-Belichtungszeit eingestellt wird.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl bei den Kopier-Belichtungswerten wie bei den Steuerungswerten für die Erzeugung des Farbfernsehbildes der zu kopierenden Farbaufnahme eine Slope-Korrektur vorgenommen wird, die in separaten Rechenvorgängen für die Belichtung des Aufzeichnungsmate-

rials und für die Erzeugung des Farbfernsehbildes errechnet wird.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch

i) eine automatische Belichtungseinrichtung (30), die eine verstellbare Lichtsteuereinrichtung (12, 12', 13) zum Ausleuchten einer zu kopierenden Farbaufnahme (5) mit Licht von in Hauptspektralbereichen variabler farblicher Zusammensetzung, ein Objektiv (16) zum Abbilden der ausgeleuchteten Farbaufnahme (5) auf photographisches Farb-Aufzeichnungsmaterial (20), eine verstellbare Belichtungs-Steuereinrichtung (17, 18, 19) zum Exponieren des Aufzeichnungsmaterials (20) und eine photoelektrische Messeinrichtung (24) zur Erzeugung von elektrischen Farbdichte-Messwertsignalen für die Dichte optischer Grundfarbenauszüge der ausgeleuchteten Farbaufnahme (5) enthält,

ii) eine Kontrolleinrichtung (31) für die visuelle Beurteilung der zu kopierenden Farbaufnahme (5), mit einer in der Grundfarbenempfindlichkeit und Gradation dem Farbaufzeichnungsmaterial (20) angepassten Farbfernseheinrichtung (32), die eingerichtet ist, um von der ausgeleuchteten Farbaufnahme (5) ein der entwickelten Kopie auf dem Aufzeichnungsmaterial (20) entsprechendes, in der Intensität und Farbbalance durch von Hand betätigbare Stellelemente (54) veränderbares Farbfernsehbild auf einem Bildschirm (37) zu erzeugen,

iii) einen Rechner (27), der die Farbdichte-Messwertsignale von der photoelektrischen Messeinrichtung (24) und über die Stellelemente (54) Korrekturdaten empfängt und Zugriff zu aus der Herstellung einer Farbkopie von einer Eich-Farbaufnahme abgeleiteten Bezugs-Belichtungswerten sowie zu Eichwerten für die Farbfernseheinrichtung (32) hat und der eingerichtet ist, um daraus bei nicht betätigten Stellelementen (54) für die Belichtung des Aufzeichnungsmaterials (20) Kopier-Belichtungswerte und für die Farbfernseheinrichtung (32) Steuerungswerte zu errechnen, durch die das erzeugte Farbfernsehbild eine getreue Wiedergabe der mit den Kopier-Belichtungswerten zu erwartenden Kopie der Farbaufnahme (5) ist, und bei betätigten Stellelementen (54) entsprechend deren Einstellung korrigierte Kopier-Belichtungswerte zu errechnen, durch die die Kopie eine Wiedergabe des in Intensität und/oder Farbbalance veränderten Farbfernsehbildes wird, und

iv) Betriebs-Steuerungsmittel (29, 53, 55), durch die für jede zu kopierende Farbaufnahme (5) die Erzeugung des Farbfernsehbildes entsprechend den Steuerungswerten und die Einstellung von Belichtungs-Steuereinrichtung (17, 18, 19) und Lichtsteuereinrichtung (12, 12', 13) auf die Kopier-Belichtungswerte bzw. korrigierten Kopier-Belichtungswerte bei nicht belichtetem Aufzeichnungsmaterial (20) erfolgt und danach der Belichtungsvorgang ausgelöst wird.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Farbfernseheinrichtung (32) für konstante Farbwiedergabe eingerichtet und die Lichtsteuereinrichtung (12, 12', 13) in einer ersten Farbabstimmung für das von der zu kopierenden Farbaufnahme (5) erzeugte Farbfernsehbild durch vom Rechner (27) errechnete Steuerungs-Farbbalancewerte und durch Betätigung von Farbbalance-Stellelementen (54) und in einer zweiten Farbabstimmung für den Belichtungsvorgang durch vom Rechner (27) errechnete Kopier-Farbbalancewerte bzw. korrigierte Kopier-Farbbalancewerte einstellbar ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zur Kontrolle der Stabilität der Farbfernseheinrichtung (32) eine Prüfeinrichtung (43 . . . 52) vorhanden ist, die in zeitlichen Abständen ein von einer stabilisierten Hilfslichtquelle (45, 46) ausgeleuchtetes Testbild (44) für die Wiedergabe auf dem Bildschirm (37) der Farbfernseheinrichtung

(32) einblendet und von Hand bedienbare Stellglieder (52) zum Nachstellen von Betriebswerten der Farbfernseheinrichtung (32) entsprechend visuell subjektiv oder objektiv über ein photoelektrisches Messsystem (47, 48, 49, 51) erfassten Veränderungen des Test-Farbfernsehbildes (50) oder durch das photoelektrische Messsystem gesteuerte Regeleinrichtung zum automatischen Nachführen der Betriebswerte auf vorgegebene Sollwerte enthält.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Helligkeit des von der zu kopierenden Farbaufnahme (5) erzeugten Farbfernsehbildes durch eine die Beleuchtungsstärke des in der Farbfernseheinrichtung (32) zur Wiedergabe auf dem Bildschirm (37) abgetasteten Farbaufnahme-Bildes ändernde verstellbare optische Intensitäts-Steuereinrichtung und/oder durch eine in dem Steuergerät (34) der Farbfernseheinrichtung (32) vorhandene verstellbare elektrische Intensitäts-Steuereinrichtung gesteuert ist, wobei die optische und/oder elektrische Intensitäts-Steuereinrichtung durch von dem Rechner (27) errechnete Steuerungs-Intensitätswerte einstellbar und durch Betätigung von Helligkeits-Stellelementen (54) verstellbar ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Intensitäts-Steuereinrichtung aus einer verstellbaren Lichtschwächungseinrichtung (42) besteht, die in den von der Farbfernseheinrichtung (32) für die Erzeugung des Farbfernsehbildes von der zu kopierenden Farbaufnahme (5) aufgenommenen Strahlengang eingesetzt ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass dem Objektiv (16) zum Belichten des Farb-Aufzeichnungsmaterials ein in den Öffnungszeiten durch vom Rechner (27) errechnete Kopier-Belichtungszeitwerte bzw. errechnete korrigierte Kopier-Belichtungszeitwerte gesteuerter Verschluss (18, 19) zugeordnet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zum Abbilden der ausgeleuchteten Farbaufnahme (5) auf dem Aufzeichnungsmaterial (20) und auf dem Bildschirm (37) der Farbfernseheinrichtung (32) zwischen Farbaufnahme (5) und Verschluss (18) ein teildurchlässiger Spiegel fest angeordnet ist, dessen Extinktions- bzw. Reflexionswerte in den Hauptspektralbereichen des die Farbaufnahme (5) ausleuchtenden Lichtes bei der Bestimmung der Kopier-Belichtungswerte und korrigierten Kopier-Belichtungswerte bzw. der Steuerungswerte für die Farbfernseheinrichtung (32) berücksichtigt sind.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zum Abbilden der ausgeleuchteten Farbaufnahme (5) auf dem Aufzeichnungsmaterial (20) und auf dem Bildschirm (37) der Farbfernseheinrichtung (32) eine verstellbare Strahlenumlenkeinrichtung (39, 40) vorhanden ist, mit der für jeden Belichtungszyklus ein Umlenkspiegel (39) so in den Abbildungsstrahlengang (38) eingesetzt wird, dass die Farbaufnahme (5) zuerst für eine Beurteilung auf dem Bildschirm (37) der Farbfernseheinrichtung (32) und dann zum Belichten auf dem Aufzeichnungsmaterial (20) abgebildet wird.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass für eine Bildausschnittsvergrößerung auf dem Aufzeichnungsmaterial (20) die Abbildungsoptik der Belichtungseinrichtung (30) und der Farbfernseheinrichtung (32) verstellbar und mittels mechanischer oder elektrischer Kupplungsmittel die Verstellungen so synchronisiert sind, dass auf dem Bildschirm (37) der Farbfernseheinrichtung (32) der auf dem Aufzeichnungsmaterial (20) zur Abbildung gelangende Bildausschnitt der Farbaufnahme (5) abgebildet wird.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Rechner (27) für eine Slope-Korrektur Zugriff zu empirisch ermittelten Slope-Korrektur-

daten hat und eingerichtet ist, um die Slope-Korrekturrechnung für die Belichtung des Aufzeichnungsmaterials (20) und für die Erzeugung des Farbfernsehbildes der zu kopierenden Farbaufnahme (5) in getrennten Rechenvorgängen durchzuführen.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Belichten von 10 für Grundfarben sensibilisiertem photographischem Farb-Aufzeichnungsmaterial bei der Herstellung von Farbkopien photographischer Farbaufnahmen, wobei für jede zu kopierende Farbaufnahme automatisch aus den durch Messung ermittelten Farbdichtewerten optischer Grundfarbenauszüge 15 der Farbaufnahme und zum Kopieren einer Eich-Farbaufnahme auf das Aufzeichnungsmaterial vorgegebenen Bezugs-Belichtungswerten Kopier-Belichtungswerte zum Einstellen einer steuerbaren Belichtungseinrichtung errechnet werden, sowie eine Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens.

20 Bei der Verarbeitung von photographischen Amateuraufnahmen ist es üblich, die Negative zur Steuerung des Kopiervorganges auf ihre Farbdichten auszumessen, was entweder integral, d.h. durch Messung der Durchlässigkeit der gesamten Negativfläche in drei Spektralbereichen, oder auch punktwise durch Abtastung der Negativfläche in einem sogenannten Scanning-Verfahren, vorgenommen werden kann. Die 25 Resultate dieser Messungen werden in Rechenschaltungen analog oder digital verarbeitet, um Dauer und/oder Intensität der drei Belichtungen in den Spektralbereichen Rot, Grün 30 und Blau zu bestimmen. Obwohl solche Belichtungsautomaten, sogenannte Printer sehr gute Ergebnisse liefern und der Ausschuss bei der Verarbeitung von Amateuraufnahmen klein ist, wird für Aufnahmen, bei denen es besonders auf die Qualität ankommt, insbesondere bei Portraitaufnahmen, anderen Aufnahmen von Fachphotographen und bei grossformatigen Amateurbildern sehr oft ein Verfahren der visuellen 35 Kontrolle über ein auf elektronischem Weg erzeugtes Fernsehbild benutzt. Das Farbnegativ wird dabei mit farbfernsehtechnischen Mitteln in ein Positiv umgesetzt, das auf einem 40 Bildschirm betrachtet und beurteilt werden kann. Helligkeit und Farbe des Fernsehbildes sind mit geeichten Einstellmitteln veränderbar und die Stellung dieser Mittel bei einem als gut beurteilten Bild auf dem Bildschirm kann zur Steuerung der Belichtung herangezogen werden. Die Abbildung auf dem 45 Fernseh-Bildschirm ersetzt eine Probekopie, mit dem Vorteil, dass das Resultat jeder Einstellung sofort sichtbar wird und nicht erst ein zeitaufwendiger Entwicklungsvorgang durchgeführt werden muss. Eine moderne Einrichtung zur farbfernsehtechnischen Simulierung des Negativ-Positiv-Kopierprozesses ist z.B. in der deutschen Offenlegungsschrift 27 44 847 50 beschrieben.

Obwohl dieses Video-Beurteilungsverfahren mit grossem Erfolg in vielen Laboratorien angewendet wird, ist es nicht ohne Nachteile. Die Beurteilung ist ganz von der Bedienungsperson abhängig, die bei der Arbeit schnell ermüdet und dann 55 Fehleinstellungen vornehmen kann. Ausserdem ist die Einstellung der richtigen Helligkeit und Farbbalance langsam, vor allem wenn die Negative grosse Unterschiede aufweisen. Eine Leistung von ungefähr 100 beurteilten Negativen pro 60 Stunde ist schon als sehr gut zu bezeichnen, während ein voll-automatischer Hochleistungsprinter 10 000 Negative pro Stunde ausmessen und kopieren kann.

Es war Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine 65 Vorrichtung zum Belichten von Aufzeichnungsmaterial bei der automatischen Herstellung von Farbkopien photographischer Farbaufnahmen, insbesondere Amateuraufnahmen anzugeben, die auch bei einer grossen, mit der eines herkömmlichen Printers vergleichbaren Arbeitsleistung eine Herstel-

lung von Farbkopien praktisch ohne jeglichen Ausschuss gewährleistet.

Die erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe besteht in dem im Anspruch 1 gekennzeichneten Belichtungsverfahren und in der im unabhängigen Anspruch 5 gekennzeichneten Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile sind im wesentlichen darin zu sehen, dass von jeder der nacheinander für die Belichtung von Aufzeichnungsmaterial ausgeleuchteten Farbaufnahmen zuerst ein Farbfernsehbild erzeugt wird, das genauso aussieht, wie die mit errechneten Belichtungswerten automatisch belichtete Farbkopie nach dem Entwickeln aussehen würde. Die Bedienungsperson kann sich so auf eine Überwachung der nacheinander auf dem Bildschirm erscheinenden Farbfernsehbilder beschränken und braucht nur in denjenigen Fällen einzuschreiten und die Belichtungswerte zu korrigieren, in denen die automatische Belichtungseinrichtung ein schlechtes Ergebnis geliefert hätte. Sie führt damit diejenige Arbeit aus, die sonst bei einem automatisch messenden Printer nach dem Entwickeln des belichteten Aufzeichnungsmaterials von einer Kontrollperson an einem Rollenkontrollpult vorgenommen wird, nämlich das Erkennen qualitativ ungenügender Kopien und die Festlegung von Korrekturen für die Belichtung zur Erzielung einer verbesserten Kopie. Im Gegensatz dazu wird hier aber die Kontrolle vor der Auslösung der Belichtung gemacht und die Wirkung jeder Korrektur lässt sich unmittelbar am Bildschirm beurteilen.

Vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung ausführlicher erläutert. Die einzige Fig. der Zeichnung zeigt in schematischer Darstellung den Aufbau einer bevorzugten Vorrichtung zur Ausführung des Belichtungsverfahrens nach der Erfindung.

Die auf der Zeichnung dargestellte und gesamthaft mit 1 bezeichnete Vorrichtung zum automatischen Belichten von Aufzeichnungsmaterial nach dem Belichtungsverfahren der Erfindung ist im wesentlichen wie ein herkömmlicher Belichtungsautomat, ein sogenannter Printer aufgebaut und weist ein Arbeitspult 2 auf, auf dessen Tischplatte 3 ein horizontales Kopierfenster 4 zum Einlegen der zu kopierenden photographischen Farbaufnahme 5 z.B. eines Negativfilms 6 angeordnet ist. Zum Ausleuchten des Kopierfensters 4 enthält das Arbeitspult 2 eine Beleuchtungseinrichtung 7 mit einer stabilisierten Kopierlampe als Lichtquelle 8, einem Kondensor 9 und einer Streuscheibe 10, die zusammen im sogenannten Lampenhaus 11 untergebracht sind. In dem durch die Streuscheibe 10 das Kopierfenster 4 gleichmäßig ausleuchtenden Licht können die relativen Intensitäten der drei Hauptspektralbereiche, auf die die drei Schichten des photographischen Farbaufzeichnungsmaterials empfindlich sind, durch zwei oder drei Farbfilter 12 oder Farbfilterpaare 12, 12' verändert werden, die von Stellmotoren 13 mehr oder weniger weit in den Strahlengang im Lampenhaus 11 eingeschoben werden können.

Das Arbeitspult 2 trägt einen lichtdichten Kasten 14, auf dessen Unterseite 15 zur Abbildung der zu kopierenden Farbaufnahme 5 im Kopierfenster 4 auf das photographische Farb-Aufzeichnungsmaterial 20 ein Objektiv 16 mit oder ohne verstellbarer Blende 17 und mit einem z.B. von einem Drehmagneten 19 betätigten, durch elektrische Steuersignale gesteuerten Verschluss 18 angeordnet ist. Im Kasten 14 ist das Farb-Aufzeichnungsmaterial 20, wie insbesondere Kopierpapier auf einer Belichtungsbühne 21 geführt und wird bei der Herstellung von Serienkopien von einer Vorratsrolle 22 ab- und nach dem Belichten auf eine Aufnahmerolle 23 aufgewickelt.

Diese Anordnung, soweit vorstehend im wesentlichen beschrieben, entspricht im Aufbau einem klassischen photographischen Printer mit visueller Beurteilung der zu kopierenden Farbaufnahmen.

Im weiteren ist eine photoelektrische Messeinrichtung 24 vorhanden, die dazu dient, die integrale Durchlässigkeit der Farbaufnahmen 5 des Negativfilms 6 in den Hauptspektralbereichen Rot, Grün und Blau zu bestimmen. Die photoelektrische Messeinrichtung 24, die von beliebiger Art sein kann, weist im gezeigten Ausführungsbeispiel, wie meist üblich, für die einzelnen Grundfarben oder Hauptspektralbereiche empfindliche photoelektrische Messwertgeber 25 auf, die rings um das Objektiv 16 herum angeordnet und auf das Kopierfenster 4 ausgerichtet sind. Von diesen photoelektrischen Messwertgebern 25, von denen auf der Zeichnung der Übersichtlichkeit wegen nur einer dargestellt ist, enthält jeder z.B. ein Photoelement mit vorgeschaltetem Farbfilter für den betreffenden Hauptspektralbereich. Bei im Kopierfenster 4 ausgeleuchteter Farbaufnahme 5 gibt jeder photoelektrische Messwertgeber 25 ein elektrisches Signal für den im betreffenden Hauptspektralbereich aus der Farbaufnahme 5 austretenden Lichtstrom Φ_R, Φ_G, Φ_B ab, aus dem bei bekanntem eintretenden Lichtstrom Φ_0 (Messung ohne Farbaufnahme) die Durchlässigkeit $\Phi_R/\Phi_0, \Phi_G/\Phi_0, \Phi_B/\Phi_0$ der Farbaufnahme 5 im Hauptspektralbereich und daraus die unter bestimmten Voraussetzungen dem dekadischen Logarithmus des Kehrwertes der Durchlässigkeit proportionale Dichte D_R, D_G, D_B im Hauptspektralbereich, d.h. die Grundfarbendichte bestimmt werden kann.

Die Bestimmung der Belichtungswerte erfolgt mit Bezug auf eine Eich-Farbaufnahme (Eich- oder Standard-Negativ), für die in den Hauptspektralbereichen die drei Teilbelichtungen K_R, K_G, K_B zur Herstellung einer guten Farbkopie auf dem jeweiligen photographischen Farb-Aufzeichnungsmaterial 20 bekannt sind. Die in das Kopierfenster 4 eingelegte Eich-Farbaufnahme ergibt über die photoelektrische Messeinrichtung 24 für die Hauptspektralbereiche Bezugsdichten D_{R0}, D_{G0}, D_{B0} , von denen die entsprechenden Dichten der zu kopierenden Farbaufnahme 5 mehr oder weniger abweichen. Diese Dichtedifferenzen $\Delta D_R = D_{R0} - D_R, \Delta D_G = D_{G0} - D_G, \Delta D_B = D_{B0} - D_B$ sind leicht zu bestimmen, da bei konstanten Messbedingungen für die Bezugsdichten die Eich-Farbaufnahme nur einmal gemessen werden braucht und aus den Messsignalen abgeleitete Bezugs-Dichtewerte als Konstanten gespeichert werden können.

Aus den für jede zu kopierende Farbaufnahme 5 über die Signale der photoelektrischen Messeinrichtung 24 erhaltenen Messwerten für Φ_R, Φ_G, Φ_B können die drei Teilbelichtungen E_R, E_G, E_B für rotes, grünes und blaues Licht bestimmt werden, z.B. durch die folgenden Gleichungen

$$\begin{aligned} \log E_R &= K_R + a_{11} \Delta D_R + a_{12} \Delta D_G + a_{13} \Delta D_B \\ \log E_G &= K_G + a_{21} \Delta D_R + a_{22} \Delta D_G + a_{23} \Delta D_B \\ \log E_B &= K_B + a_{31} \Delta D_R + a_{32} \Delta D_G + a_{33} \Delta D_B, \end{aligned}$$

in welchen $\Delta D_R, \Delta D_G, \Delta D_B$ die vorstehend genannten Dichtedifferenzen, K_R, K_G, K_B die drei Bezugs-Teilbelichtungen und a_{11} bis a_{33} Koeffizienten sind.

Von den neun Koeffizienten a_{11} bis a_{33} sind die drei diagonal angeordneten Koeffizienten a_{11}, a_{22}, a_{33} am wichtigsten, sie sollten bei Vollkorrektur angenähert 1 sein, während die sechs weiteren Koeffizienten dann sehr klein ($a < 0,1$) sind. Bei konstanter Beleuchtungsstärke können die drei Belichtungen E_R, E_G, E_B in Belichtungszeiten umgerechnet werden.

Die auf dem Aufzeichnungsmaterial 20 durch Belichten erzielten Grundfarbendichten, d.h. die Dichten der optischen Grundfarbansätze der abgebildeten Farbaufnahme 5 sind von der Belichtungszeit und der Beleuchtungsstärke abhän-

gig. Das beschriebene Verfahren benützt für die allgemeine Dichte, die Helligkeit der Kopie, die Steuerung der Belichtungszeit und für die Anpassung der Farbbalance die Steuerung der Beleuchtungsstärke durch mehr oder weniger weites Einschieben der selektiv absorbierenden Farbfilter 12, bzw. Farbfilterpaare 12, 12' in das Lampenhaus 11. Zur Bestimmung der Kopier-Belichtungszeit werden dabei in einer ersten Phase die drei Teil-Belichtungszeiten für die einzelnen Grundfarben berechnet, von denen die längste die Kopier-Belichtungszeit ergibt. Die beiden kürzeren Teilbelichtungszeiten werden durch Einschieben komplementärfarbiger Filter 12, oder Filterpaare 12, 12' (im allgemeinen Interferenzfilter) mittels der Stellmotoren 13 auf die längste der errechneten Teil-Belichtungszeiten verlängert. Gegebenenfalls kann eine nochmalige geringfügige Verlängerung der Kopier-Belichtungszeit zur Kompensation von Nebenabsorptionen der eingeschobenen Filter vorgenommen werden.

Das Arbeitspult 2 enthält einen Rechner 27, dem die Messwertsignale der photoelektrischen Messeinrichtung 24 zugeführt sind und dem z.B. mittels Tasten eines Tastenfeldes 28 die Bezugs-Belichtungswerte für das jeweils verwendete Farb-Aufzeichnungsmaterial 20 eingegeben werden können. Die Bezugsdichten der Eich-Farbaufnahme sind dabei zweckmässig in einem Speicher gespeichert und können nach Betätigung von Tasten des Tastenfeldes 28 bei eingelegter Eich-Farbaufnahme kontrolliert und gegebenenfalls korrigiert werden. Aus den erhaltenen Daten errechnet der Rechner 27 die beim Kopieren der jeweiligen Farbaufnahme 5 erforderlichen Einstellungen der Farbfilter 12, 12' für die Farbbalance sowie die Kopier-Belichtungszeit und eine an den Rechner 27 angeschlossene Steuereinrichtung 29 stellt nach Massgabe der errechneten Kopier-Belichtungswerte über die Stellmotoren 13 die genannten Filter 12, 12' in die richtige Einschubstellung, löst den Verschluss 19 für die errechnete Belichtungszeit aus und bewirkt nach erfolgter Belichtung des Aufzeichnungsmaterials 20 dessen Vorschub um eine Bildlänge.

Dieser bisher beschriebene Teil der Vorrichtung nach der Erfindung, der im folgenden als automatische Belichtungseinrichtung 30 (kurz Belichtungseinrichtung 30) bezeichnet wird, entspricht im Aufbau und in der Betriebsweise einem Belichtungsautomaten des neuesten technischen Standes, so dass sich ein Eingehen auf weitere Einzelheiten erübrigt, die im Bedarfsfalle diesbezüglichen Veröffentlichungen, wie insbesondere der Herstellerfirmen solcher messenden Printer entnommen werden können.

Erfindungsgemäss ist diese automatische Belichtungseinrichtung 30 ergänzt durch eine Kontrolleinrichtung 31 für die visuelle Beurteilung der zu erwartenden Farbkopie, die im folgenden ausführlicher beschrieben wird.

Die Kontrolleinrichtung 31 umfasst im wesentlichen eine Farbfernseheinrichtung 32 mit Farbfernsehkamera 33, Steuergerät 34, Umkehreinrichtung 35 zur Umkehr des aufgenommenen Negativbildes in ein Positivbild und Monitor 36.

Der Monitor 36 ist auf dem Arbeitspult 2 so angeordnet, dass sein Bildschirm 37 vom Bedienenden bequem betrachtet werden kann, und die Farbfernsehkamera 33 befindet sich in einer Stellung, in der z.B. über einen oberhalb des Kopierfensters 4 angeordneten Spiegel 39 vom ausgeleuchteten Kopierfenster 4 ausgehende Lichtstrahlen 38 für eine Abbildung der darin befindlichen Farbaufnahme 5 auf die bildaufnehmende Sensorfläche der Farbfernsehkamera 33 fallen.

Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Spiegel 39 z.B. um eine horizontale Drehachse 40 in zwei Endstellungen schwenkbar angeordnet, wobei er in der einen Endstellung 39_I, die auf der Zeichnung stark ausgezogen ist, die sonst vom Objektiv 16 aufgenommenen Lichtstrahlen 38 zur Farbfernsehkamera 33 hin umlenkt und in der zweiten Endstellung 39_{II}, die auf der Zeichnung mit strichlierten Linien dargestellt

ist, aus diesen Lichtstrahlen 38 herausgeklappt ist, so dass diese ungehindert zum Objektiv 16 gelangen können. Dieses Umklappen des Spiegels 39 erfolgt automatisch mittels einer entsprechenden Antriebsvorrichtung, wie z.B. mit einem Elektromagneten (nicht dargestellt), der von der Steuereinrichtung 29 so gesteuert wird, dass sich der Spiegel während des Belichtens des Aufzeichnungsmaterials 20 bei geöffnetem Verschluss 18 in der aus den Lichtstrahlen 38 herausgeklappten zweiten Endstellung 39_{II} und nur bei geschlossenem Verschluss 18 in der ersten Endstellung 39_I für die Erzeugung des Farbfernsehbildes der zu kopierenden Farbaufnahme 5 befindet. Statt eines solchen Klapp-Spiegels 39 kann auch ein verschiebbarer Spiegel oder auch ein Spiegelrad mit mehreren Umlenkspiegeln vorgesehen sein. Ferner kann auch ein fest angeordneter teildurchlässiger Spiegel verwendet werden, für den sich dann eine separate Steuerung erübrigt, der aber eine entsprechende Verlängerung der Belichtungszeit und gegebenenfalls Korrekturen in der Farbbalance bei der Ausleuchtung der Farbaufnahme 5 erforderlich macht. Zum Abbilden der Farbaufnahme 5 auf der Sensorfläche der Farbfernsehkamera 33 wird mit Vorteil ein Zoomobjektiv 41 benutzt, das auf das Kopierfenster 4 fokussiert ist und das die Bildvergrösserungsmöglichkeiten des Objektivs 16 für die Abbildung auf dem Farb-Aufzeichnungsmaterial 20 mitmachen kann, was beispielsweise durch eine geeignete mechanische Kupplung (auf der Zeichnung nicht dargestellt), wie durch zwei von einem Mikroprozessor gesteuerte Stellmotore geschieht, so dass auf dem Monitor-Bildschirm 37 immer derjenige Bildausschnitt sichtbar wird, der auch auf dem Aufzeichnungsmaterial 20 abgebildet wird. Eine solche Anordnung erlaubt besonders bei einer optischen Abbildungseinrichtung für stufenlos veränderbare Vergrösserung auf dem Aufzeichnungsmaterial 20 eine ideale visuelle Beurteilung und Kontrolle des Resultats der Bildeinstellung.

Die Farbfernsehkamera 33, die vorzugsweise eine auch für andere Zwecke eingesetzte kommerzielle Kamera sein soll, muss eine gute Farbwiedergabe bei hoher Stabilität gewährleisten. Welches System in Anwendung kommt – Einröhrenkamera mit Streifenfilter, Dreiröhrenkamera oder als Kompromiss die Zweiröhrenkamera – ist für diesen Anwendungsfall nicht wesentlich. An die Geometrie der Abbildung werden keine hohen Anforderungen gestellt. Wichtig ist, dass in der Kette: Farbfernsehkamera 33 – Steuergerät 34 – Monitor 36 eine Umkehrung des Bildes vom Negativ zum Positiv stattfindet, dass die Abbildung so erfolgt, dass der Kontrast genau wie beim Kopierprozess Negativ-Aufzeichnungsmaterial relativ stark angehoben wird (das übliche Farbkopierpapier hat einen Gammawert von etwa 2,5) und dass die drei Farbempfindlichkeiten der Farbfernsehkamera 33 in etwa den Hauptabsorptionsgebieten des Farb-Aufzeichnungsmaterials 20 entsprechen. Weitere Einzelheiten der Farbfernseheinrichtung 32 brauchen hier nicht näher beschrieben werden, da sie zum Stand der Farbfernsehtechnik gehören.

Damit die Farbfernseheinrichtung 32 als Messsystem für die Bildeinstellung und Bildkorrektur dienen kann, muss ihre Stabilität überprüfbar sein. Im gezeigten Ausführungsbeispiel wird deshalb bei aus den Lichtstrahlen 38 herausgeklapptem Spiegel 39, dessen Rückseite nun ebenfalls spiegelnd ist, über einen Umlenkspiegel 43 ein Testbild 44 auf der Sensorfläche der Farbfernsehkamera 33 abgebildet, das z.B. aus einem Farbnegativbild besteht, welches Graufelder und evtl. auch zusätzliche Farbfelder enthält. In den Betriebspausen der Vorrichtung und auch während den aufeinanderfolgenden Belichtungen des Aufzeichnungsmaterials 20 wird immer wieder dieses Testbild 44 auf dem Monitor-Bildschirm 37 sichtbar. Die Ausleuchtung des Testbildes 44 muss so stabil sein, dass keine Unsicherheiten in der Beurteilung des von ihm erzeugten Fernsehbildes auftreten können. Zum Ausleuchten

des Testbildes 44 wird daher zweckmässig eine an eine stabilisierte Stromversorgung 46 angeschlossene Lichtquelle 45 verwendet. Die Lichtquelle 45 kann aber auch mittels einer Photzellenanordnung mit Rückkopplungskreis überwacht und geregelt werden.

Am Monitor 36 kann so am immer wieder sichtbar werdenden Testbild die Stabilität der Farbfernsehleinrichtung 32 visuell subjektiv kontrolliert werden. Vorzugsweise ist aber noch eine Messvorrichtung vorgesehen, die eine objektive visuelle Überprüfung der Stabilität gestattet. Hierzu wird im gezeigten Ausführungsbeispiel über einen Umlenkspiegel 47 und ein Objektiv 48 ein zentrales Graufeld 50 des Monitor-Bildschirms 37 auf eine zweite photoelektrische Messeinrichtung 49 abgebildet, die mindestens drei, auf den roten, grünen und blauen Spektralbereich empfindliche photoelektrische Messwertgeber enthält. Drei nebeneinander angeordnete und an der zweiten photoelektrischen Messeinrichtung 49 angeschlossene Messinstrumente 51 mit drei von Hand an Drehknöpfen 52 verstellbaren Kalibrierpotentiometern erlauben auf einen Blick die Kontrolle der Graubstimmung. Die drei Zeiger der sogenannten Profilinstrumente müssen bei korrekter Abstimmung alle auf der gemeinsamen Nulllinie sein. Selbstverständlich sind auch andere Anzeigen möglich, z.B. mit Photodioden, die die Nullage, bzw. die Abweichungen von der Nullage anzeigen; doch ist in der Praxis die Einstellung mit Hilfe von analog anzeigenden Instrumenten am einfachsten.

Statt einer visuellen Überprüfung kann auch über eine elektrische Kontrolleinrichtung die Graubalance der Farbfernsehleinrichtung 32 automatisch nachgeführt werden, indem die zweite photoelektrische Messeinrichtung 49 mit dem Steuerteil des Monitors 36 verbunden wird und durch das Messsignal der Messeinrichtung die Graubstimmung so lange verändert wird, bis wieder der Sollwert erreicht ist.

Im Unterschied zur Beeinflussung der Farbdichten auf dem Farb-Aufzeichnungsmaterial 20 spielt bei der Beeinflussung der drei Grundfarbenintensitäten auf dem Monitor-Bildschirm 37 der Farbfernsehleinrichtung 32 die Belichtungszeit keine Rolle. Das Resultat muss vielmehr durch Steuerung der Beleuchtungsstärke der Abbildung auf der Sensorfläche der Farbfernsehkamera 33 erreicht werden, z.B. mittels Lichtschwächungsfilter, einer Irisblende oder durch Veränderung der Intensität der Lichtquelle 8 oder durch elektrische Steuerung der Amplituden von Helligkeitssignalen in der Abbildungskette: Farbfernsehkamera 33 – Verstärker – Monitor 36. Es wird zwar möglich sein, für eine bestimmte Negativ-Farbaufnahme das Resultat auf dem Aufzeichnungsmaterial 20 mit dem auf dem Monitor-Bildschirm 37 erscheinenden Bildeindruck einigermaßen in Übereinstimmung zu bringen, jedoch wird bei der Einführung einer davon abweichenden Negativ-Farbaufnahme, insbesondere einer weniger stark oder einer stärker belichteten Farbaufnahme, die Übereinstimmung im allgemeinen nicht ohne weiteres erreichbar sein. Dieses «Auseinanderlaufen» der Ergebnisse der Abstimmungen der Farbfernsehkamera 33 auf besten Bildeindruck und der Kopiererfordernisse für bestes Bildresultat auf dem Aufzeichnungsmaterial 20 ist aus der Printertechnik bekannt, da auch dort die Messresultate der Dichtemessung und die erforderlichen Belichtungszeiten durch eine Korrekturfunktion, die sogenannte «Slope-Korrektur» verknüpft werden müssen, um zu besseren Bildergebnissen bei stärker abweichenden Grundfarbdichten der zu kopierende Farbaufnahme zu kommen. Wichtige Faktoren, die diese Korrektur nötig machen, sind unter anderem: das Reziprozitätsverhalten der Aufzeichnungsmaterial-Emulsion (Schwarzschild-Effekt), eine Bevorzugung der Schattenpartien des Bildmotives bei der Integralmessung, während im Bild die hellen Lichter für die Beurteilung wichtiger sind, variabler Kontrast des Negativmaterials

bei verschiedenen Belichtungsstufen, Nicht-Übereinstimmung der Farbempfindlichkeiten der Schichten des Aufzeichnungsmaterials mit dem Empfindlichkeitsverlauf der photoelektrischen Messwertgeber und verschiedene Nichtlinearitäten im System. Diese Faktoren sind so zahlreich und in ihrer Wirkung schwer auseinanderzuhalten, so dass in der Praxis die Slope-Korrektur immer empirisch bestimmt wird.

In der Vorrichtung nach der Erfindung wird zweimal Übereinstimmung des Gleichlaufs verlangt, einmal zwischen der Messung der Grundfarbdichten der zu kopierenden Farbaufnahme 5 und dem zu erwartenden Kopierresultat auf dem Aufzeichnungsmaterial 20 und das zweite Mal zwischen der Abbildung der Farbaufnahme auf dem Monitor-Bildschirm 37 und dem Kopierresultat auf dem Aufzeichnungsmaterial. Es ist selbstverständlich, dass damit die erforderliche dritte Übereinstimmung, nämlich zwischen den gemessenen Grundfarbdichten der zu kopierenden Farbaufnahme 5 und der Erzeugung des Farbfernsehbildes auf dem Monitor-Bildschirm 37 ebenfalls erreicht wird.

In der Praxis werden die Messergebnisse z.B. nach den Gleichungen 1) ausgewertet und in Belichtungszeiten und Beleuchtungsstärken bzw. Filtereinstellungen im Lampenhaus 11 umgerechnet, wobei die Bezugs-Belichtungswerte K_R , K_G , K_B als sogenannte Eichwerte in den Rechner eingegeben werden. Die Slope-Korrektur wird dabei durch Eingabe der Summenwerte S_R , S_G und S_B vorgenommen, wobei

$$\begin{aligned} S_R &= a_{11} + a_{12} + a_{13} \\ S_G &= a_{21} + a_{22} + a_{23} \\ S_B &= a_{31} + a_{32} + a_{33} \end{aligned}$$

ist.

Diese Summenwerte S_R , S_G , S_B sind vorzugsweise doppelt vorhanden, damit für überbelichtete und unterbelichtete Farbaufnahmen verschiedene Werte zur Anwendung kommen können.

Um die Übereinstimmung des Farbfernsehbildes mit dem zu erwartenden Kopierresultat zu erreichen, wird der gleiche Gleichungssatz 1) für die Berechnung der Einstellung der Filter 12, 12' im Lampenhaus 11 verwendet, allerdings mit einem anderen Satz von Koeffizienten a_{11} bis a_{33} . Statt einer Gesamtbelichtungszeit wird eine Gesamtbelichtungsintensität ausgerechnet und damit z.B. eine Lichtschwächungseinrichtung 42 vor der Farbfernsehkamera 33 gesteuert. Diese Lichtschwächungseinrichtung 42 kann eine Irisblende, ein Filterrad mit abgestuften Graufiltern, ein Verlauf-Graukeil oder ein Paar gegeneinander verdrehbarer Polarisationsfilter sein. Es können aber auch verschiedene Verfahren zur Intensitätssteuerung kombiniert werden und auch ein Einschieben aller drei Filterpaare 12, 12' ins Lampenhaus 11 zur Intensitätssteuerung herangezogen werden.

Bei der beschriebenen Belichtungsvorrichtung läuft der Belichtungsvorgang wie folgt ab: Nach dem, bei einem Farbfilm vorzugsweise automatisch erfolgten Einlegen einer Negativ-Farbaufnahme 5 in das Kopierfenster 4 wird der Messvorgang automatisch oder durch Drücken einer Taste 53 ausgelöst, worauf bei aus dem Lampenhaus 11 ausgefahrenen Filtern 12, 12' von der photoelektrischen Messeinrichtung 24 Messwertsignale für die Grundfarbdichten der ausgeleuchteten Farbaufnahme 5 an den Rechner 27 abgegeben werden. Dieser führt eine erste Rechnung aus, um anhand der Gleichungen 1) mit den für die Farbfernsehleinrichtung 32 benötigten Eichfaktoren die Stellung der Filter im Lampenhaus 11 und den Einstellwert für die Lichtschwächungsvorrichtung 42 vor dem Farbfernsehkameraobjektiv 41 zu bestimmen. Die berechneten Verschiebungen werden dann über die Steuereinrichtung 29 vorgenommen. Dann wird der Ablenkspiegel 39 in die Stellung I geklappt und das Bild der Farbaufnahme 5 erscheint als Positivbild auf dem Monitor-Bildschirm 37.

Wenn das Farbfernsehbild hinsichtlich Helligkeit und/oder Farbbalance korrekturbedürftig ist, werden entsprechende Stellelemente 54 betätigt, wobei jede Betätigung sofort eine entsprechende Veränderung der Stellungen der Filter im Lampenhaus 11 bzw. der Lichtschwächungseinrichtung 42 der Farbfernsehkamera 33 bewirkt, so dass die vorgenommenen Korrekturen visuell am Bildschirm 37 verfolgt werden können. Wenn das Farbfernsehbild als gut befunden wird, wird eine zweite Taste 55 gedrückt. Die Filter im Lampenhaus 11 schieben sich in die Stellungen, die entsprechend den Gleichungen 1), aber mit den für die Belichtung des Aufzeichnungsmaterials 20 eingegebenen Bezugsfaktoren vom Rechner 27 berechnet wurden unter Berücksichtigung der betätigten Korrektur-Stellelemente 54. Der Spiegel 39 klappt in die Stellung II, so dass das Objektiv 16 frei ist und der Verschluss 18 öffnet sich, um die Belichtung des Aufzeichnungsmaterials mit der mit Hilfe der Gleichungen 1) vom Rechner 27 bestimmten Belichtungszeit durchzuführen. Nach Ablauf der Belichtungszeit schließt sich der Verschluss 18 und das Aufzeichnungsmaterial 20 wird um eine Bildlänge vorgeschoben, worauf die Vorrichtung für einen folgenden Belichtungsvorgang bereit ist. Falls mehrere Kopien der gleichen Farbaufnahme 5 gewünscht werden, werden diese nacheinander mit den für die erste Belichtung der Kopierserie errechneten Belichtungswerten ausgeführt. Anstelle der Auslösetasten 53, 54 kann auch ein Fusschalter vorgesehen werden, der halb niedergedrückt das Bild auf dem Monitor-Bildschirm 37 zeigt und ganz niedergedrückt die Belichtung auslöst.

Für die Kontrolle der Stellungen der Filter 12, 12' im Lampenhaus 11 können drei Methoden benutzt werden:

1) Ein Teil des Lichtes wird aus dem Lampenhaus 11 abgezweigt und mit drei photoelektrischen Messwertgebern ausgemessen. Die Messwertgeber erhalten vom Rechner 27 einen Sollwert vorgegeben und steuern über ein Servosystem den Einschub der Filter 12, 12' ins Lampenhaus 11 bis der Sollwert erreicht ist.

2) Die Filtereinstellung im Lampenhaus 11 wird von den für die Ausmessung der Farbaufnahme 5 verwendeten photoelektrischen Messwertgebern 25 kontrolliert. Der diesbezügliche Sollwert ergibt sich aus dem für 1) berechneten Sollwert unter Addition der für die Farbaufnahme gemessenen Dichtewerte.

3) Die Filter werden von einer elektromechanischen Einrichtung, z.B. von Schrittmotoren eingeschoben, wobei vorzugsweise die Einrichtung Linearisierungsmittel, wie z.B. eine Kurvenscheibe oder ein nichtlineares Getriebe aufweisen soll, damit bei jedem Schrittmotor die durch den Filtereinschub bewirkte Dichteänderung pro Schritt ungefähr gleich bleibt.

Der Rechner 27 hält nach einem Eichvorgang, bei dem die Filter einzeln Schritt für Schritt eingeschoben werden, die gemessenen Lichtintensitäten für die einzelnen Stellungen fest. Diese Messwerte werden vorzugsweise in logarithmischer Form in tabellarischer Anordnung gespeichert und stehen dem Rechner zur Verfügung, der sie beim Berechnen der Filtereinstellwerte verwendet. Das Einfahren der Filter kann dann durch Abzählen der Schritte vorgenommen werden. Um Abnützungserscheinungen in der mechanischen Einrichtung zu kompensieren, wird die Eichroutine von Zeit zu Zeit neu durchgeführt, z.B. zu Beginn jedes Arbeitstages.

Die Berechnung der Belichtungszeiten und der Filter-Einstellwerte kann selbstverständlich auch nach anderen als den vorstehend angegebenen Rechenvorschriften erfolgen. Es kann auch vorteilhaft sein, einen Teil der Rechnung für die Belichtung des Aufzeichnungsmaterials 20 und für die Erzeugung des Farbfernsehbildes auf dem Monitor-Bildschirm 37 gemeinsam durchzuführen und in einem zweiten Rechenvorgang getrennt die Unterschiede zu berücksichtigen, oder es kann auch vorgesehen werden, die Rechnung für eine Abbildung, auf dem Aufzeichnungsmaterial 20 oder auf dem Monitor-Bildschirm 37 komplett durchzuführen und die Abweichungen der zweiten Abbildung mit einer Korrekturrechnung zu erfassen.

Die Komplexität der Datenverarbeitung bei der Belichtungsvorrichtung nach der Erfindung setzt ein digital arbeitendes Rechenwerk voraus, insbesondere dann, wenn die Ausmessung der zu kopierenden Farbaufnahmen nicht großflächig, sondern punktwise nach dem sogenannten Scanning-Verfahren erfolgt. Die digitale Steuerung von Printern ist für Hochleistungsgeräte die Regel und entspricht somit dem zugänglichen Stand der Technik. Für die digitale Steuerung der Belichtungsvorrichtung werden die Messwertsignale der photoelektrischen Messwertgeber 25 in Analog/Digital-Wandlern umgewandelt und dem Rechner 27 zugeführt. Dieser erhält weitere Informationen über ein Tastenfeld und aus Speichern. Die ausgehenden Datensignale steuern über in der Steuereinrichtung 29 enthaltene Schnittstellenschaltungen und Verstärker die Schrittmotoren zum Einstellen der Filter 12, 12' im Lampenhaus 11 und der Lichtschwächungseinrichtung 42 der Farbfernsehkamera 33, ferner den Antrieb zum Verstellen des Spiegels 39, den Verschluss 18 und den Vor-schub des Aufzeichnungsmaterials 20. Ein digitaler Rechner 27 erlaubt auch die Speicherung von zahlreichen Kalibrierdaten (Koeffizienten a_{11} bis a_{33} , Unterkorrekturangaben, Slope-faktoren usw.), die für die Verarbeitung unterschiedlicher Negativ- und Papieremulsionen bei veränderbarer Vergrößerung notwendig sind.

