



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 021 599 A1** 2005.12.01

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 021 599.5**

(22) Anmeldetag: **03.05.2004**

(43) Offenlegungstag: **01.12.2005**

(51) Int Cl.7: **B41F 33/10**

**B41F 33/14, G01J 3/46, G01N 21/89,
 G01N 21/41**

(71) Anmelder:

**Gretag-Macbeth AG, Regensburg, CH;
 Heidelberger Druckmaschinen AG, 69115
 Heidelberg, DE**

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(72) Erfinder:

**Ehbets, Peter, Dr., Zürich, CH; Kohlbrenner,
 Adrian, Dr., Thalwil, CH; Geißler, Wolfgang, 76669
 Bad Schönborn, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 195 38 811 A1

DE 27 34 156 A1

EP 00 91 500 A1

**SCHIRMER, K.-H.: Was leistet die
 Farbdichtemessung**

**für die Qualitätssicherung im Druck? In: Druck
 print 9/1983, S.500-506;;**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

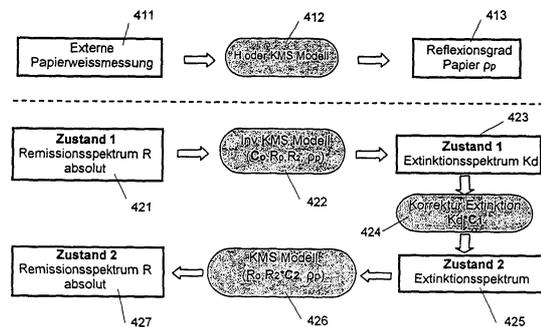
Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Ermittlung von Farb- und/oder Dichtewerten und für das Verfahren ausgebildete Druckeinrichtungen**

(57) Zusammenfassung: Bei der inline Messung von Druckbogen während des Druckprozesses entstehen Messwertabweichungen gegenüber externen Referenzmessungen an Bogen in stabilen Zuständen. Diese Messwertfehler sind durch die Effekte der Farbspaltung und durch die Trocknungseffekte der Bogen bedingt. Um zu Farbmesswerten zu kommen, die zu externen Referenzmessungen kompatibel sind, werden diese Messwertfehler durch eine Kombination von messtechnischen und rechnerischen Korrekturmaßnahmen eliminiert bzw. korrigiert.

Die Messwertkorrektur erfolgt auf der Basis eines Modells, das die Messwertfehler als Kombination von drei Fehlerbeiträgen beschreibt, die durch den Oberflächeneffekt, die Schichtdickenmodulation und den Lichtfang verursacht sind. Für die Korrektur werden drei Freiheitsgrade eingeführt, die durch drei Korrekturfunktionen quantifiziert werden. Diese Korrekturfunktionen werden als Korrekturparameter in einer Korrekturdatenbank hinterlegt, wobei für jede in Frage kommende Kombination von Umgebungsparametern des Druckprozesses ein spezifischer Satz von Korrekturparametern vorgesehen ist.

Die Korrekturmethode erlaubt die Umrechnung von Messwerten zwischen drei Zuständen, die der Messung unmittelbar im Druckprozess, der Messung an einem noch nassen Druckbogen und der Messung an einem getrockneten Druckbogen entsprechen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung von Farb- und/oder Dichtewerten für die Überwachung und/oder Regelung des Druckprozesses in einer Druckeinrichtung gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft auch eine für das Verfahren ausgebildete Druckeinrichtung gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs 27.

[0002] Bei einem solchen gattungsgemässen Verfahren werden die Messwerte direkt während des Druckprozesses mit einer Messanordnung erfasst, welche innerhalb der Druckeinrichtung – z.B. einer Bogenoffsetdruckmaschine oder allgemein eines Druckers – eingebaut ist. Diese Art der Messwerterfassung bzw. Messung wird im Folgenden als „inline“ bezeichnet. Im Gegensatz dazu bezeichnet „extern“ eine Messwerterfassung ausserhalb der Druckeinrichtung in einem stabilen Zustand des Druckprodukts.

[0003] Zum Zeitpunkt der inline Messung, also während des Druckprozesses, ist der Farbauftrag noch nicht stabil. Die Störeffekte beim Farbauftrag werden durch verschiedene Parameter des Druckprozesses verursacht. Ausserdem kann das Erscheinungsbild des Druckprodukts durch nachfolgende Bearbeitungsschritte, z. B. Lackierung der Oberfläche, noch verändert werden. Beide Effekte führen zu Unterschieden zwischen den inline gemessenen Messwerten und den entsprechenden, extern in einem stabilen Zustand des Druckprodukts ermittelten Messwerten. Inline und extern ermittelte Messwerte sind daher nicht direkt vergleichbar.

Aufgabenstellung

[0004] Die allgemeinste Aufgabe der Erfindung ist die Korrektur dieser Messunterschiede. Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des unabhängigen Anspruchs 1 angeführten Massnahmen gelöst. Weiterbildungen und besonders vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der vom Anspruch 1 abhängigen Ansprüche.

[0005] Eine weitere allgemeine Aufgabe der Erfindung besteht in der Bereitstellung einer Druckeinrichtung, in welcher das erfindungsgemässe Verfahren eingesetzt werden kann. Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des unabhängigen Anspruchs 27 angeführte Ausbildung der Druckeinrichtung gelöst. Weiterbildungen und besonders vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemässen Druckeinrichtung sind Gegenstand der vom Anspruch 27 abhängigen Ansprüche.

[0006] Gemäss dem allgemeinsten Gedanken der Erfindung wird die genannte Korrektur der Messunterschiede durch rechnerische Korrekturmassnahmen und vorzugsweise in Verbindung mit einer speziellen Auslegung der Messanordnung (Messtechnik) erreicht. Im folgenden wird die Erfindung am Beispiel des Bogenoffsetdrucks beschrieben. Die erfindungsgemässen Ansätze sind aber allgemein gültig und können auch für andere Druckverfahren und -einrichtungen angewendet werden.

[0007] Die Farbmeterik, wie sie zum Beispiel von der Commission internationale de l'éclairage (CIE) in der CIE Publikation 15.2 „Colorimetry“ beschrieben ist, und die Normen für die zu verwendende Farb- und Dichtemess-technik (z.B. DIN 5033, ISO 5) ermöglichen eine absolute Beschreibung eines Farbwerts. Dieser Standard bildet die Grundlage für die Farbkommunikation in modernen digitalen Workflow und Color Management Systemen. CIE konforme Farbwerte (XYZ oder $L^*a^*b^*$) werden verwendet, um die Farbinformation des Sujets von der Eingangstufe (Vorlage, Kamera, Scanner, Monitor) über den digitalen Prüfdruck, die Druckvorstufe bis zur Druckmaschine zu transferieren. Für eine effiziente Umformung der absoluten CIE Farbwerte in Maschinensteuerparameter (z.B. Farbseparation in die Grundfarben C, M, Y und K) wurden Prozessstandards definiert. Ein Prozessstandard für die Offset Drucktechnik ist in der Norm DIN/ISO 12647-2 definiert. Die Anwendung eines Prozessstandards ermöglicht eine flexible Abwicklung eines Druckauftrags mit verschiedenen Druckmaschinen. Sie erfordert aber eine Charakterisierung, die Einstellung und einen stabilen Betrieb der Druckmaschine gemäss den Vorgaben des Prozessstandards.

[0008] Die eingesetzte Messtechnik muss für diese Aufgaben normkonforme Farb- und Dichtewerte ausgeben können. Dies kann z.B. durch eine Kombination eines Dreibereich-Farbmessgeräts und eines Densitometers erreicht werden. Idealerweise wird aber ein Spektralphotometer als Messtechnik eingesetzt, da es beide Messmodi unterstützt und Flexibilität für die Auswahl der Dichtefilter ermöglicht.

[0009] Der aktuelle Stand in der Farbmess-technik im Druckbereich wird durch zwei Typen von Messsystemen repräsentiert:

- tragbare Handmessgeräte, wie zum Beispiel das Spektralphotometer SpectroEye und das Densitometer

D19 der Firma Gretag-Macbeth AG, und
 – halb-automatisierte Messsysteme wie AxisControl und ImageControl mit spektralphotometrischen Messköpfen der Firma Heidelberger Druckmaschinen AG.

[0010] Diese Messgeräte und -systeme werden extern, also ausserhalb der Druckmaschine eingesetzt. Mit dem Handmessgerät kann der Drucker einzelne Messfelder im Druckkontrollstreifen oder im Bild kontrollieren. Mit den halb-automatisierten Systemen kann der Drucker einen einzelnen Druckbogen manuell auflegen. Je nach System wird dann der komplette Druckkontrollstreifen (AxisControl) oder der ganze Bogen (ImageControl) automatisch gemessen. Diese Messsysteme benützen normgerechte Messgeometrien. Als Vorlage dient ein fertig gedrucktes Endprodukt in einem stabilen Zustand. Die so erhaltenen Messwerte entsprechen CIE-konformen Farbmesswerten und können direkt zur Regelung und zur Überwachung oder Kontrolle des Druckprozesses, zur Farbkommunikation oder für die Anzeige verwendet werden.

[0011] Um Druckaufträge effizienter und kostengünstiger ausführen zu können, geht der Trend zu automatisierten Druckmaschinen. Für die Farbmesstechnik bedeutet dies, dass die Messungen nicht mehr manuell vom Drucker ausserhalb der Druckmaschine, sondern vollautomatisch direkt in der Druckmaschine ausgeführt werden. Diese inline Messtechnik bietet grosse Vorteile. Durch Einbindung der inline Messtechnik in einen geschlossenen Regelkreis mit den einzelnen Druckwerken kann die Druckmaschine automatisch und schnell in Farbe gefahren werden. Ausserdem kann die Farbgebung während des Fortdrucks konstant geprüft und nachgeführt werden, was eine durchgehende Qualitätskontrolle ermöglicht.

[0012] Die inline Messtechnik ist aber deutlich komplexer als die konventionelle externe Farbmesstechnik. Die inline Messung muss kurz nach dem Farbauftrag durchgeführt werden. Zu diesem Zeitpunkt ist die Farbschicht noch nicht stabil. Sie wird durch verschiedene Druckprozessparameter und Farbeigenschaften beeinflusst, welche mit unterschiedlichen Zeitkonstanten abklingen. Je nach Situation können dadurch grosse Unterschiede zwischen den inline Messwerten und entsprechenden externen Messwerten auf stabilen trockenen Proben entstehen. Ausserdem erschwert die Prozessabhängigkeit die Interpretation der Messdaten. Es ist nicht eindeutig ersichtlich, ob eine gemessene Variation durch eine Änderung des Farbauftrags oder durch eine Änderung der Prozessparameter hervorgerufen wurde. Eine ähnliche Problematik entsteht, wenn das Druckprodukt nach der inline Messung noch weiterverarbeitet wird. Ein typisches Beispiel ist das Auftragen einer Lackschicht in einem nachfolgenden Lackierwerk.

[0013] Die vorliegende Erfindung befasst sich im Speziellen mit der inline Messung in Bogenoffset-Druckmaschinen, ist aber auch für andere Druckverfahren und -einrichtungen geeignet. Die Erfindung beinhaltet, wie schon erwähnt, im wesentlichen eine spezielle Auslegung der Messtechnik und Messgeometrie sowie Korrekturmethode für die inline Messwerte, welche eine Umwandlung in normgerechte Farb- und Dichtemesswerte für entsprechende stabile externe Proben (Druckerzeugnisse) ermöglichen.

[0014] Inline Messsysteme sind für Rollenoffset-Druckmaschinen erhältlich, z. B. das System ColorControl-System (CCS) von QuadTech. Diese Systeme werden aber am Ende der Rollenoffset-Druckmaschine nach den Trocknungssystemen eingebaut. Zum Zeitpunkt der Messung ist das Druckmaterial schon trocken und in einem stabilen Zustand. Eine prozessabhängige Korrektur der Messwerte ist hier nicht nötig.

[0015] Andererseits werden in Flexo-, Tief- und Rollenoffset-Druckmaschinen auch sogenannte „Webinspection“ Systeme für die Farbmessung und -kontrolle eingesetzt. Ein Beispiel ist das Print-Vision 9000 NT System von Advanced Vision Technology (AVT). Diese Systeme benützen bildgebende Messtechniken, welche die Druckvorlage auf zweidimensionalen oder eindimensionalen CCD Sensoren abbilden. Die Farbwerte wurden mit nicht normkonformen Filterfunktion bestimmt und entsprechen Kameraspezifischen RGB Werten. Diese Messwerte werden in CIE Farbwerte transformiert. Die Umrechnung der Messwerte entspricht nicht einer druckprozessabhängigen Korrektur, sondern einer farbmetrischen Charakterisierung des Messsystems, wie es auch in gebräuchlichen Color Management Systemen für die Bildschirm-, Kamera- und Scanner-Profilierung eingesetzt wird. Eine allgemeine Beschreibung dieser Technik befindet sich in der Publikation „Digital Color Management, Encoding Solutions“ von E. Giorgianni.

Ausführungsbeispiel

[0016] Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

[0017] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemässen Druckeinrichtung,

- [0018] [Fig. 2](#) ein Prinzipschema eines spektral arbeitenden, zum Einsatz in der Druckeinrichtung nach [Fig. 1](#) geeigneten Messanordnung,
- [0019] [Fig. 3a, Fig. 3b](#) zwei Skizzen zur Erläuterung einer erfindungsgemässen Messgeometrie,
- [0020] [Fig. 4](#) ein Diagramm zur Erläuterung der Messgeometrie der [Fig. 3](#),
- [0021] [Fig. 5](#) ein allgemeines Blockschema des erfindungsgemässen Verfahrens,
- [0022] [Fig. 6](#) ein Blockschema eines speziellen Ausführungsbeispiels des erfindungsgemässen Verfahrens und
- [0023] [Fig. 7a, Fig. 7b](#) zwei Diagramme zur Erläuterung von nach dem erfindungsgemässen Verfahren vorgenommenen rechnerischen Messwertkorrekturen.
- [0024] In der [Fig. 1](#) ist eine Bogenoffsetdruckmaschine als Ganzes mit **1** bezeichnet. Die Druckmaschine verfügt über vier (oder ggf. auch mehr) Druckwerke **11–14** und bedruckt Bogen, welche an einem sog. Anleger **15** bereitgestellt werden. Die Bogen werden zunächst im ersten Druckwerk **11** mit einer ersten Farbe bedruckt, dann an das zweite Druckwerk **12** weitergereicht, bis sie schliesslich mit allen Farben fertig bedruckt das letzte Druckwerk **14** verlassen. Am letzten Druckwerk **14** ist eine Messanordnung **20** vorgesehen, welche die Bogen (an deren dafür vorgesehenen Messstellen) unmittelbar nach dem Druck ausmisst. Anschliessend werden die Druckbogen weiteren Verarbeitungsstufen, z.B. einer Trocknereinheit und einem Lackierwerk **16** zugeführt und schliesslich in einem sog. Ausleger **17** ausgegeben. Bis auf die Messung während des Druckprozesses bzw. unmittelbar danach ist die Druckmaschine soweit Stand der Technik, so dass der Fachmann keiner näheren Erläuterung bedarf.
- [0025] Die inline Messanordnung **20** umfasst in an sich bekannter Weise einen oder mehrere simultan messende Messköpfe. Die Messköpfe können auch in verschiedenen Druckwerken eingebaut sein. Aus Kostengründen ist es aber sinnvoll, die Messung der Farben aller beteiligten Druckwerke an einem gemeinsamen Ort nach dem letzten Druckwerk zu vereinen. Die Messköpfe sind bevorzugt in einer Reihe rechtwinklig zur Druckrichtung angeordnet. Die Messeinheit **20** beinhaltet weiter eine automatisierte lineare Bewegungseinrichtung senkrecht zur Druckrichtung, so dass jeder Punkt über die Bogenbreite angefahren und gemessen werden kann. Die mechanische Ausbildung einer automatisierten Messanordnung mit mehreren Messköpfen ist an sich bekannt und bedarf soweit keiner näheren Erläuterung.
- [0026] In der [Fig. 1](#) ist ferner ein Korrekturrechner **40** dargestellt, welcher die von der Messanordnung erfassten Messwerte erhält und diese nach der Korrektur einem Steuerrechner **50** zuführt, der schliesslich damit in an sich bekannter Weise die Druckwerke **11–14** der Druckmaschine **1** steuert. Auf den Korrekturrechner **40** bzw. dessen Funktionen wird weiter unten eingegangen.
- [0027] Bei hohen Druckgeschwindigkeiten erfolgt die Messung unmittelbar nach dem Farbauftrag am letzten Druckwerk. Die Zeitdifferenz zwischen Messung und Farbauftrag beträgt nur einen Bruchteil einer Sekunde. Der Forschungsbericht Nr. 52.023 der Fogra enthält Bilder, welche den Zustand der Farbschicht unmittelbar nach der Farbspaltung am Druckspalt zeigen. Auf diesen Bildern ist die Entstehung von Fäden, den sogenannten Microstripes, zwischen Gummituch und Druckbogen sichtbar. Diese Fäden haben einen Durchmesser von 30 bis 60 Mikrometern und reissen nach einer bestimmten Entfernung vom Druckspalt ab. Das Resultat ist eine Farbschicht mit einer im Verhältnis zur Schichtdicke makroskopischen Oberflächenmodulation, welche zum Zeitpunkt der inline Messung noch nicht abgeklungen ist. Bei der Messung der Farbe vom letzten Druckwerk wird die Oberflächenmodulation direkt durch die Fadenbildung der Farbspaltung verursacht. Bei der Messung von Farben von vorderen Druckwerken tritt ein reduzierter Effekt auf, welcher durch die Interaktion der frischen Farbe auf dem Druckbogen mit dem Gummituch des letzten Druckwerks verursacht wird. Dabei wird eine Emulsion von Farbresten und Feuchtmittel auf die Farbschicht übertragen.
- [0028] Die Oberflächenmodulationen der Farbschicht beeinflussen die Messwerte. Sie sind abhängig von einer Vielzahl von Druckprozessparametern, wie zum Beispiel Druckgeschwindigkeit, Druckwerk, Substrat- und Farbtyp. Ausserdem werden Unterschiede zwischen inline und extern ermittelten Messwerten auch durch das Trocknungsverhalten der Farbe auf dem Substrat hervorgerufen, welches eine deutlich längere Zeitkonstante aufweist.
- [0029] Die Unterschiede zwischen inline und extern ermittelten Messwerten müssen für die praktische Ver-

wertung der Messwerte korrigiert werden. Das erfindungsgemässe Verfahren wendet für diese Korrektur eine messtechnische Komponente (spezielle Ausbildung der Messanordnung **20**) sowie rechnerische Komponenten an, welche letztere im Korrekturrechner **40** ausgeführt werden.

[0030] Das Ziel für die messtechnische Komponente ist es, den Einfluss der prozessabhängigen Störeffekte maximal zu reduzieren und möglichst eindeutige Messwerte zu liefern. Ausserdem müssen für die Auslegung der Messtechnik oft zusätzliche Randbedingungen berücksichtigt werden, wie zum Beispiel Bauraumlimitationen in der Druckmaschine oder variierender Messabstand, welchen Randbedingungen gemäss einem weiteren Aspekt der Erfindung durch Abweichungen von der normierten $0^\circ/45^\circ$ Messgeometrie Rechnung getragen werden kann. Die verbleibenden Messwertabweichungen gegenüber extern ermittelten, normgerechten Messwerten werden dann mittels numerischer Korrekturmassnahmen bzw. -modelle im Korrekturrechner **40** kompensiert.

[0031] Die Pfeile in [Fig. 1](#) stellen den Datenfluss der Messwerte dar. Die Messwerte können je nach verwendeter Messtechnik der Messanordnung **20** Dichtewerte, Farbwerte oder Remissionsspektren sein. Tatsächlich ist der Datenfluss zwischen den Komponenten bidirektional. Die von der Messanordnung **20** erfassten Messdaten werden in digitaler Form an den Korrekturrechner **40** übermittelt. Dieser korrigiert die Messdaten und leitet sie an den Steuerrechner **50** der Druckmaschine **1** weiter. Die korrigierten Messdaten können vom Steuerrechner **50** aus für den Drucker dargestellt, abgespeichert, oder für die Farbregelung der Druckmaschine verwendet werden. Dabei werden in an sich bekannter Weise die (korrigierten) Messdaten für die Farbregelung mit Soll-Werten **51** verglichen und daraus die Einstellungen der Druckwerke **11–14** bestimmt und an diese elektronisch übertragen.

[0032] Der Korrekturrechner **40** benötigt für die Umrechnung der Messwerte prozessspezifische Korrekturparameter, welche in einer Korrektur-Datenbank **41** zur Verfügung gestellt werden. Der Korrekturrechner **40** benötigt für die Auswahl der Korrekturparameter aus der Datenbank **41** Information **42** über den aktuellen Druckprozess. Diese notwendigen Informationen **42**, zum Beispiel Substrattyp, Farbtyp und Druckwerkzuordnung, werden vom Drucker am (nicht dargestellten) Steuerpult der Druckmaschine **1** ausgewählt oder eingegeben und in der Praxis über den Steuerrechner **50** an den Korrekturrechner **40** übermittelt.

[0033] Im folgenden wird die spezielle erfindungsgemässe Ausbildung der Messanordnung **20** anhand der [Fig. 2](#) und 3 näher erläutert.

[0034] Die Messeinheit **20** besteht, wie schon erwähnt, aus einem Balken, in dem sich mehrere in einer Reihe quer zur Papierlaufrichtung montierte Messköpfe **21** befinden, wobei der Balken am Ende des letzten Druckwerks einer Offsetdruckmaschine eingebaut ist. Die Messköpfe selbst sind auf einem motorgetriebenen Schlitten montiert, welcher innerhalb des Balkens elektronisch gesteuert quer zur Papierlaufrichtung bewegt werden kann. Auf diese Weise ist es möglich, beliebige Messorte auf dem Papier zu erfassen.

[0035] Um den knappen Bauraum in der Druckmaschine optimal ausnützen zu können, verfügt die Messanordnung **20** neben den Messköpfen **21** auch noch über separate Messköpfe zur Bestimmung der Papier- und Registerlage. Ausserdem ist die Messanordnung mit einem Drehgeber des Druckwerks verbunden, so dass der Messablauf mit der Drehbewegung des Druckzylinders synchronisiert werden kann.

[0036] Ein typischer Messkopf **21** ist in [Fig. 2](#) schematisch dargestellt. Die Messgeometrie entspricht dem Farbmessstandard $0/45^\circ$ gemäss DIN 5033. Die Beleuchtung von einer Lichtquelle **22** erfolgt dabei unter 0° und wird mittels eines optischen Systems **23** in die Messebene **24** abgebildet. Als Lichtquelle wird vorzugsweise eine zentrale Blitzlichtquelle eingesetzt, deren Licht mit einem faseroptischen Mehrfachverteiler zu den einzelnen Messköpfen geleitet wird. Das von der Messstelle auf dem Druckbogen reflektierte Messlicht wird unter 45° erfasst. Ein optisches System **25** bildet den Messfleck in der Messebene auf einen Analysator **26** ab. Der Analysator **26** ist als Photodiodenarray-Gitterspektrometer mit einer Fasereinkopplung **27** dargestellt. Der Messkopf **21** in dieser Bauform entspricht einem Spektralphotometer. Die Auslegung eines solchen Messkopfs entspricht soweit dem bekannten Stand der Technik und bedarf deshalb keiner weiteren Erklärung. Prinzipiell können alle bekannten Techniken für die spektrale Analyse des reflektierten Lichts von der Probe verwendet werden. Alternativ kann auch die umgekehrte Messgeometrie $45^\circ/0^\circ$ mit vertauschten Beleuchtungs- und Empfängerkanälen angewendet werden.

[0037] Im folgenden wird der Fall für eine spektrale Messtechnik über den gesamten sichtbaren Bereich beschrieben. Die Messwerte sind dabei ein Remissionsspektrum, welches dem spektralen Reflektionsgrad der Probe von typischerweise 400 bis 700 nm mit einer spektralen Auflösung von 10 oder 20 nm entspricht. Dichte-

und Dreibereich-Farbmessköpfe benützen nur einen Teilbereich dieses Spektrums. Die messtechnischen Aspekte und die Korrekturmodelle für diese spektralen Teilbereiche sind aber identisch zum allgemeinen Fall und können direkt aus dem spektralen Fall abgeleitet werden.

[0038] Die inline Messtechnik muss, wie schon erwähnt, kompatible Messwerte zu einer externen Referenz liefern können. Die externe Referenz wird durch Messwerte auf stabilen Proben mit einem normgerechten Spektralphotometer mit 0°/45° Messgeometrie definiert. Stabile Probe heisst in diesem Zusammenhang, dass die Effekte der Farbspaltung abgeklungen sind und dass die Probe fertig verarbeitet ist. Ausserdem muss sich die Farbschicht in einem definierten externen Zustand befinden.

[0039] Die inline Messanordnung muss aus diesem Grund die Effekte der variierenden Oberflächenstruktur unterdrücken. Zu diesem Zweck werden gemäss einem Aspekt der Erfindung im Beleuchtungs- und Empfängerkanal des Messkopfs **21** Polarisationsfilter **28** und **29** eingesetzt. Die Polarisationsfilter bestehen aus linearen Polarisatoren und werden mit gegeneinander senkrecht stehenden Polarisationsachsen im Beleuchtungs- und Empfängerkanal eingebaut. Der Einsatz von Polarisationsfiltern ist bei der Dichtemessung in Handmessgeräten an sich bekannt. Eine Beschreibung dieser Technik ist in der Publikation „Farbe und Qualität“ der Firma Heidelberger Druckmaschinen AG enthalten. Die erfindungsgemässe Anwendung von Polarisationsfiltern bei der inline Messung zum Zwecke der Eliminierung bzw. Unterdrückung des Oberflächeneffekts, d.h. die Unterdrückung derjenigen Komponente des Messlicht, welche direkt an der strukturierten Oberfläche der Farbschicht reflektiert wird, ist jedoch bisher in der Literatur nicht beschrieben.

[0040] Eine weitere spezielle Auslegung der Messtechnik ist, dass zusätzlich zum Polarisationsfilter im Beleuchtungskanal ein UV-Filter **30** eingebaut wird, welches den Ultraviolett (UV) Anteil des Beleuchtungsspektrums unterhalb von 400 nm unterdrückt. Dieses UV Sperrfilter **30** kann zum Beispiel mit einem Filterglass vom Typ GG420 der Firma Schott realisiert werden. Das UV Sperrfilter verhindert, dass die Fluoreszenz der Aufhellerzusätze im Papier angeregt werden kann. Dadurch wird für die inline Messung eine bessere Reproduzierbarkeit der Messdaten von Bogen zu Bogen und vor allem von Auftrag zu Auftrag erreicht, da die Aufhelleranteile im Papier schwanken können. Ausserdem wird mit dem UV Sperrfilter **30** die Übereinstimmung mit den externen Referenzwerten verbessert, da das externe Messgerät eine andere Beleuchtungsquelle verwenden kann.

[0041] Weitere Randbedingungen in der Druckmaschine können die Auslegung der Messanordnung **20** beeinflussen, zum Beispiel limitierter Bauraum in der Druckmaschine oder unsaubere Papieraufgabe in der Messebene. Diesen Randbedingungen kann nach einem weiteren wichtigen Aspekt der Erfindung durch eine von der normierten 0°/45°-Messgeometrie abweichende Messgeometrie Rechnung getragen werden.

[0042] Die [Fig. 2](#) zeigt, dass der Abstand **31** von der Unterkante des Messkopfs **21** zur Messebene **24** einen massgeblichen Einfluss auf die Baugrösse der Messanordnung **20** hat. Er bestimmt nämlich in der Normgeometrie die Distanz zwischen Beleuchtungs- und Empfängerkanal an der Unterkante der Messanordnung. Ausserdem ist ersichtlich, dass sich Empfänger- und Beleuchtungskanal in der Messebene lateral gegeneinander verschieben (Pfeil **32**), wenn sich der Messabstand **31** ändert. Die gegenseitige Verschiebung limitiert den Arbeitsbereich der Messoptik.

[0043] Eine Verbesserung für den Bauraum und den Arbeitsbereich wird erreicht, wenn Beleuchtungs- und Empfängerkanal auf der gleichen Seite von der Senkrechten auf der Messebene angeordnet sind. Diese erfindungsgemässe Konfiguration ist in den [Fig. 3b](#) dargestellt. [Fig. 3a](#) zeigt im Vergleich dazu die Normgeometrie 0°/45°. Bei einer Änderung des Messabstandes wird der laterale Versatz zwischen Beleuchtung und Empfänger reduziert. Die Messwinkel entsprechen in [Fig. 3b](#) nicht mehr der Normgeometrie. Da jede Abweichung von der Normgeometrie unweigerlich auch Messwertabweichungen nach sich zieht, müssen die neuen Messwinkel so gewählt werden, dass sich möglichst kleine Abweichungen zur Messung mit Normgeometrie ergeben. Da unter Einsatz von Polarisationsfiltern gemessen wird, entspricht diese Forderung der Bedingung, dass die Weglängen der Lichtstrahlen in der Farbschicht für die verschiedenen Messgeometrien identisch sind. Dies entspricht gleichem Absorptionsverhalten. Die Bedingung für gleiche Absorptionswege in der Farbschicht kann in erster Näherung durch die folgende Gleichung [1] beschrieben werden:

$$\frac{1}{\cos(\beta_B)} + \frac{1}{\cos(\beta_E)} = 1 + \frac{1}{\cos(\alpha_E)} = 2.13 \quad [1]$$

[0044] Darin sind:

β_B : mittlerer Beleuchtungswinkel in der Farbschicht mit Brechungsindex n
 β_E : mittlerer Empfängerwinkel in der Farbschicht mit Brechungsindex n
 α_E : Empfängerwinkel in Normgeometrie in der Farbschicht ($n \sin(\alpha_E) = \sin 45^\circ$)
 n : Brechungsindex der Farbschicht $n = 1.5$

[0045] Die entsprechenden Beleuchtungswinkel und Empfängerwinkel in Luft können ausgehend von den Winkeln in der Farbschicht mit dem bekannten Brechungsgesetz (H. Haferkorn, Optik, S. 40) berechnet werden.

[0046] Die Kombinationen von Beleuchtungs- und Empfängerwinkeln in Luft, welche Gleichung [1] erfüllen, sind in [Fig. 4](#) in Form eines Diagramms dargestellt. Die Koordinatenachsen bezeichnen dabei den Beleuchtungswinkel und den Empfängerwinkel in Luft, die Punkte auf der Kurve **33** entsprechen je einem Winkelpaar für die Messgeometrie. Besonders zweckmässig und vorteilhaft für die inline Messung sind Beleuchtungswinkel grösser als 10° mit den entsprechenden Empfängerwinkeln kleiner als 45° .

[0047] Die vorstehend erläuterte erfindungsgemässe Messgeometrie ist auch interessant für eine Messtechnik ohne Polarisationsfilter. Die gekreuzten Polarisationsfilter verursachen einen grossen Signalverlust und können nicht angewendet werden, wenn zum Beispiel eine schwache Lichtquelle verwendet werden muss. Auch in diesem Fall ist es notwendig, die Reflektionskomponente von der modulierten Oberfläche zu reduzieren. Dies wird nach einem weiteren Aspekt der Erfindung erreicht, indem der Beleuchtungskanal in Richtung des Empfängerkanals verkippt wird. In [Fig. 3b](#) ist ersichtlich, dass dadurch die Winkeltrennung zwischen dem gerichteten Reflex an der Oberfläche und dem Empfängerwinkel vergrössert wird. Die Messwinkel sollen in diesem Fall auch die Gleichung [1] erfüllen. Vorteilhafte Messgeometrien sind Beleuchtungswinkel im Bereich 10° bis 15° und Empfängerwinkel im Bereich 40° bis 45° .

[0048] Im folgenden werden die rechnerischen Korrekturmassnahmen für die Messwerte und die zugrundeliegenden Korrekturmodelle näher erläutert.

[0049] Das Ziel aller Korrekturmassnahmen, also sowohl der messtechnischen als auch der rechnerischen, ist es, die inline Messwerte mit entsprechenden externen Referenzwerten kompatibel zu machen. Unter Referenzwerten werden dabei diejenigen Messwerte verstanden, welche mit einem normgerechten Farbmessgerät auf fertig gedruckten Bogen ausserhalb der Druckmaschine erhalten werden. Für die Korrektur der Messwerte werden dabei drei verschiedene Zustände unterschieden, welche im folgenden genauer definiert sind.

[0050] Der Zustand 1 entspricht der inline Messung in der Druckmaschine mit der Messanordnung **20**. Zum Messzeitpunkt ist die Farbschicht auf dem Substrat noch nass. Ausserdem ist die Oberfläche der Farbschicht durch die Effekte der Farbspaltung am letzten Druckwerk stark gestört.

[0051] Der Zustand 2 entspricht der Situation, wenn ein Bogen direkt nach dem Druckprozess aus dem Ausleger **17** entnommen und daran eine Farbmessung vorgenommen wird. In diesem Zustand 2 ist die Farbschicht noch nass. Die Effekte der Farbspaltung sind bereits abgeklungen. Die Oberfläche der Farbschicht kann als glatt spiegelnd mit maximalem Glanz angenommen werden, es tritt nur noch ein minimaler Oberflächeneffekt auf.

[0052] Der Zustand 3 entspricht der Situation, wenn die Farbmessung an einem Druckbogen mit komplett getrockneter Farbe ausgeführt wird. Der Trocknungsprozess dauert typischerweise mehrere Stunden. In diesem Zustand hat der Farbfilm die mikroskopische Oberflächenrauigkeit des Substrats angenommen. Bei gestrichenen Papieren bleibt die Farbschicht während dem Trocknungsprozess auf dem Substrat, die Dicke der Farbschicht auf dem Substrat bleibt erhalten. Bei ungestrichenen Papieren dringt während des Trocknungsprozesses ein Teil oder sogar die gesamte Menge der Farbpigmente in das Substrat ein. Dieser Effekt verändert die Dichte- und Farbmesswerte und muss korrigiert werden.

[0053] Die weiter unten beschriebenen erfindungsgemässen Korrekturmodelle ermöglichen die Umrechnung der Messwerte zwischen diesen drei Zuständen. Die Umrechnung ist in beide Richtungen möglich.

[0054] Für die praktische Implementierung wird gemäss der Erfindung vorteilhaft ein sequentieller Ablauf gewählt, d.h. die von der Messanordnung **20** gelieferten inline Messwerte entsprechend Zustand 1 werden zuerst in dem Zustand 2 (externe Messung nass) entsprechende Messwerte transformiert und anschliessend werden diese dem Zustand 2 entsprechenden Messwerte in dem Zustand 3 (externe Messung trocken) entsprechende Messwerte transformiert. Dieser sequentielle Korrekturablauf ist in [Fig. 5](#) schematisch dargestellt. Die Korrektur

tur der Messwerte von Zustand 1 (Block 401) nach Zustand 2 (Block 402) beinhaltet hauptsächlich die Korrektur der Effekte der Farbspaltung (Block 404). Die Korrektur von Zustand 2 (Block 402) nach Zustand 3 (Block 403) entspricht der Korrektur des Trocknungsverhaltens der Farbschicht auf dem speziellen Substrattyp (Block 405). In dieser Implementierung gibt es genau einen externen Referenzzustand (Zustand 2, Block 402), in den alle inline Messwerte (Block 401) transformiert werden. Ausgehend von diesem Zustand 2 werden die Messdaten dann für alle Anwendungen weiterverarbeitet. Die typischen Anwendungen sind Anzeige der Messwerte (Block 406), Abspeichern der Messwerte als Sollwerte für den Druckjob (Block 407), Kommunikation der Sollwerte an eine andere Druckmaschine (Block 406) und Verwendung als aktueller Ist-Wert für die Farbregelung (Block 407).

[0055] Für die Ermittlung von Referenzwerten in den Zuständen 2 und 3 ist es sinnvoll, dass ein externes Messgerät zusammen mit der inline Messanordnung 20 verwendet wird. Die korrigierten Messwerte in Zustand 2 und 3 müssen den Referenzwerten entsprechen, welche der Messung mit einem normgerechten Spektralphotometer, Farbmess- oder Dichtemessgerät entsprechen. Um messtechnische Differenzen zwischen der inline und der externen Messung klein zu halten, werden die externen Referenzwerte mit einem Messgerät durchgeführt, welches mit gleichen Messfiltern wie in der inline Messanordnung 20 ausgerüstet ist. Dies bedeutet, dass in der bevorzugten Realisierung des Verfahrens die externen Referenzwerte mit einem Messgerät ermittelt werden, welches mit Polarisationsfiltern und einem UV-Sperrfilter ausgerüstet ist.

[0056] Wenn die inline Messanordnung 20 und das externe Messgerät nicht die gleiche Bandbreite verwenden, zum Beispiel Spektralphotometer mit 10 nm oder 20 nm spektraler Auflösung, wird eine numerische Bandpasskorrektur durchgeführt. Die Bandpasskorrektur kann wie in der Norm ISO 13655 (Norm ISO 13655, Graphic Technology – Spectral measurement and colorimetric computation for graphic arts images, Annex A, 1996) beschrieben ausgeführt werden.

[0057] Im Weiteren ist es sinnvoll, dass zusammen mit der inline Messanordnung 20 ein externes Messgerät verwendet wird, welches über wechselbare Messfilter in Beleuchtungs- und Empfängerkanal verfügt. Das Messgerät sollte die Messmodi ohne Filter, mit UV-Sperrfilter und mit Polarisationsfiltern unterstützen. Ein Ausführungsbeispiel für ein solches Messgerät ist das Spektralphotometer SpectroEye der Firma Gretag-Macbeth AG. Diese Funktionalität ermöglicht die Übernahme oder die Übermittlung von Messwerten von oder an andere Messsysteme, welche andere Messfilter benützen. Das externe Messgerät kann einen bedruckten Referenzbogen in allen Messmodi messen. Die Messwerte mit dem entsprechenden Messfilter können dann an die inline Messanordnung 20 oder an ein anderes externes System weitergeben werden. Dies ermöglicht im Besonderen die Übernahme von Sollwerten für die Farbregelung, welche mit anderen Messfiltern gemessen wurden.

[0058] Wenn die gemessenen Dichtewerte auf dem Referenzbogen nicht der geforderten Solldichte entsprechen, können die transformierten Messwerte mit einem Korrekturmodell, welches die Schichtdicke verändert, angepasst werden. Diese Transformation kann mit dem Modell für die Schichtdickenmodulation ausgeführt werden, welches im folgenden beschrieben wird.

[0059] Die folgenden Abschnitte beschreiben die theoretische Basis für die erfindungsgemässen rechnerischen Korrekturmaßnahmen (Korrekturalgorithmen). Im ersten Abschnitt wird die Korrektur der inline Messfehler, im zweiten Abschnitt die Korrektur des Trocknungsverhaltens beschrieben. Die praktische Anwendung der Korrekturalgorithmen sowie die konkrete Implementierung des gesamten Korrektursystems sind im Anschluss daran beschrieben.

[0060] Der Ausgangspunkt für die Korrektur bzw. Kompensation der inline Messfehler ist die Farbschicht zum Zeitpunkt der inline Messung mit einer modulierten Oberfläche. Das Resultat der Korrektur muss ein kompatibler Messwert zum externen Zustand 2 sein, welchem eine homogene Farbschicht entspricht.

[0061] Die notwendigen Korrekturparameter und Freiheitsgerade sowie deren Einfluss werden von einem Farbmodell abgeleitet, welches das messtechnische Verhalten der Farbschicht simuliert.

[0062] Das Farbmodell basiert auf der Theorie von Hoffmann, welche eine genaue physikalische Beschreibung des Reflexionsfaktors einer einzelnen, homogenen, nicht streuenden Farbschicht auf einem diffus reflektierendem Substrat ermöglicht. Die Theorie von Hoffmann ist für eine diffuse Messgeometrie ausgelegt. Die Anpassung für den Reflexionsfaktor in der 0/45°-Messgeometrie ist in Gleichung [2] beschrieben:

$$R = c_0 R_0 + \frac{(1 - R_0) e^{-\alpha d / \cos \theta_2} \rho_p I_A}{\sin^2(\alpha_1) (1 - \rho_p I_p)}, \quad [2]$$

mit

c_0	Anteil der Oberflächenreflektion, welcher unter 0° gemessen wird
R_0	Oberflächenreflektionskoeffizient für 45° Einfallswinkel in Luft
α	Absorptionskoeffizient der Farbschicht
d	Schichtdicke der Farbschicht
θ_2	Einfallswinkel in Medium 2 (Farbfilm) mit Brechungsindex n_2 : $n_2 \sin(\theta_2) = n_1 \sin(\theta_1)$
θ_1	Einfallswinkel in Luft unter 45° mit Brechungsindex n_1
ρ_p	diffuser Reflexionsgrad des Substrats
$\sin^2(\alpha_1)$	Normalisierungsfaktor für Absolutweiss für Messgeometrie mit Erfassungswinkel $\alpha_1 = 5^\circ$
I_A	Integral für den gemessener Anteil des ausgekoppelten diffusen Strahlflusses aus der Farbschicht
I_p	Integral für den rückreflektierten diffusen Strahlfluss in der Farbschicht
R_{21}	interner Reflektionskoeffizient in der Farbschicht gegenüber Luft (von Medium 2 zu Medium 1)

[0063] R_0 und R_{21} werden mit den Fresnelschen Formeln (H. Haferkorn, Optik, S.50) berechnet:

$$I_A = 2 \int_0^{\alpha_2} (1 - R_{21}) e^{-\alpha d / \cos \theta} \cos \theta \sin \theta d\theta$$

$$I_p = 2 \int_0^{\pi/2} R_{21} e^{-2\alpha d / \cos \theta} \cos \theta \sin \theta d\theta$$

[0064] Im folgenden werden die Korrekturmodelle für durch die Farbspaltung makroskopisch oberflächenmodulierte Volltonfelder erklärt. Die Anpassung für Rasterfelder kann mit der bekannten Theorie von Neugebauer durchgeführt werden.

[0065] Aus Gleichung [2] ist ersichtlich, dass der Reflektionsfaktor R aus zwei additiven Komponenten besteht. Die erste Komponente entspricht dem Oberflächeneffekt und kann als eine Remissionsdifferenz geschrieben werden:

$$\Delta R_0 = c_0 R_0 \quad [3]$$

[0066] In der Gleichung [3] ist c_0 eine von den massgeblichen Druckprozessparametern abhängige Korrekturfunktion.

[0067] Der Oberflächeneffekt wird wie weiter vorne beschrieben bevorzugt durch messtechnische Mittel, d.h. durch den Einsatz von Polarisationsfiltern in der Messanordnung **20**, eliminiert. In diesem Fall kann $c_0 = 0$ angenommen werden. Wenn Polarisationsfilter nicht zum Einsatz kommen können, muss der Oberflächeneffekt numerisch korrigiert werden. Die Amplitude des Oberflächeneffekts wird durch die massgeblichen Druckprozessparameter beeinflusst. Die Korrekturfunktion c_0 bzw. die Abhängigkeit von den Druckprozessparametern wird experimentell bestimmt. Das allgemeine Verfahren dazu wird weiter unten erklärt.

[0068] Die zweite Komponente in Gleichung [2] beinhaltet die Absorption durch die Druckfarbe sowie die Mehrfachreflexionen an den Grenzflächen der Farbschicht. Die Mehrfachreflexionen werden in der Fachliteratur als Lichtfang bezeichnet.

[0069] Die modulierte Oberfläche der Farbschicht nach der Farbspaltung beeinflusst das Absorptionsverhalten und den Lichtfang. Das Verhalten und der Einfluss beider Effekte kann wie folgt abgeleitet werden.

[0070] Die Modulation der Oberfläche führt dazu, dass die Dicke der Farbschicht an bestimmten Stellen kleiner ist als die entsprechende Schichtdicke ohne Modulation. Durch diesen Effekt wird das mittlere Absorptionsvermögen der Farbschicht reduziert. Der Effekt kann deshalb in Gleichung [2] durch eine Anpassung des Produkts von Absorptionskoeffizient α und Schichtdicke d beschrieben werden. Eine Möglichkeit für die Implementierung ist die Multiplikation mit einem prozessabhängigen Korrekturfaktor c_1 , welcher in Funktion der Schichtdickenmodulation Werte kleiner gleich 1 annimmt. Die Werte nach der Korrektur der Schichtdickenmodulation sind durch Gleichung [4] beschrieben

$$\alpha d_c = \alpha d c_1. \quad [4]$$

wobei αd_c anstelle von αd in die Gleichung [2] einzusetzen ist. c_1 ist eine von den massgeblichen Druckprozess-

sparametern abhängige Korrekturfunktion, die, wie weiter unten noch ausgeführt ist, experimentell mit Charakterisierungsmessungen bestimmt werden kann.

[0071] Die modulierte Oberfläche beeinflusst auch den Lichtfang der Farbschicht, da die Modulation die Einfallswinkel der Lichtstrahlen und somit den Grenzwinkel für die Totalreflektion an der Oberfläche beeinflusst. Eine elegante Implementierung dieser Abhängigkeit in Gleichung [2] wird erfindungsgemäss erreicht, indem in der Rechnung der Brechungsindex der Farbschicht n_2 variiert wird. Die Oberflächenmodulation verkleinert den mittleren Grenzwinkel für die Totalreflektion, wodurch mehr Licht in der Farbschicht gefangen bleibt. Dieses Verhalten entspricht einer Erhöhung des Brechungsindex n_2 . Eine Möglichkeit für die Korrektur des Lichtfangs ist in Gleichung [5] beschrieben:

$$n_{2c} = n_2 c_2, \quad [5]$$

wobei n_{2c} der Brechungsindex nach der Korrektur und c_2 eine multiplikative Korrekturfunktion ist, welche wie die Korrekturfunktionen c_0 und c_1 prozessabhängig ist und experimentell charakterisiert werden muss.

[0072] Die Korrektur der inline Messfehler kann also mit drei verschiedenen Fehlertypen, nämlich Oberflächeneffekt, Schichtdickenmodulation und Lichtfang gemäss den Gleichungen [2] bis [5] implementiert werden. Für die Korrektur werden die drei Korrekturfunktionen c_0 , c_1 , c_2 angewendet, welche in Funktion der Druckprozessparameter parametrisiert sind und deren entsprechende Werte in der schon genannten Korrekturdatenbank 41 abgespeichert sind.

[0073] Die beschriebene Korrektur der inline Fehler anhand des exakten Farbmodells gemäss Gleichung [2] ist zwar ohne weiteres möglich, jedoch ist die numerische Implementierung relativ aufwendig.

[0074] Eine effizientere numerische Implementierung erhält man, wenn man für das Farbmodell die Theorie von Kubelka-Munk mit Berücksichtigung der Oberflächenphänomene (Saunderson Korrektur) verwendet. Dieses Modell entspricht dem Stand der Technik. Eine ausführliche Beschreibung dieser Theorie ist in der Dissertation „Modeles de prédiction de couleurs appliquées à l'impression jet d'encre“ von P. Emmel gegeben (These No. 1857, 1998, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne).

[0075] Die Theorie von Kubelka-Munk gilt für eine diffuse Messgeometrie und streuende Farbschichten. Trotzdem kann sie für die phänomenologische Erklärung der Effekte der inline Messfehler in der 45/0°-Messgeometrie und deren Korrektur verwendet werden.

[0076] Der Reflexionsfaktor einer absorbierenden Farbschicht auf einem diffus streuenden Substrat kann mit der folgenden Gleichung beschrieben werden.

$$R = c_o R_o + \frac{(1 - R_o)(1 - R_2) \rho_p e^{-Kd}}{1 - R_2 \rho_p e^{-Kd}}, \quad [6]$$

[0077] Darin bedeuten

R_2 diffuser Reflexionskoeffizient in der Farbschicht ($R_2 = 0.6$)
 K diffuser Absorptionskoeffizient
 ρ_p diffuser Reflexionsgrad des Substrats

[0078] Die erste additive Komponente $c_o R_o$ entspricht wieder dem Oberflächeneffekt und ist identisch zu Gleichung [2].

[0079] In Gleichung [6] wird ein diffuser Absorptionskoeffizient K eingeführt. Er entspricht nicht der Materialabsorption α in Gleichung [2]. Für einen diffusen Fluss kann als Näherung $K = 2\alpha$ angenommen werden.

[0080] Der Vorteil des Kubelka-Munk Ansatzes ist, dass die Gleichung [6] einfach invertierbar ist, d. h. aus der Remissionsmessung kann direkt das Absorptionsspektrum (Extinktion E) bestimmt werden. Dieser Zusammenhang ist in Gleichung [7] dargestellt.

$$e^{-E} = e^{-Kd} = \frac{R - c_o R_o}{\rho_p ((1 - R_o)(1 - R_2) + R_2 (R - c_o R))}. \quad [7]$$

[0081] Ein Vergleich der Gleichungen [2] und [6] zeigt, dass die Mehrfachreflexionen und die Absorption anders bewertet werden. In dieser Anwendung muss eine Farbe nicht absolut beschrieben werden. Es muss eine relative Messwertkorrektur durchgeführt werden. Deshalb kann die spektrale Extinktion E der Farbe aus Gleichung [7] bestimmt und als Modellparameter verwendet werden.

[0082] Den drei Fehlertypen für die Korrektur der inline Messfehler aus den Gleichungen [2] bis [5] können äquivalente Fehler in der Kubelka-Munk Beschreibung zugeordnet werden:
Der Oberflächeneffekt ist identisch zu Gleichung [3].

$$\Delta R_0 = c_0 R_0 \quad [3]$$

[0083] Die Schichtdickenmodulation gemäss Gleichung [4] wird als multiplikative Korrektur der Extinktion implementiert:

$$E_c = E c_1. \quad [8]$$

[0084] Die Korrektur des Lichtfangs wird im Kubelka-Munk Modell als eine Skalierung des diffusen internen Reflexionskoeffizient R implementiert.

$$R_{2c} = R_2 c_2, \quad [9]$$

c_0 , c_1 und c_2 sind dabei wiederum prozessparameterabhängige Korrekturfunktionen.

[0085] Die Anwendung des Algorithmus für die Korrektur der inline Messfehler mit einem Farbmodell ist schematisch in [Fig. 6](#) dargestellt. Der dargestellte Ablauf entspricht der Korrektur eines spektralen Messwertes des Remissionsspektrums. Die Korrektur des gesamten Remissionsspektrums wird erreicht, indem der Korrekturzyklus für jede Stützstelle des Spektrums durchgeführt wird.

[0086] Als erster Schritt des Korrekturzyklus wird aus dem gemessenen absolutem Remissionswert des Substrats (Papierweissmessung, Block **411**) der diffuse Reflexionsgrad ρ_p des Substrats bestimmt (Block **413**). Der Reflexionsgrad ρ_p kann mit dem Hoffmann Modell (H) aus Gleichung [2] oder dem Kubelka-Munk-Saunderson Modell (KMS) aus Gleichung [6] für eine Farbschicht ohne Absorption und ohne Oberflächeneffekt berechnet werden (Block **412**). Dies entspricht in den Gleichungen [2] und [3] den folgenden Parameterwerten: $c_0 = K = \alpha = 0$, $R_0 = 0.04$.

[0087] Aus dem gemessenen inline Remissionsspektrum in Zustand 1 (Block **421**) wird mit dem inversen KMS Modell nach Gleichung [7] (Block **422**) das Extinktionsspektrum E (Block **423**) von Zustand 1 berechnet. Die festen Modellparameter sind $R_0 = 0.04$, $R_2 = 0.60$, und der in Schritt 1 berechnete diffuse Reflexionsgrad des Substrats ρ_p . Für die Korrektur des Oberflächenwerts wird die für den konkreten Druckjob und für die konkreten Druckprozessparameter geltende Korrekturfunktion c_0 aus der Korrekturdatenbank **41** eingelesen und angewendet.

[0088] Am Extinktionswert E (Block **423**) wird die Korrektur der Schichtdickenmodulation nach Gleichung [8] ausgeführt (Block **424**). Die entsprechende Korrekturfunktion c_1 wird wieder aus der Korrekturdatenbank **41** eingelesen. Das Resultat dieser Operation ist der Extinktionswert gemäss externem Zustand 2 (Block **425**).

[0089] Als nächster Schritt wird der Extinktionswert gemäss Zustand 2 (Block **425**) in den Remissionswert von Zustand 2 (Block **427**) transformiert. Dafür wird das direkte KMS Modell in Gleichung [6] verwendet. Während dieser Operation (Block **426**) wird die Korrektur des Lichtfangs ausgeführt. Der interne Reflektionsfaktor R_2 wird mit der entsprechenden Korrekturfunktion c_2 multipliziert, welche auch aus der Korrekturdatenbank **41** eingelesen wird. Der Oberflächeneffekt wird bei dieser Transformation gleich Null gesetzt.

[0090] Alternativ kann die Korrektur der inline Messwerte auch ohne Farbmodell durchgeführt werden. In diesem Fall wird die Korrektur vorteilhaft direkt am gemessenen Remissionswert R oder dem entsprechenden Dichtewert D ausgeführt. Der Dichtewert D berechnet sich aus dem Remissionswert R nach der bekannten Formel:

$$D = -\log_{10}(R). \quad [10]$$

[0091] Es ist sinnvoll, dass auch in diesem Fall die Messwertabweichung als aus den drei Fehlertypen Ober-

flächeneffekt, Schichtdickenmodulation und Lichtfang zusammengesetzt betrachtet und entsprechend korrigiert wird.

[0092] Der Oberflächeneffekt wird identisch zu Gleichung (3) als additive Komponente zum Reflektionsfaktor R dazugerechnet.

[0093] Das mit dem Hofmann Modell gem. Gleichung [2] simulierte Verhalten der Korrektur der Schichtdickenmodulation gem. Gleichung [4] und der Korrektur des Lichtfangs gem. Gleichung [5] ist in den [Fig. 7a](#) und [Fig. 7b](#) dargestellt. Das Diagramm der [Fig. 7a](#) stellt das Verhalten des relativen Dichtefehlers D_c/D in Funktion des Dichtewertes D für die beiden Konekturtypen dar. Das Diagramm der [Fig. 7b](#) zeigt das Verhalten des relativen Remissionsfehlers R_c/R in Funktion des Remissionswertes R für die beiden Konekturtypen.

[0094] Das Verhalten der Korrektur der Schichtdickenmodulation zeigt einen konstanten relativen Dichtefehler in Funktion der Dichte. Für die direkte Korrekturmethode ohne Farbmodell ist es deshalb sinnvoll, den Schichtdickenmodulationsfehler als multiplikative Korrektur des gemessenen Dichtewertes D gemäss Gleichung [11] zu implementieren:

$$D_c = D c_1, \quad [11]$$

wobei c_1 wieder eine prozessabhängige Korrekturfunktion ist, die aus der Korrekturdatenbank eingelesen wird.

[0095] Analog zeigt das Verhalten des Lichtfangfehlers in [Fig. 7a](#) und [Fig. 7b](#), dass dieser Fehlertyp für die direkte Korrektur ohne Farbmodell am besten als Skalierungsfaktor des Remissionswerts R implementiert wird:

$$R_c = R c_2, \quad [12]$$

wobei c_2 wieder eine prozessabhängige Korrekturfunktion ist, die aus der Korrekturdatenbank eingelesen wird.

[0096] Die [Fig. 7a](#) und [Fig. 7b](#) zeigen auch, dass der Schichtdickenmodulationsfehler und der Lichtfangfehler unterschiedliche Vorzeichen haben und sich gegenseitig kompensieren können. Dieses Verhalten kann numerische Instabilitäten bei der Korrektur verursachen. Aus diesem Grund wird gemäss einem weiteren Aspekt der Erfindung für die Korrektur mit und ohne Farbmodell ein Schwellenwert D_s eingeführt. Für hohe Dichten ist hauptsächlich der Schichtdickenmodulationsfehler dominant. Für geringe Dichten ist der durch den Lichtfang verursachte Fehler dominant, Die Unterscheidung zwischen hohen und geringen Dichten erfolgt durch den Schwellenwert, der vorzugsweise im Bereich von etwa 1.0 gewählt wird.

[0097] Gemäss einer vorteilhaften und besonders zweckmassigen Weiterbildung des erfindungsgemässen Verfahrens wird für einen Dichtewert D grösser als D_s nur der Schichtdickenmodulationsfehler gemäss den entsprechenden Gleichungen [4], [8], oder [11] für eine Korrektur mit oder ohne Farbmodell ausgeführt. Umgekehrt wird für einen Dichtewert D kleiner als D_s nur der Fehler des Lichtfangs gemäss den Gleichungen [5], [9] oder [12] für eine Korrektur mit oder ohne Farbmodell ausgeführt.

[0098] Die Korrektur des Trocknungseffekts ermöglicht die Transformation der Messwertedes Zustandes 2 (extern nass) nach Messwerten des Zustandes 3 (extern trocken).

[0099] Es ist bekannt, dass auf gestrichenem Papier der Trocknungsprozess hauptsächlich einer Veränderung der mikroskopischen Oberflächenstruktur entspricht. Bei Einsatz von Polarisationsfiltern für die Farbmessung wird dieser Effekt eliminiert. Auf gestrichenen Papieren wird deshalb mit Polarisationsfilter keine Korrektur des Trocknungseffekts benötigt. Ohne Polarisationsfilter muss der Oberflächeneffekt gemäss Gleichung [3] als additive Remissionskomponente berücksichtigt werden.

[0100] Auf ungestrichenen Papieren dringt ein Teil der Farbschicht in das Substrat ein. Dieses Verhalten erfordert zusätzliche Korrekturparameter. Die Anwendung eines Farbmodells für diesen Fall ist prinzipiell möglich. Es erfordert einen Ansatz, der zwei über dem Papier liegende Farbschichten simulieren kann. Eine Schicht entspricht dem Farbanteil, der in das Papier eingedrungen ist. Die obere Schicht entspricht der restlichen Farbmenge, welche auf dem Papier geblieben ist. Eine Möglichkeit für die Implementierung ist die Anwendung des Mehrschichten Kubelka-Munk Modells aus der schon genannten Dissertation von P. Emmel. Die Korrektur mit einem Mehrschichten-Farbmodell und das Bestimmen der Modellparameter wird aber komplex. Deshalb wird gemäss einem weiteren Aspekt der Erfindung eine direkte Korrektur der Messwerte, wie sie wei-

ter oben im Zusammenhang mit den Gleichungen [11] und [12] beschrieben ist, vorgenommen.

[0101] Das Trocknungsverhalten auf gestrichenen und ungestrichenen Papieren wird gemäss der Erfindung ebenfalls mit den drei Fehlertypen Oberflächeneffekt, Schichtdickenmodulation und Lichtfang charakterisiert und entsprechend korrigiert. Die benötigten Korrekturfunktion c_0 , c_1 , c_2 werden (nach ihrer Ermittlung) ebenfalls in der Korrekturdatenbank **41** abgelegt und entsprechen einem zweiten Datensatz neben den Korrekturfunktionen für die Korrektur der inline Fehler.

[0102] Im folgenden ist das erfindungsgemässe Verfahren nochmals anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels übersichtlich zusammengefasst.

[0103] Der Korrekturrechner **40** ist mit der Messanordnung **20** verbunden und erhält von dieser für jedes abgetastete Messfeld die Daten der erfassten Spektren. Zusätzlich übermittelt der Steuerrechner **50** dem Korrekturrechner **40** die zu jedem gemessenen Feld passenden Umgebungsparameter, d.h. Maschinen-, Prozess- und Messfeldparameter. Diese Parameter sind im einzelnen: Druckgeschwindigkeit, Nummer des Druckwerks, in dem sich die Messanordnung **20** befindet, Papierklasse (z.B. Glanzpapier, Mattpapier, Naturpapier), Farbtypklasse (z.B. Skalenfarbe Cyan), Messfeldtyp (z.B. Vollton, Raster 70%, Grau) und die Nummer des Druckwerks, in dem das Messfeld gedruckt wurde. Die Korrektur erfolgt fallspezifisch, wobei ein einzelner Fall eine bestimmte Kombination von Umgebungsparametern definiert. So ist beispielsweise die Kombination von „Glanzpapier“, „Skalenfarbe Magenta“, „Volltonfeld“ und „gedruckt auf dem letzten Druckwerk“ ein Fall. In der im Korrekturrechner **40** befindlichen Korrekturdatenbank **41** sind jedem in der Praxis vorkommenden Fall passende Korrekturparameter zugeordnet, welche die schon erwähnten Sätze von (parametrisierten) Korrekturfunktionen c_0 , c_1 und c_2 definieren.

[0104] Die Korrekturdatenbank **41** ist als Tabelle realisiert, in der in jeder Zeile ein Korrekturfalle behandelt wird. Eine einzelne Zeile umfasst einen Satz von Bedingungsparametern (entsprechend den Umgebungsparametern) und einen Satz von Korrekturparametern. Der Korrekturrechner **40** vergleicht für jede Messung die massgebenden Umgebungsparameter mit den Bedingungsparametern in der Korrekturdatenbank **41**. Dazu wird die Tabelle zeilenweise abgearbeitet, bis eine erste Übereinstimmung gefunden wird. Auf diese Weise wird der passende Fall und damit die passenden Korrekturparameter gefunden. Die Tabelle wird von oben (Tabellenanfang) nach unten (Tabellenende) durchlaufen. Die Fälle sind in der Tabelle nach dem Grad der Spezifität geordnet, wobei die Tabelle mit sehr spezifischen Fällen beginnt und mit sehr generischen Fällen endet. Es wird also immer zunächst versucht, eine spezifische Korrektur durchzuführen. Sind dazu keine Fälle definiert, wird die Korrektur stufenweise generischer.

[0105] Im Korrekturrechner **40** wird bei jeder Messung für jeden einzelnen Wert des unkorrigierten Remissionsspektrums entschieden, ob sich dieser im Absorptions-, Transmissions- oder Übergangsbereich der Farbe befindet. Dazu werden die Remissionswerte der einzelnen Wellenlängen (Spektralwerte) mit definierten Schwellenwerten D_s verglichen (siehe oben). Spektralwerte im Transmissionsbereich ($D < D_s$) werden mit der Korrekturfunktion c_2 (vgl. Gleichung [12]) multipliziert, welche durch die in der jeweiligen Tabellenzeile befindlichen Korrekturparameter definiert ist. Spektralwerte im Übergangsbereich ($D \sim D_s$) werden nicht korrigiert. Spektralwerte im Absorptionsbereich ($D > D_s$) werden logarithmiert, mit einer dichteabhängigen Korrekturfunktion c_1 multipliziert (vgl. Gleichung [11]) und anschliessend wieder delogarithmiert, wobei die Korrekturfunktion c_1 typisch ein Polynom zweiten Grades der Dichte ist und dessen Koeffizienten ebenfalls Teil der Korrekturparameter sind. Da mit Polarisationsfiltern gemessen wird, ist kein Oberflächeneffekt vorhanden und damit kann c_0 gleich null gesetzt werden. Das korrigierte Spektrum wird dann an den Steuerrechner (**50**) weitergeleitet.

[0106] Es ist klar, dass vor der eigentlichen Inline-Korrektur zunächst einmal die Korrekturdatenbank **41** erstellt werden muss. Um die einzelnen Korrekturparameter zu bestimmen, werden für alle interessierenden Fälle (vgl. Definition vorstehend) Drucke mit definierten Feldern angefertigt und sowohl mit der Inline-Messanordnung **20** als auch mit einem externen Messgerät ausgemessen. Da die Korrekturparameter stark von der Schichtdicke abhängen, werden Drucke für jeden interessierenden Fall bei jeweils mindestens 3 verschiedenen Schichtdicken angefertigt und ausgemessen. Aus der Gesamtheit dieser Messdaten wird dann für jeden einzelnen Fall ein Satz von Korrekturparametern berechnet, wobei dies natürlich vorzugsweise rechnerunterstützt erfolgt.

[0107] Um die Korrekturparameter für einen Fall zu bestimmen, werden die Spektren der inline Messungen und der extern erfassten Messungen miteinander verrechnet. In einem ersten Schritt wird für jeden Teil des Spektrums anhand eines definierten Schwellenwerts festgelegt, ob sich dieser im Absorptions-, Transmissions- oder Übergangsbereich der Farbe befindet. In einem zweiten Schritt werden daraus die für diese Bereiche

benötigten Korrekturparameter bestimmt, welche die Korrekturfunktionen c_1 und c_2 definieren (c_0 ist bei der Messung mit Polarisationsfiltern nicht erforderlich). Die Korrekturfunktion c_2 wird erhalten, indem die Spektralwerte der Transmissionsbereiche der inline und extern erfassten Messungen jeweils durcheinander dividiert und anschliessend gemittelt werden. Um die als Polynom 2. Grades gewählte dichteabhängige Korrekturfunktion c_1 für den Absorptionsbereich zu erhalten, werden jeweils die Dichtewerte der inline und extern erfassten Messungen durch einander dividiert. Mit den so erhaltenen dichteabhängigen Quotienten werden nach der Methode der kleinsten Quadrate die Koeffizienten des Korrekturpolynoms und damit die Korrekturfunktion c_1 bestimmt. Die Korrekturfunktionen c_1 und c_2 bzw. deren Parameter werden dann in der Korrekturdatenbank **41** nach Fällen strukturiert hinterlegt.

[0108] Das erfindungsgemässe Verfahren erlaubt auch, dass die korrigierten Werte erst nach einer Mittelwertbildung oder einem anderen Verfahren zum Ausgleichen von Fluktuationen der Messwerte bereitgestellt werden. Diese Fluktuation können messtechnisch bedingt sein, stammen aber insbesondere auch vom Druckprozess an und für sich. Gerade beim Offsetdruck ist schon seit langem bekannt (z.B. „Offsetdrucktechnik“, Helmut Teschner), dass der Druckprozess sowohl systematischen wie auch zufälligen Schwankungen unterliegt, wobei diese Schwankungen auch sehr kurzfristiger Natur, d.h. insbesondere auch von Bogen zu Bogen, sein können. Bei konventioneller Vorgehensweise wird zur Messung ein einzelner Bogen nach dem Druck der Druckmaschine entnommen und ausgemessen. Die daraus gewonnenen Messwerte werden dann beispielsweise zur Prozessregelung verwendet oder zur Anzeige gebracht. Es wäre nun durchaus denkbar, auch hier mehrere aufeinanderfolgende Bogen zu messen und die Messwerte miteinander zu verrechnen; aus Zeitgründen wird in der Praxis aber nicht so vorgegangen. Die Folge davon ist, dass bei konventionellem Vorgehen die Messwerte auch die kurzfristigen Schwankungen des Druckprozesses wiedergeben. Es ist nun ein Vorteil des erfindungsgemässen Verfahrens, dass eine Verrechnung der Messwerte mehrerer Messzeitpunkte, insbesondere der Messwerte mehrerer aufeinanderfolgender in der Maschine gemessener Papierbogen, ohne grossen Zeitaufwand möglich ist und damit die mit kurzfristigen Schwankungen behafteten Messwerte bereinigt und Prozessparameter folglich besser geschätzt werden können. Damit kann insbesondere die Prozessregelung genauer arbeiten.

[0109] Es ist ausserdem im Sinne des erfindungsgemässen Verfahrens, dass die korrigierten Messwerte nicht nur wie oben beschrieben direkt nach einer Korrektur des Inline-Fehlers bereitgestellt werden, sondern auch weiteren rechnerischen Verarbeitungsschritten unterworfen werden können. Ein solcher Verarbeitungsschritt ist zum Beispiel die Umrechnung zwischen verschiedenen Messbedingungen. Ein in der Praxis besonders relevanter Fall ist die Umrechnung von Messungen mit unterschiedlichen Filtern. Liegen beispielsweise die korrigierten Messwerte zunächst als mit Polarisationsfiltern gemessene Werte vor, so kann es nötig sein, diese Werte zum Abstimmen mit Vorgaben der Vorstufe mit ohne Polarisationsfiltern gemessenen Werten zu vergleichen. Eine rechnerische Komponente zur Umrechnung von mit Polarisationsfiltern gemessenen Werten in ohne Polarisationsfilter gemessene Werte erfüllt dann diese Aufgabe.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung von Farb- und/oder Dichtewerten für die Überwachung und/oder Regelung des Druckprozesses in einer Druckeinrichtung, speziell einer Bogenoffsetdruckmaschine, wobei Messfelder eines Druckbogens während des Druckprozesses unmittelbar in oder an der laufenden Druckeinrichtung fotoelektrisch ausgemessen und aus den dabei gewonnenen Messwerten die Farb- und/oder Dichtewerte für die betreffenden Messfelder gebildet werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch die Messung unmittelbar im Druckprozess bedingte Messwertabweichungen gegenüber einer Messung ausserhalb des Druckprozesses rechnerisch korrigiert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Messwertabweichungen teilweise auch messtechnisch korrigiert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass Effekte der Farbspaltung am Druckspalt und der dadurch verursachten Oberflächenveränderung durch Einsatz von Polarisationsfiltern (**28,29**) bei der Messung zumindest teilweise eliminiert werden.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass zur Verbesserung der Messwertreproduzierbarkeit UV-Sperrfilter bei der Messung eingesetzt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass Effekte der Farbspaltung am Druckspalt und der dadurch verursachten Oberflächenveränderung durch Einsatz einer Messgeometrie mit einer Winkeltren-

nung zwischen gerichtetem Reflex der Beleuchtung und Empfänger von grösser als 45° zumindest teilweise eliminiert werden.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die rechnerische Messwertkorrektur so erfolgt, dass die Messwerte eines ersten Zustands, der dem Druckbogen unmittelbar im Druckprozess entspricht, in Messwerte eines zweiten Zustands, der einem noch nassen Druckbogen ausserhalb der Druckeinrichtung entspricht, und diese Messwerte schliesslich in Messwerte eines dritten Zustands, der einem trockenen Druckbogen ausserhalb der Druckmaschine entspricht, umgerechnet werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die rechnerische Messwertkorrektur so erfolgt, dass die Messwerte des ersten, zweiten und dritten Zustands gegenseitig in einander umgerechnet werden können.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die rechnerische Korrektur der Messwerte der Messfelder in Abhängigkeit von zu jedem Messfeld relevanten Umgebungsparametern mit Hilfe von Korrekturparametern durchgeführt wird, wobei für jeden in Frage kommenden Satz von Umgebungsparametern entsprechende Korrekturparameter verwendet werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrekturparameter zusammen mit den Umgebungsparametern in einer Datenbank hinterlegt und aus dieser anhand der Umgebungsparameter selektiv abrufbar sind.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messwertkorrektur anhand von drei Fehlertypen erfolgt, die die Messwertabweichungsbeiträge eines Oberflächeneffekts, einer Schichtdickenmodulation und eines Lichtfangs darstellen.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Messwertabweichungsbeiträge des Oberflächeneffekts, der Schichtdickenmodulation und des Lichtfangs mit Hilfe je einer Korrekturfunktion berechnet werden, wobei die Korrekturfunktionen durch die Korrekturparameter definiert sind.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Messwertkorrektur auf der Basis eines Farbmodells durchgeführt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Messwertabweichungsbeitrag der Schichtdickenmodulation als multiplikativer Faktor des Produkts aus Schichtdicke und Absorptionskoeffizient oder der Extinktion berechnet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Messwertabweichungsbeitrag des Lichtfangs durch eine Modifikation des Brechungsindex der Farbschicht berechnet wird.

15. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Messwertabweichungsbeitrag des Lichtfangs durch eine multiplikative Veränderung des internen integralen Reflektionskoeffizienten der Grenzfläche Farbschicht zu Luft berechnet wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12–15, dadurch gekennzeichnet, dass die Messwertkorrektur in einem sequentiellen Korrekturzyklus durchgeführt wird, wobei zuerst der diffuse Reflektionsgrad des Bogens anhand einer Papierweissmessung berechnet wird, dann der Oberflächeneffekt korrigiert wird, dann anhand eines zum gewählten Farbmodell inversen Farbmodells die Extinktion berechnet wird, dann anhand der Extinktion der Messwertfehlerbeitrag der Schichtdickenmodulation korrigiert wird, und dann anhand des gewählten Farbmodells der Messwertfehlerbeitrag des Lichtfangs korrigiert und schliesslich ein korrigierter Remissionswert berechnet wird.

17. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messwertkorrektur direkt auf den Messwerten durchgeführt wird, wobei der Messwertfehlerbeitrag der Schichtdickenmodulation als Skalierungsfehler des gemessenen Dichtewerts und Messwertfehlerbeitrag des Lichtfangs als Skalierungsfehler des Reflektionsfaktors angesetzt wird.

18. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrektur des Messwertfehlerbeitrags der Schichtdickenmodulation und die Korrektur des Messwertfehlerbeitrags des Lichtfangs separat für verschiedene Bereiche des gemessenen Remissionswerts angewendet werden, wobei

für Remissionswerte, deren daraus berechnete Dichtewerte über einem Dichteschwellenwert liegen, nur der Messwertfehlerbeitrag der Schichtdickenmodulation korrigiert wird und für alle anderen Remissionswerte nur der Messwertfehlerbeitrag des Lichtfangs korrigiert wird.

19. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messwertkorrektur vom zweiten Zustand in den dritten Zustand ebenfalls auf der Basis von drei Messwertfehlerbeiträgen von Oberflächeneffekt, Schichtdickenmodulation und Lichtfang erfolgt, wobei ein zweiter Satz von Korrekturparameter analog denjenigen für die Korrektur vom ersten in den zweiten Zustand verwendet wird und dieser zweite Satz von Korrekturparametern ebenfalls in der Korrekturdatenbank zur Verfügung gestellt wird.

20. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Korrekturdatenbank generische Korrekturparameter hinterlegt werden, die für typische Papiersorten und Standardprozessfarben ausgelegt sind.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass in der Korrekturdatenbank zusätzlich spezifische Korrekturparameter hinterlegt werden, die für Spezialfälle ausgelegt sind, in denen die generischen Korrekturparameter nicht gültig oder ungenau sind.

22. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrekturparameter aus Messwerten von mit systematisch variierten Umgebungsparametern erzeugten Drucken im ersten Zustand und aus Referenzmesswerten dieser Drucke im zweiten und/oder dritten Zustand berechnet werden.

23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Referenzwerte mit einem externen Messgerät gemessen werden, das mit gleichen Messfiltern ausgestattet ist wie die interne Messanordnung innerhalb der Druckeinrichtung.

24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass Unterschiede in der spektralen Auflösung zwischen dem externem Messgerät und der internen Messanordnung mit einer numerischen Bandpasskorrektur behoben werden.

25. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass für die Messung der Referenzwerte ein externes Messgerät verwendet wird, welches mehrere wechselbare Messfilter aufweist, und dass Referenzmessungen in verschiedenen Messmoden des externen Messgeräts durchgeführt werden, wobei die Messdaten zwischen der internen Messanordnung und anderen Messsystemen mit anderen Messfiltern ausgetauscht werden können.

26. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass im Fall, dass die gemessene Dichte auf dem Referenzbogen nicht der geforderten Solldichte entspricht, die für den geforderten Messfilter transformierten Messwerte mit einem Korrekturschritt angepasst werden.

27. Druckeinrichtung, insbesondere Bogenoffsetdruckmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine inline Messanordnung (20) zur fotoelektrischen Ausmessung von Messstellen eines Druckbogens unmittelbar während des Druckprozesses aufweist, wobei Mittel (40) vorhanden sind, um aus den bei der Ausmessung gewonnenen Messwerten die Farb- und/oder Dichtewerte für die betreffenden Messstellen zu bilden, und dass sie einen Korrekturrechner (40) aufweist, der durch die Messung unmittelbar im Druckprozess bedingte Messwertabweichungen gegenüber einer Messung ausserhalb des Druckprozesses rechnerisch korrigiert.

28. Druckeinrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Messanordnung (20) dazu ausgebildet ist, den durch den Oberflächeneffekt bedingten Anteil der Messwertabweichung zumindest teilweise zu unterdrücken.

29. Druckeinrichtung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Messanordnung (20) Polarisationsfilter (28,29) und vorzugsweise auch ein UV-Sperrfilter (30) aufweist.

30. Druckeinrichtung nach einem der Ansprüche 27–29, dadurch gekennzeichnet, dass die Messanordnung (20) eine von der normierten Messgeometrie 0/45° abweichende Messgeometrie aufweist, wobei die Messwinkel von Beleuchtung und Empfänger so gewählt sind, dass sie auf der gleichen Seite der Normalen auf die Messebene angeordnet sind und die entsprechende Weglänge der Hauptstrahlen von Empfänger und Beleuchtung in der Farbschicht identisch zur normierten Messgeometrie sind.

31. Druckeinrichtung nach einem der Ansprüche 27–30, dadurch gekennzeichnet, dass der Korrekturrechner (**40**) dazu ausgebildet ist, das Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1–20 auszuführen.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

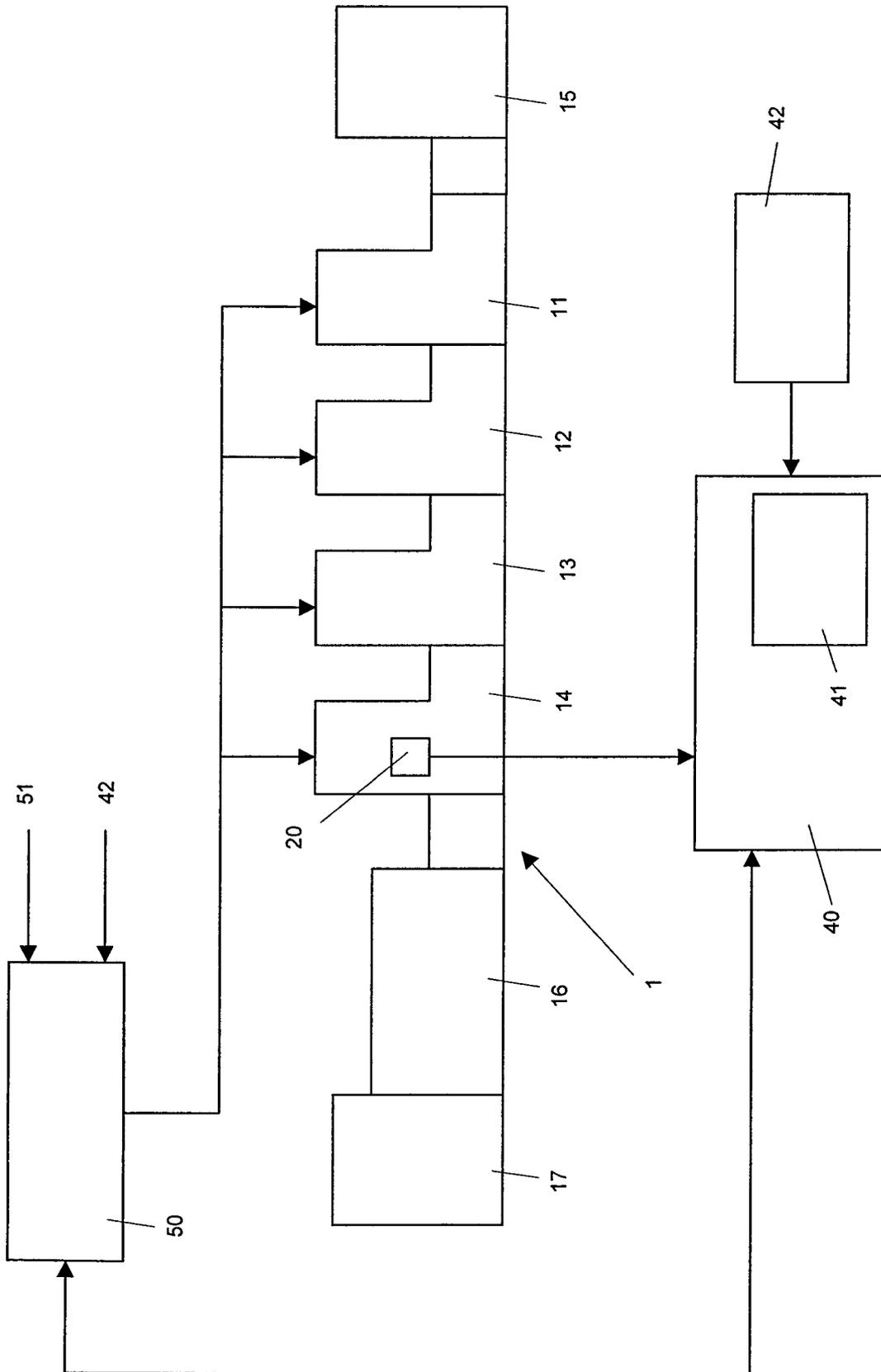


Fig. 1

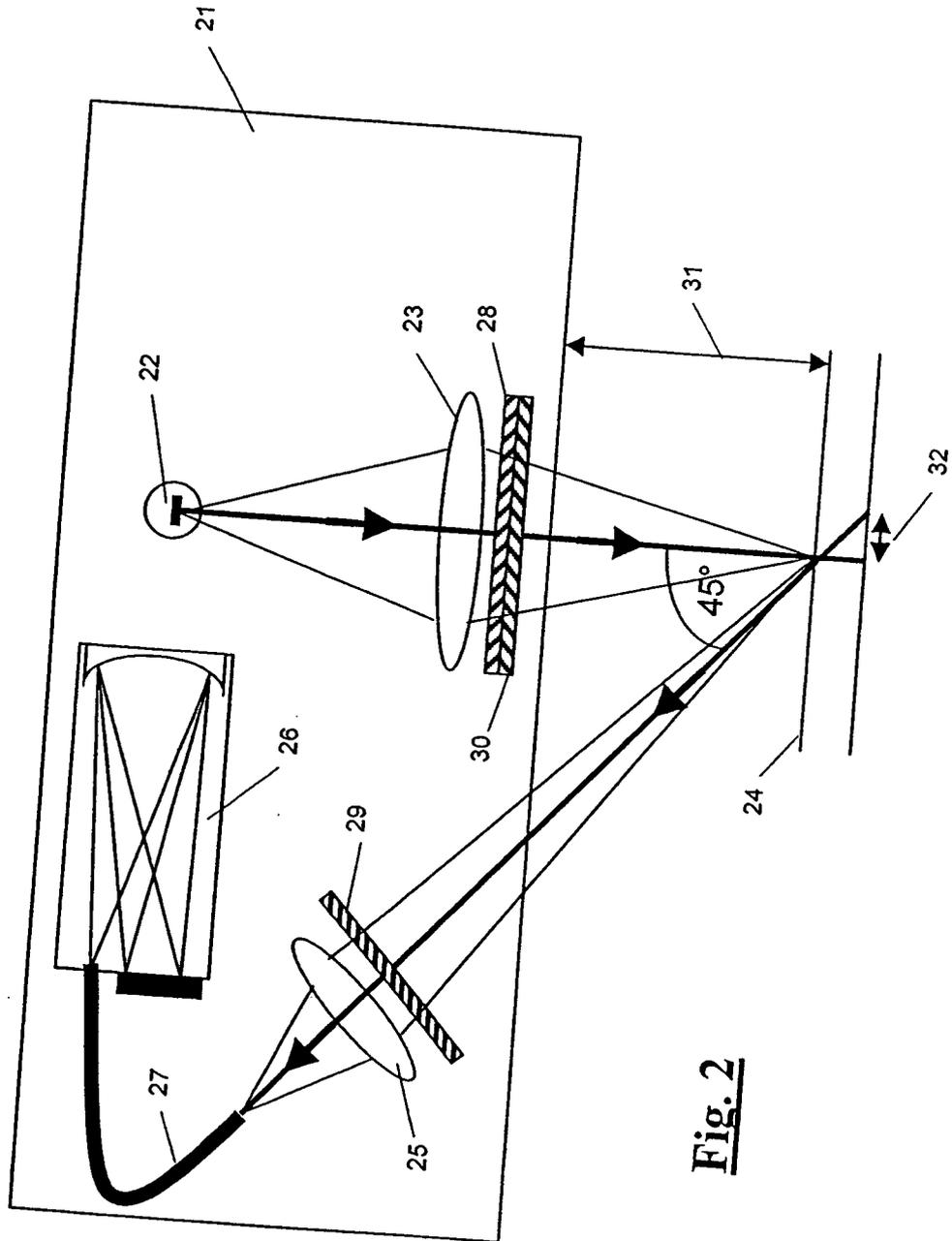


Fig. 2

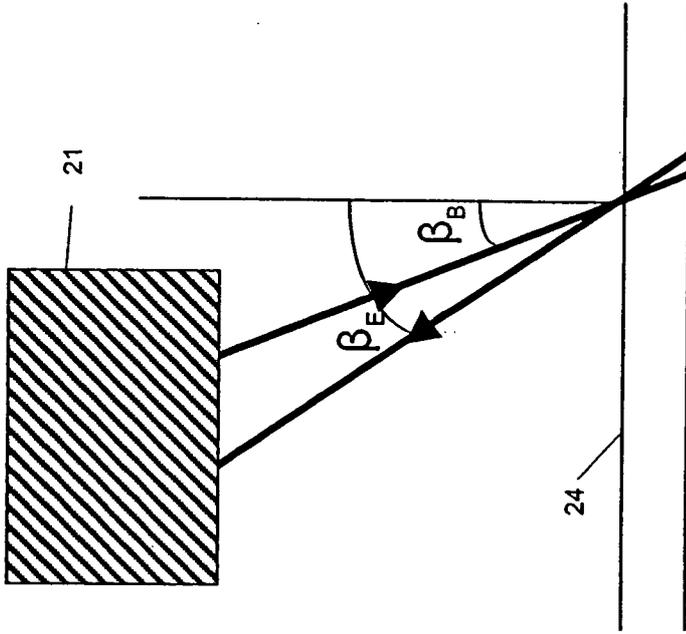


Fig. 3b

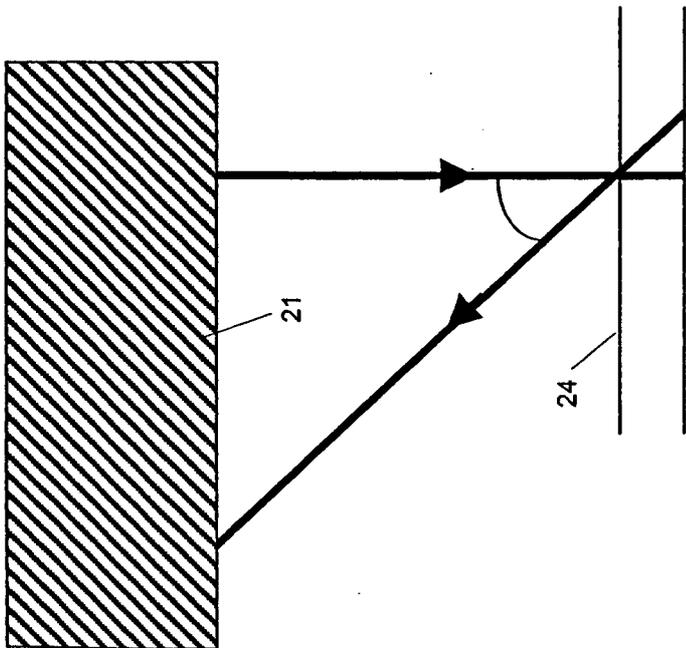


Fig. 3a

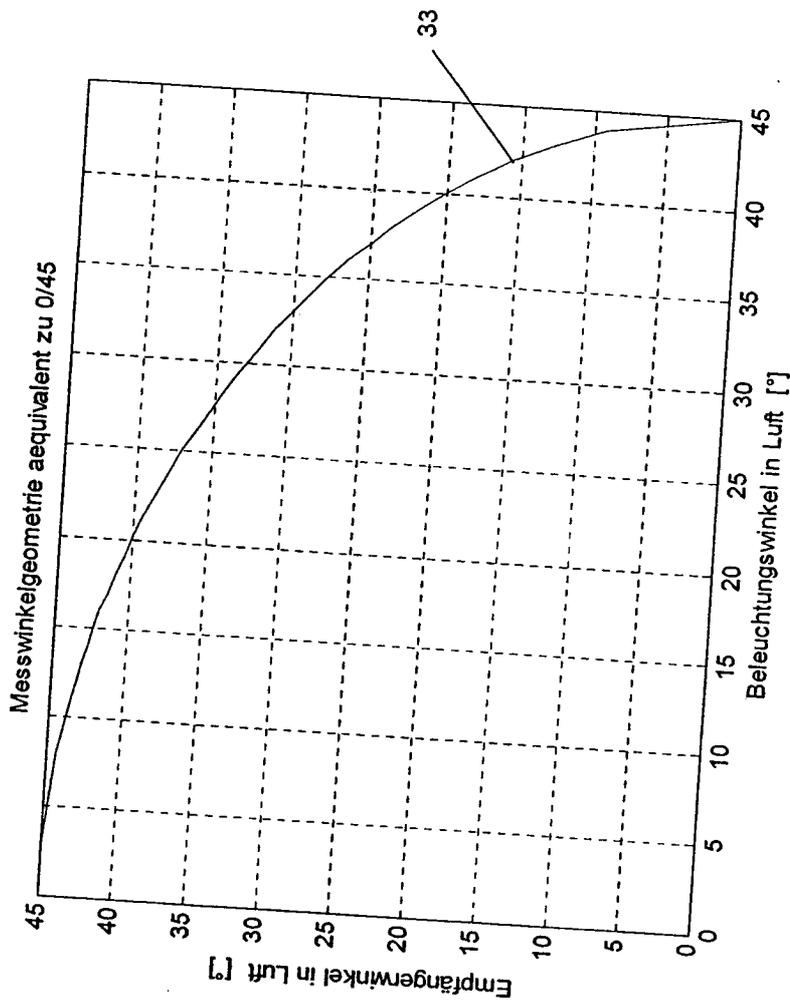


Fig. 4

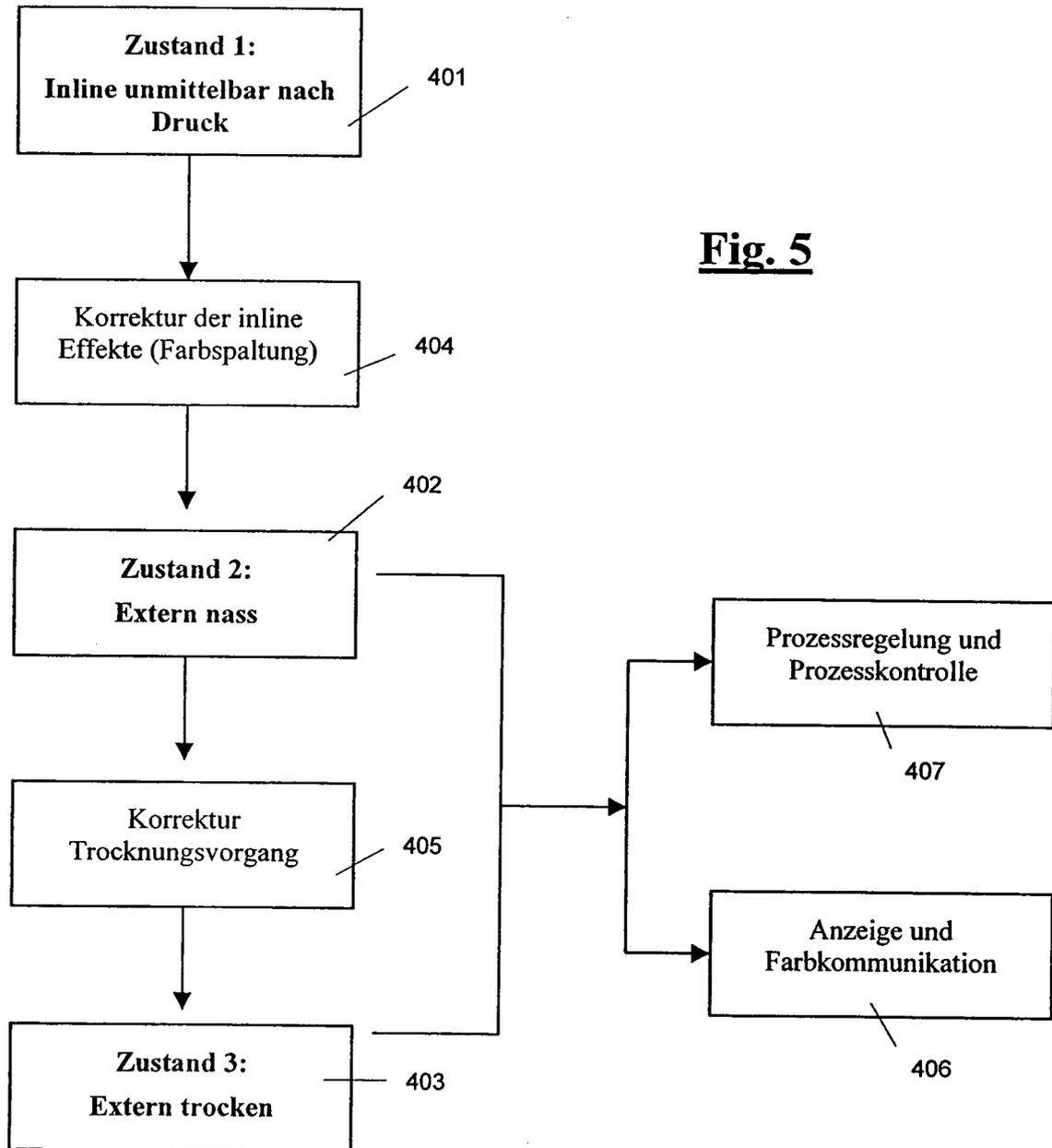


Fig. 5

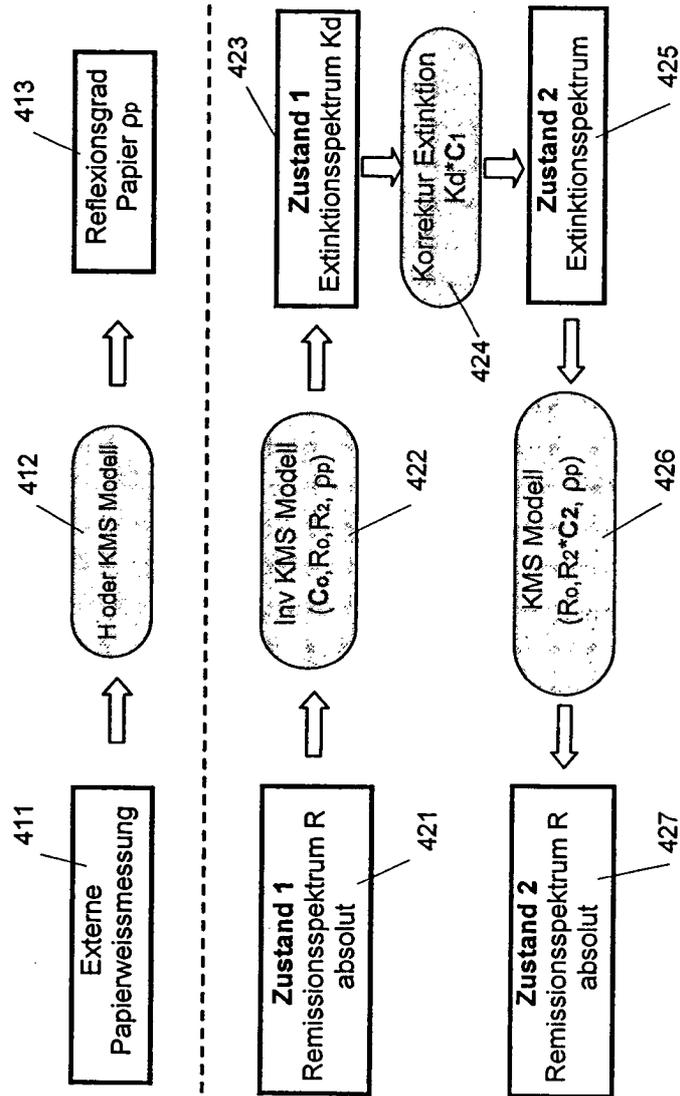


Fig. 6

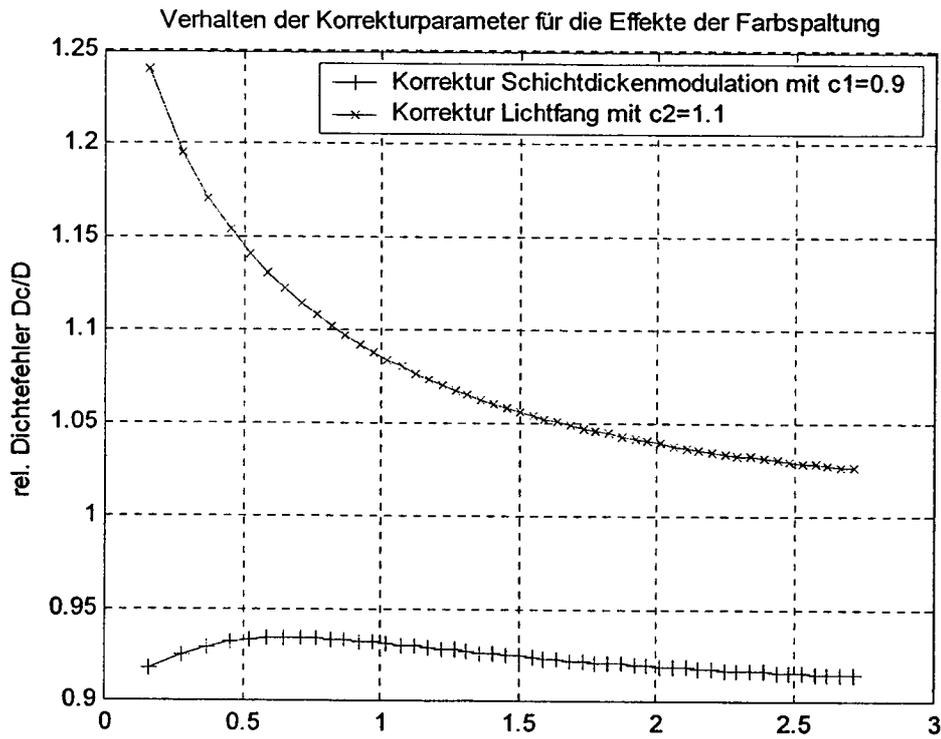


Fig. 7a

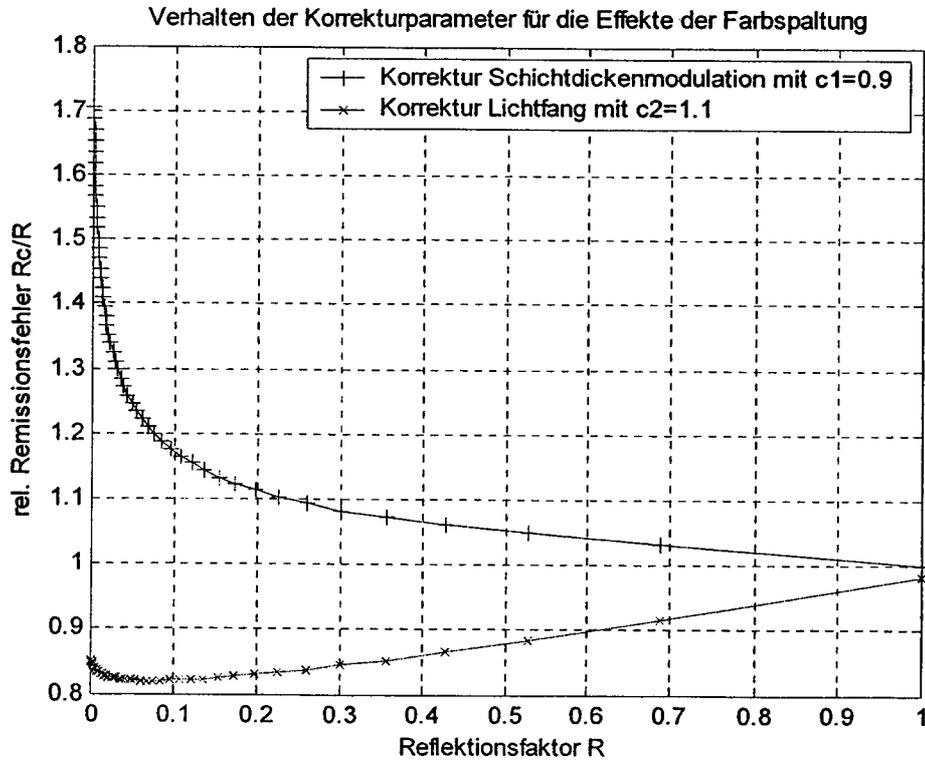


Fig. 7b